



VENTILAÇÃO E PERFUSÃO:
PERFUSÃO E
TROCAS GASOSAS

CURSO
FISIOLOGIA RESPIRATÓRIA

RESUMÃO

MONDRIAN

VENTILAÇÃO E PERFUSÃO:
**PERFUSÃO E
TROCAS GASOSAS**

SUMÁRIO

DIFUSÃO.....	4
FATORES QUE AFETAM A DIFUSÃO DOS GASES	4
MEDIDA DA CAPACIDADE DE DIFUSÃO.....	5
EFEITOS DA ALTERAÇÃO DA RELAÇÃO VENTILAÇÃO-PERFUSÃO EM UMA UNIDADE ALVEOLAR	5
TRANSPORTE DE GASES NO SANGUE - OXIGÊNIO	6
DIÓXIDO DE CARBONO.....	8



DIFUSÃO

Difusão é a passagem de uma substância de um meio que contém altas concentrações, para outro com baixas concentrações. Ela se baseia na lei de Fick, que diz que “a velocidade de transferência de um gás através de um tecido é proporcional à área do tecido e ao gradiente de pressão parcial do gás entre os dois lados, e é inversamente proporcional à espessura do tecido”. Por isto, a área destinada à troca pulmonar é grande (75 a 100 m²) e a espessura do tecido que as separa é pequena. A lei de Fick é representada pela equação a seguir, sendo A a área da superfície, $\Delta(P_1-P_2)$ o gradiente de pressão, K uma constante pré-definida e T a espessura da membrana:

$$V_{gás} = \frac{A\Delta(P_1-P_2)K}{T}$$

Além desses, outros fatores também são responsáveis por uma melhor difusão dos gases entre o tecido e o sangue, como a velocidade em que se dá essa transferência.

Os gases, à medida que chegam aos pulmões, precisam atravessar a barreira alveolocapilar para, por difusão, chegarem aos tecidos pulmonares. Essa barreira é composta pelos líquidos que circundam os alvéolos, pelo epitélio alveolar, a membrana

basal do epitélio, assim como o estroma alveolar, membrana basal do endotélio e o endotélio capilar. Quando o organismo é exposto a exercícios físicos, ocorre aumento do débito cardíaco e, conseqüentemente o tempo destinado as trocas gasosas diminui. A difusão também pode ser prejudicada devido a alterações fisiopatológicas na barreira alveolocapilar.

FATORES QUE AFETAM A DIFUSÃO DOS GASES

Como visto anteriormente, a superfície de troca gasosa no pulmão é grande, e quando o tamanho dessa superfície é alterado (como em pacientes que apresentam enfisema pulmonar, assim como idosos, mulheres e tabagistas), pode haver modificações na troca gasosa. A difusão se eleva a medida que o volume pulmonar também se eleva, atingindo o pico máximo da difusão quando o pulmão atinge sua capacidade pulmonar total. Cabe lembrar que nem todos os alvéolos recebem adequadamente sangue e oxigênio, sendo assim, esses que não contribuem com uma perfusão e ventilação adequadas, não irão contribuir conseqüentemente para a troca gasosa.

Outro fator influenciador da troca gasosa é a postura em que os indivíduos se encontram. Sabe-se que indivíduos em decúbito dorsal possuem uma capacidade de troca



mais elevada do que aqueles em decúbito ventral ou sentados. Isso é explicado basicamente por uma melhora na perfusão com aumento no recrutamento capilar.

MEDIDA DA CAPACIDADE DE DIFUSÃO

Atualmente se utiliza o monóxido de carbono (CO) como substância afim de quantificar a capacidade de difusão de gases no organismo de um indivíduo, e é realizada através do teste de respiração única e sustentada. O teste irá medir a quantidade de gás carbônico que irá sofrer difusão para dentro dos capilares sanguíneos, a medida que o indivíduo realize uma inspiração prolongada durante 10 segundos, e a sustente por todo o ciclo respiratório.

EFEITOS DA ALTERAÇÃO DA RELAÇÃO VENTILAÇÃO-PERFUSÃO EM UMA UNIDADE ALVEOLAR

Os sistemas cardiovascular e respiratório atuam em conjunto para garantir a oxigenação tecidual. O oxigênio chega aos alvéolos respiratórios, onde vai ser difundido para os capilares sanguíneos para ser transportado aos diferentes tecidos, e isso gera uma ventilação e uma perfusão nos tecidos do corpo humano.

A relação ventilação-perfusão (V/Q) é uma razão baseada na quantidade de ventilação que aquela área do pulmão recebe sobre a quantidade de sangue que está chegando nela. Em um alvéolo normal, sem alterações, essa relação V/Q é em torno de 1, assim como as medidas das pressões parciais de oxigênio e gás carbônico são de 100 e 40 mmHg, respectivamente. Algumas situações podem alterar esse valor da relação ventilação/perfusão, como por exemplo obstruções nos capilares sanguíneos, ou obstruções que impedem a saída do ar dos brônquios pulmonares. Caso ocorra alguma obstrução dos alvéolos respiratórios provocando uma deficiência na ventilação do pulmão, sem que a sua perfusão seja alterada, irá ocorrer o chamado baixa V/Q, que é um distúrbio da relação ventilação/perfusão, chegando a resultados menores do que 1. Esse distúrbio não é permanente, e pode ser revertido através da terapia com oxigênio a 100% para esses pacientes. Quando o quadro é prolongado e vários segmentos pulmonares possuem a ventilação prejudicada, há o chamado shunt pulmonar, em que a oxigenioterapia já não terá o mesmo efeito do que quando aplicada em quadros mais brandos.

Todavia, quando o paciente possui a perfusão prejudicada, ocorre justamente o contrário. Os alvéolos desses indivíduos



conseguem receber oxigênio adequadamente, porém sem que haja uma perfusão eficiente para que ocorram as trocas gasosas. Sendo assim, há um aumento na relação V/Q , encontrada a valores maiores do que 1. Esse distúrbio também é conhecido como espaço morto, pois refere-se a uma região pulmonar que não possui função alguma e não contribui para a troca dos gases entre os meios alveolares.

Como as bases pulmonares são responsáveis por receberem a maior parte da perfusão em comparação com outras regiões do pulmão, a medida que é a região menos ventilada. Desse modo, nos ápices pulmonares, é a região mais ventilada, porém menos perfundida do pulmão. A relação V/Q ideal é quando ela está igual a 1, mas como consequência dessa alteração na ventilação e da perfusão no pulmão, nas bases pulmonares essa relação encontra-se menor do que 1, predominando um efeito que denominamos de efeito shunt, enquanto nos ápices ela estará maior do que 1, predominando o efeito denominado de espaço morto alveolar. O efeito shunt é que vai ocasionar a diminuição das pressões parciais de oxigênio no sangue arterial, isso ocorre pois há má ventilação nos alvéolos, porém a perfusão mantém-se intacta. Já o espaço morto alveolar é aquele ar que conseguiu chegar aos pulmões, porém não sofreu troca gasosa, significando

que aquela área do pulmão está mais ventilada do que perfundida.

TRANSPORTE DE GASES NO SANGUE - OXIGÊNIO

Os gases de oxigênio se transportam pelo organismo humano de diversas maneiras, entre elas as principais são: dissolvido no plasma e no fluido intracelular eritrocitário e através de sua combinação química com a hemoglobina, sendo esta uma combinação que pode ser revertida em alguns casos. O oxigênio quando sai dos alvéolos pulmonares e chega nos capilares sanguíneos, tende a se ligar com a hemoglobina, e para isso, necessita entrar nas hemácias. Aproximadamente 98% do oxigênio realiza esse processo, enquanto 2% permanecem dissolvido no plasma, sem ligação à molécula de hemoglobina. Esse oxigênio que permanece no plasma sem ligação é o oxigênio dissolvido ou oxigênio em solução física. O transporte do oxigênio dissolvido baseia-se na lei de Henry, que diz que “a quantidade de oxigênio dissolvida é diretamente proporcional à sua pressão parcial no sangue, medida em mmHg”.

Como a quantidade de oxigênio dissolvido representa a minoria do oxigênio circulante, a grande maioria necessita ser transportado até a hemácia onde será ligada à hemoglobina. Esta possui uma porção po-



lipeptídea que é formada por duas subunidades alfa e duas subunidades beta, e sua distribuição é importante para determinar o tipo de hemoglobina que estará circulando no organismo. Além das subunidades, a hemoglobina também apresenta um grupamento que irá se ligar à essas cadeias, chamado de grupamento heme. O grupamento é formado pela protoporfirina além de um íon ferro. É nesse íon que o oxigênio se liga quando adentra na hemácia, associação esta que forma a oxihemoglobina. É nessa parte também que a hemoglobina pode se ligar ao gás carbônico com uma afinidade 300 vezes maior do que a afinidade da hemoglobina ao oxigênio.

Conhecer essas ligações é importante em estados de intoxicação, por exemplo, em grandes incêndios, em que o gás carbônico inalado aumenta de concentração, deslocando o oxigênio e, por conseguinte, piorando o quadro de intoxicação do paciente, assim como quando o ferro é oxidado em sua forma de metemoglobina, faz com que o oxigênio não se ligue à molécula, provocando intoxicações.

A hemoglobina tem a capacidade de se ligar a 4 moléculas de oxigênio ao mesmo tempo sendo influenciada por fatores como a PCO₂, o pH, a temperatura e o nível de 2,3-difosfoglicerato. Quando aumentamos a PCO₂ de um indivíduo, a he-

moglobina libera o oxigênio de sua molécula, pois a afinidade entre as duas substâncias diminui. Esse é o caso dos músculos, quando há a realização de uma atividade intensa. Nessas circunstâncias, a curva de dissociação da hemoglobina é deslocada, e sua afinidade em se ligar com o oxigênio também diminui. Quanto ao pH, a medida em que ele se torna mais ácido e a concentração de gás carbônico aumenta e, com isso, a curva de dissociação da hemoglobina também irá se deslocar, pois com isso o formato da hemoglobina fica alterado e, com isso, o oxigênio não consegue mais se ligar. O deslocamento pode ser ou para a esquerda do gráfico, ou para a direita, sendo o deslocamento para a esquerda quando a afinidade de ligação do oxigênio com a hemoglobina aumentar, e para a direita quando essa afinidade for reduzida, refletindo a grande quantidade de oxigênio necessária para saturar a molécula de hemoglobina. Essa propriedade das moléculas é denominada de Efeito Bohr. Todavia, quando o pH se eleva, a curva de dissociação se desloca para sentido contrário, e a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio aumenta. Modificações na temperatura também afetam na afinidade do oxigênio e da hemoglobina, a medida que elevadas temperaturas diminuem a afinidade dessas duas moléculas, a queda da temperatura desloca a curva de dissociação, aumentando essa afinidade.



Já o 2,3-difosfoglicerato é um componente da via anaeróbia da glicose. Algumas situações como hipóxia e anemia favorecem para que a concentração dessa substância aumente no organismo, e com isso, a afinidade pelo oxigênio diminui.

DIÓXIDO DE CARBONO

Este é transportado no sangue por diversas maneiras, podendo ser dissolvido, através dos íons de bicarbonato (HCO_3^-), carbaminohemoglobina (assim como outros compostos carbamínicos) e através do ácido carbônico e seus íons carbonato. O dióxido de carbono, assim como o oxigênio, precisa entrar nas hemácias para se difundir para outras células, sendo a maioria do CO_2 transportada como bicarbonato. Essa reação é acelerada pela participação de uma enzima denominada anidrase carbônica. A anidrase possui diversos subtipos, também chamados de isoenzimas,

que participam em diferentes etapas desse processo, porém a anidrase carbônica II e a IV que são as de importância clínica para o estudo da troca dos gases. A anidrase carbônica II possui como localização principal a hemácia, enquanto a IV está presente por todos os capilares pulmonares.

De acordo com o efeito Bohr, a PCO_2 e a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio são inversamente proporcionais, quanto mais elevado for a PCO_2 daquele paciente, menor será a afinidade do oxigênio circulante pela sua hemoglobina. Quando se fala de gás carbônico, o efeito Haldane vêm a tona. Esse efeito diz respeito a facilitação da captação do CO_2 pelos capilares, promovida pela dessaturação desse sangue arterial. Portanto, ele é utilizado para designar a capacidade do gás carbônico de deixar o sangue arterial, a medida que a saturação da hemoglobina vá aumentando.

VISITE NOSSAS REDES SOCIAIS



@jalekoacademicos



Jaleko Acadêmicos



@grupoJaleko

