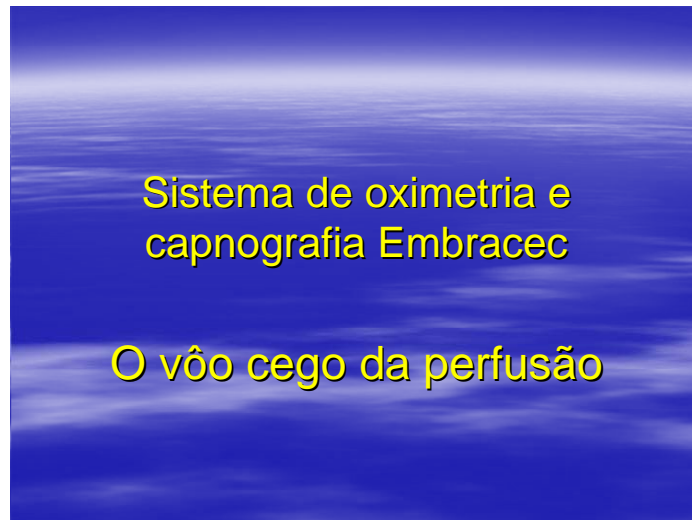
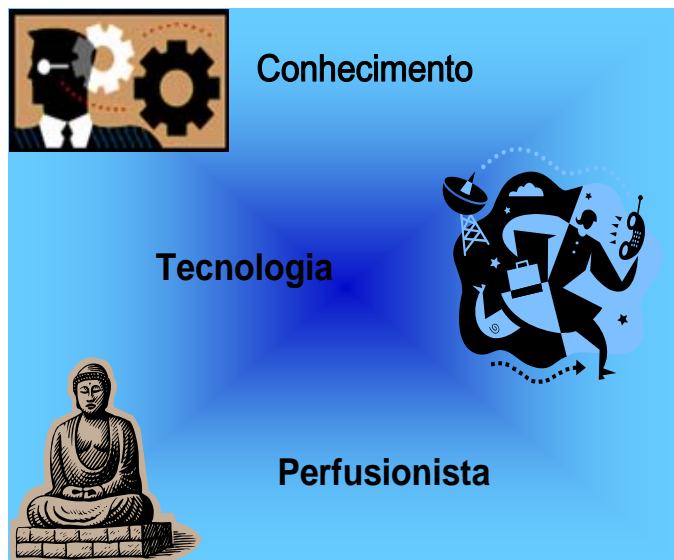


O VÔO CEGO DA PERFUSÃO





A perfusão esta apoiada em 3 pilares: Conhecimento, tecnologia e o perfusionista.

Para que possamos obter um bom resultado na CEC o conhecimento da fisiopatologia, da técnica cirúrgica e da técnica de perfusão junto com a evolução tecnológica faz do perfusionista o pilar principal. Cabe ao perfusionista pesquisar sempre e descobrir novas técnicas para se beneficiar delas e obter os melhores resultados.

Se você não acompanhar a evolução, ela dá um jeito, mesmo sem você.

Gasometria Arterial	
pH-	7,40
PCO-	40 mmhg
PO2-	120 mmhg
BE-	0,0 mEq/L
HCO3-	24,0 mEq/L
K-	4,2 mEq/L
Na-	140,0 mEq/L
Cl-	110 mMol/L
Htc-	30,0 %
Hgl-	10,0 g/dl
Glicemia-	90 mg/gl

FLUXO ARTERIAL

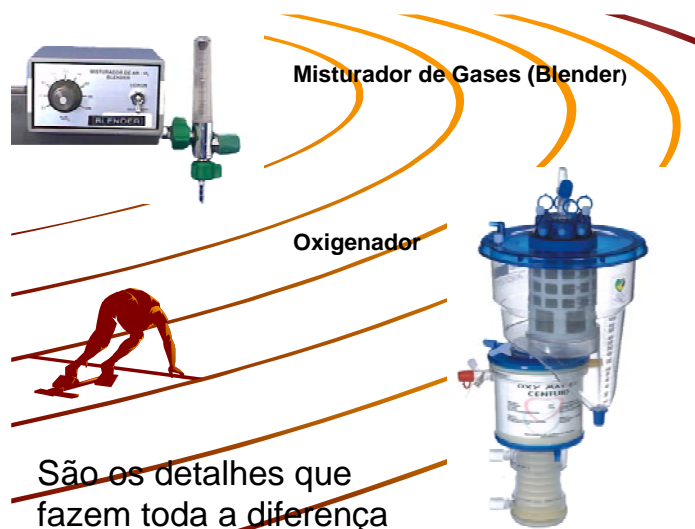
EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO

- HEMOGLOBINA

- TEMPERATURA

Performance do oxigenador

Um dos parâmetros de uma boa perfusão é a gasometria, que depende da integração do fluxo arterial, do equilíbrio ácido – básico, da hemoglobina, da temperatura e da performance do oxigenador. A intensidade e a qualidade dessa interação podem definir o resultado da gasometria.



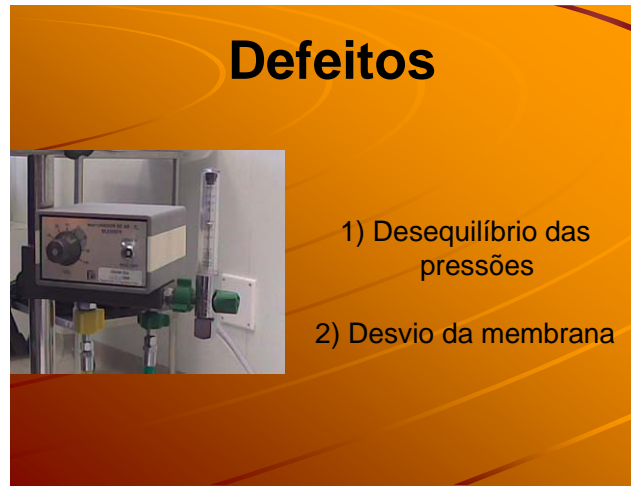
Cada paciente é único. Isso requer uma série de cuidados especiais, cada vez mais importantes, que exigem que o perfusionista que interage com eles desenvolva a capacidade de resolução dos problemas. São esses detalhes que fazem toda a diferença.



De que adianta ter um carro de ultima geração, se o combustível não é compatível e interfere na performance do carro ?

Qual é o combustível do oxigenador?

O **OXIGÊNIO**, cuja concentração é da responsabilidade do blender.



Os principais defeitos do blender são os desequilíbrios das pressões do ar comprimido e do oxigênio e o desvio da membrana reguladora.



As conexões diretas do ar comprimido e do oxigênio, sem a verificação das pressões são uma das causas do desequilíbrio do blender.



Podemos ter dois “blender” aparentemente iguais:

Concentração de O2 – 60% (Blender)



Porém, com concentrações diferentes, devido ao desvio da membrana do blender.

Como demonstramos na figura acima, a concentração de oxigênio do blender marca 60%. Entretanto, a concentração real de oxigênio no primeiro blender é de 57% e no segundo blender é de 51% de oxigênio.

Gasometria Arterial (Blender defeituoso)

pH-	7,35
PCO-	45 mmhg
PO2-	55 mmhg
BE-	-2,0 mEq/L
HCO ₃ -	21,0 mEq/L
K-	4,2 mEq/L
Na-	140,0 mEq/L
Cl-	110 mMol/L
Htc-	30,0 %
Hgl-	10,0 g/dl
Glicemia-	90 mg/gl

Com a utilização de um blender defeituoso, estaremos oferecendo uma concentração de oxigênio inferior à que estava prevista pelo perfusionista. Isto será percebido no resultado da gasometria.

E, erroneamente, o perfusionista analisa:

Se o oxigenador é importado... - O laboratório errou!

Mas se o oxigenador é nacional... - O oxigenador não presta!

Contudo, o vilão da gasometria não é o oxigenador, mas sim o blender.

Lembramos que um diagnóstico preciso é a metade da cura!



Sistema de Oximetria e Capnografia EMBRACEC produzido pela Braile Biomedica, acompanhado do conjunto de tubos para CEC com Oximetria.

O sistema permite verificar se o blender está funcionando corretamente e, desse modo, permite avaliar a performance do oxigenador.

Mas às vezes, o vilão da gasometria não é o blender e nem o oxigenador; ambos estão funcionando corretamente, mas a falta de conhecimento do perfusionista acerca da funcionalidade do sistema na câmara de oxigenação é a causa.

Objetivos do sistema:

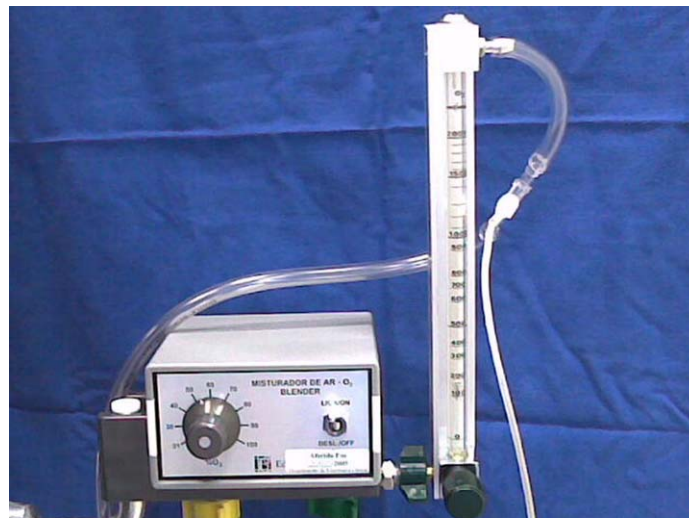
- **Monitorar o funcionamento do misturador de gases(blender)**
- **Analisar a performance da câmara de oxigenação**
- **Aferir o CO₂ de saída da câmara de oxigenação**
- **Evitar colapso na câmara de oxigenação.**

(1) Monitorar o funcionamento do blender. Uma amostragem da saída do gás do blender é levada para o analisador de gases, onde será analisada a concentração real de oxigênio emitido pelo blender.

(2) Da mesma forma é analisado o gás expelido pela câmara do oxigenador, e através de uma análise comparativa da entrada e da saída do gás, analisamos a performance do oxigenador.

(3) Aferindo o gás carbônico expelido pela câmara do oxigenador, faz-se um ajuste fino no fluxo do gás, obtendo melhores resultados da gasometria.

(4) Evitar o colapso na câmara de oxigenação. O colapso é a imobilidade do gás na câmara do oxigenador, onde a pressão de entrada do gás é igual à resistência da sua saída, onde não ocorre a circulação do gás na membrana, ocorrendo inércia do gás dentro da câmara e acumulando o CO₂.



Para aferir o blender, o sistema é conectado na sua saída, onde uma amostra do gás será analisada pelo analisador de gases, fornecendo a concentração real de oxigênio.



Utilizando um dispositivo de 3 vias na posição fechada para a saída do oxigenador, obteremos o fluxo de gás para analisarmos a entrada do gás no oxigenador.



Como podemos ver nesse caso da figura acima, há uma concentração de 56 % de oxigênio e zero de gás carbônico, mostrado pela seta.



O mesmo processo é feito na saída da câmara de oxigenação e, através da análise comparativa da entrada do gás e da sua saída, podemos avaliar a performance do oxigenador como será demonstrado a seguir.



Com o mesmo dispositivo de 3 vias, utilizado na posição aberto para a saída de gás do oxigenador analisamos o fluxo de gás expelido pelo oxigenador.

Saída de gás do oxigenador



Podemos ver a concentração de gás expelido pelo oxigenador, neste caso uma concentração de 46% de oxigênio e 41 mmHg de gás carbônico.

Oxigenador de única saída



Para que a análise tenha fidelidade, o oxigenador deverá ter uma única saída de gás.

Oxigenador de múltiplas saídas de gás



Os oxigenadores com múltiplas saídas de gás apresentam uma análise distorcida, porque a porção de gás analisado na saída do oxigenador é parcial.

Oxigenador de 2 saídas de gás

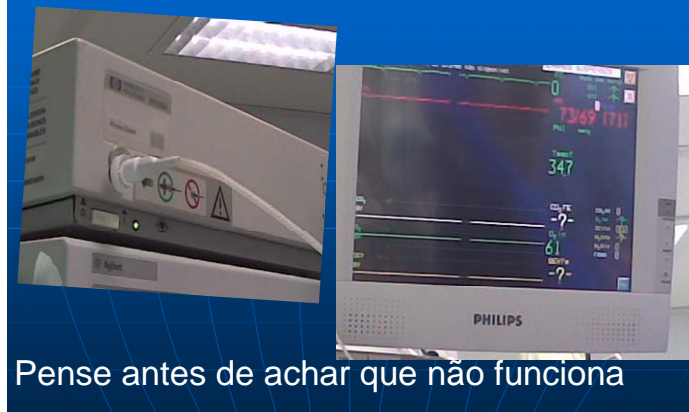


Nos oxigenadores de duas saídas de gás, devemos obstruir uma das saídas para obter uma saída única, assegurando a confiabilidade da avaliação feita pelo sistema.

Tamponamento de uma das saída de gás



Analizador de gás



Pense antes de achar que não funciona

Pense antes de achar que não funciona. Qualquer analisador de gases por amostragem (aspiração) pode ser utilizado.

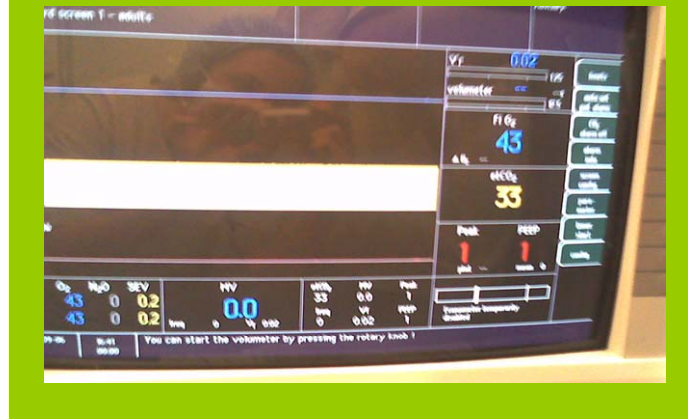


Qualquer aparelho de anestesia que tenha um analisador de gases por amostragem pode ser utilizado.



A análise do gás expelido pelo blender mostra uma concentração de 48% (seta) de oxigênio e zero de gás carbônico.

Saída do oxigenador



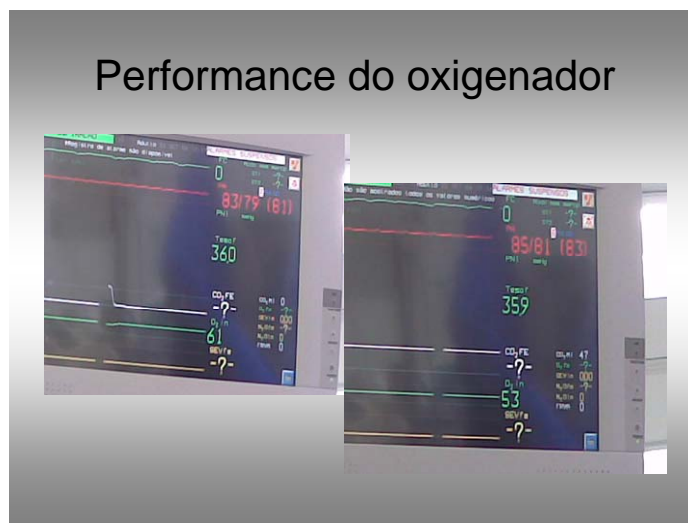
Análise da saída do gás do oxigenador, mostrando uma concentração de 43% de oxigênio e 33 mmHg de gás carbônico.

Através de uma análise comparativa nesse caso, temos:

Em relação ao oxigênio: entrando 48% e saindo 43% temos uma absorção do sangue no oxigenador de 5% da concentração de oxigênio, mostrando a performance do oxigenador.

Em relação ao gás carbônico: entrada de zero % e saída de 33 mmHg de gás carbônico. Esta é a quantidade de gás carbônico que o sangue está eliminando para a câmara do oxigenador. Para aumentar o gás carbônico no sangue, teríamos que diminuir o fluxo de gás.

Performance do oxigenador

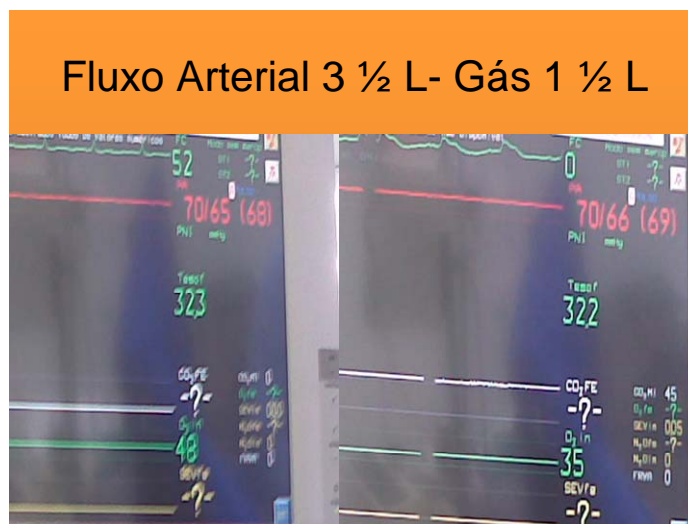


Como podemos ver nesse caso, a entrada de gás no oxigenador, à 36°C, é de 61% de concentração de oxigênio e zero de gás carbônico. A saída do gás é de 53% de concentração de oxigênio e 47 mmHg de gás carbônico.

De acordo com a nossa experiência, o gradiente entre a entrada e saída de oxigênio no oxigenador deve ser de 5% a 10%, em condições normais, como hemoglobina de 10 g/dl, normotermia e fluxo arterial normal de acordo com a superfície corpórea e equilíbrio ácido-base normais.

No caso acima citado, o gradiente da concentração de oximetria do oxigenador é de 8% e a relação do gás carbônico de 47 mmHg.

Podemos aumentar o fluxo de gás para diminuir o gás carbônico no sangue arterial, diminuindo a relação de oxigênio de 8%, sem alterar a pressão de oxigênio do sangue arterial (PaO₂).



Podemos observar nos dois exemplos a seguir que, com o mesmo fluxo arterial, fluxo de gás e temperatura ocorrerão respostas diferentes, em relação à performance do oxigenador.

Neste primeiro exemplo (acima), o gradiente da concentração de oxigênio é de 13%, uma concentração de entrada de 48% e saindo 34% e com 45 mmHg de gás carbônico, onde o gradiente é de 13% de concentração de oxigênio.

Fluxo Art.3 ½ L- Gás 1 ½ L temp.32°C
 Entrada Saída



Neste outro exemplo acima, o gradiente de concentração de oxigênio é de 18% , entrando uma concentração de 51 e saindo 33% com 34 mmHg de gás carbônico.

Como podemos observar, com o mesmo fluxo arterial e fluxo de gás obtém-se respostas diferentes, devido à hipotermia causada dentro da câmara de oxigenação, ocasionando uma mudança na estrutura da membrana do oxigenador e variando a performance de oxigenador para oxigenador, assim como a hipotermia, em relação ao metabolismo celular, de paciente para paciente.

Fluxo Art. 3,4 L- Gás 2 L Temp. 28°C
 Entrada Saída



Neste exemplo temos um gradiente de concentração de 4% de oxigênio, com 31 mmHg de gás carbônico à temperatura de 28°C. Neste exemplo podemos diminuir o fluxo do gás, aumentando o gás carbônico.

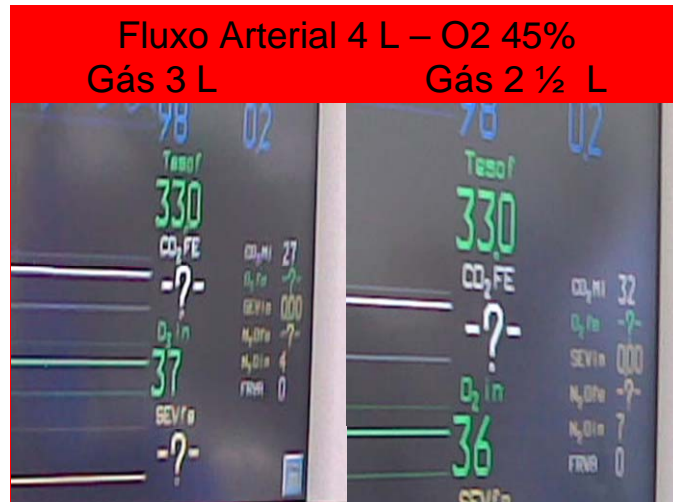
Fluxo arterial 3L – Gás 3 L Temp.28°C
Entrada Saída



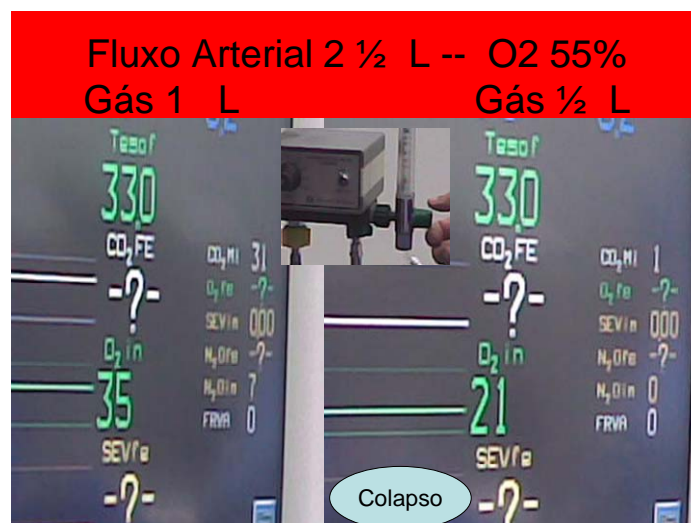
Neste exemplo temos uma relação de fluxo de gás exagerada, em relação ao fluxo arterial. Um gradiente de 2% de concentração de oxigênio e 14 mmHg de gás carbônico. Diminuindo o fluxo de gás solucionamos o problema, como demonstra a figura abaixo com um gradiente de concentração de 6% de oxigênio e 35 mmHg de gás carbônico.

Fluxo arterial 3L - Gás 1½ L Temp.28°C
Entrada Saída



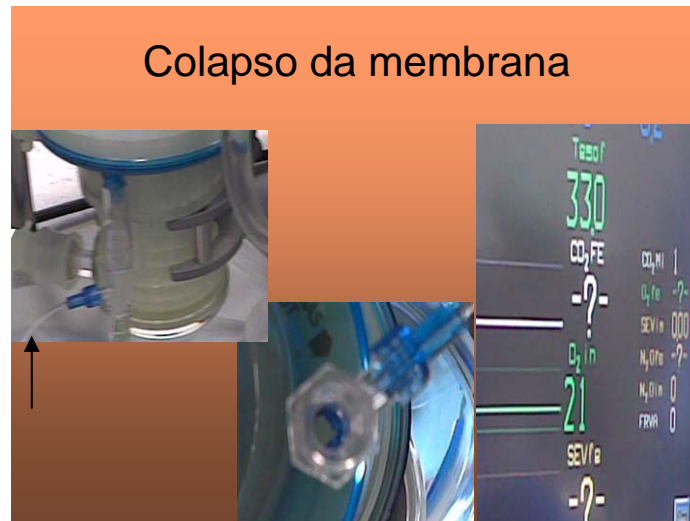


Neste exemplo acima, temos um fluxo arterial de 4 litros com uma concentração de oxigênio de 45 % de entrada e com um fluxo de gás de 3 litros/min obtendo um gradiente de concentração de oxigênio de 8%. Diminuindo o fluxo de gás para 2 ½ litros/min, com o mesmo fluxo arterial, aumentamos o gás carbônico de 27 mmHg para 32 mmHg, passando o gradiente de concentração de oxigênio de 8% para 9%, como podemos ver. Nesse caso temos uma pequena margem, em que poderemos diminuir o fluxo de gás para 2 litros, aumentando o gás carbônico no sangue.

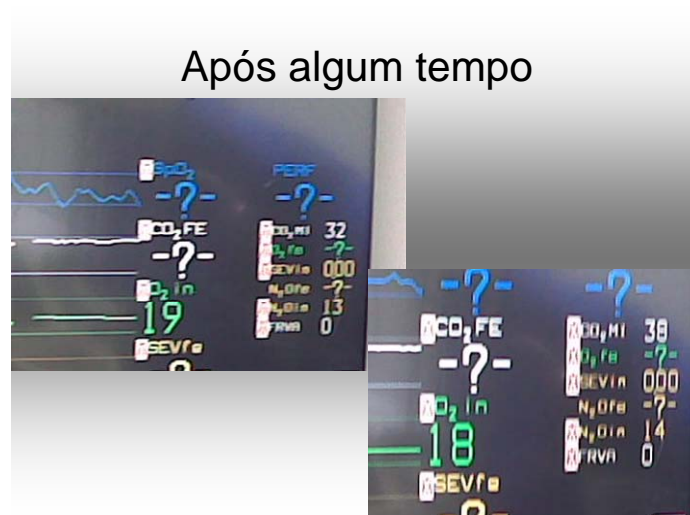


Neste exemplo temos um fluxo arterial de 2 ½ litros por minuto, com uma concentração de 55% de oxigênio de entrada e com um fluxo de gás de 1 litro.

Temos um gradiente de concentração de oxigênio de 20% com gás carbônico de 31 mmHg. Diminuindo o fluxo de gás para ½ litro, para aumentar o gás carbônico, temos uma análise do gás na saída do oxigenador, o ar ambiente 21% de concentração de oxigênio com 1 mmHg de gás carbônico, isto é, entramos na zona de colapso.



Com a inércia do gás na câmara do oxigenador, devido à baixa pressão do gás, a leitura da amostragem de gás na saída da câmara do oxigenador é do ar ambiente, 21% de oxigênio e 1mmHg de CO2.



Como podemos perceber, após algum tempo, a concentração de oxigênio na saída de gás do oxigenador está abaixo da concentração do ar

atmosférico, devido ao acúmulo de gás carbônico na câmara de oxigenação misturando com o do ar ambiente.

Quando aumentamos o fluxo de gás durante o reaquecimento, o acúmulo de gás carbônico na câmara do oxigenador, causado pelo colapso da membrana e através do gradiente de pressão do CO₂ na câmara de oxigenação é maior que no sangue, elevando a concentração do gás carbônico no sangue arterial. O sangue arterial fica escuro.

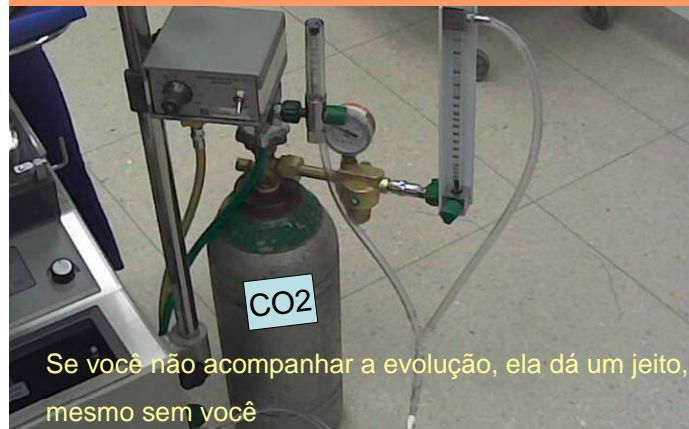
O perfusionista, pensando que o oxigenador não está oxigenando, eleva a concentração de oxigênio em 100% com um fluxo de gás elevado em 10 litros/min, aumentando a tragédia, pois o paciente ainda em hipotermia, recebe uma concentração de oxigênio elevada, podendo ocorrer micro embolia aérea devido a uma pressão de oxigênio altíssima, com fluxos de gás de 10 litros. E, erroneamente, ele pensa: esse oxigenador não “presta”, não está oxigenando.

Foi através dessa análise que a EMBRACEC, aperfeiçoou o sistema, introduzindo o gás carbônico no fluxo de gás, oferecendo não somente oxigênio para o oxigenador, e sim uma mistura carbogênica.

Essa técnica de perfusão chama: SISTEMA KRIEGER – EMBRACEC.



Sistema Krieger-Embracec



Devido à complexidade desse sistema, o perfusionista deve estar habilitado com o sistema de oximetria e capnografia EMBRACEC, para depois passar para o sistema complexo, qual seja, trabalhar com uma solução carbogênica no oxigenador, utilizando o SISTEMA KRIEGER EMBRACEC.

Conclusão

Na utilização deste sistema o perfusionista consegue detectar algum defeito tanto no oxigenador, quanto no blender para que a correção seja feita em tempo hábil e a cirurgia obtenha sucesso.