

OFERTA CONSCIENTE DE OXIGÊNIO DURANTE O TRANSPORTE AEROMÉDICO – SUGESTÃO DE CÁLCULO

Ana Paula C. CAVALCANTE¹, Antonio Ruberval FARIA²

RESUMO

Quando se estuda sobre a influência da altitude no oxigênio do organismo humano, muito se fala sobre a hipóxia, e quase nada sobre a hiperóxia. Assim, a suplementação do gás durante o transporte aeromédico ocorre de forma aleatória, com efeitos nocivos ao paciente. **Objetivo:** Alertar sobre os efeitos deletérios da hiperóxia e sugerir cálculo com valores de suplementação de oxigênio dentro de uma faixa de segurança. **Metodologia:** revisão bibliográfica narrativa, utilizando como consulta às bases de dados: Scielo, Pubmed, Google acadêmico. **Resultados:** durante o transporte aeromédico, é importante a suplementação de oxigênio para manter a PaO₂ e saturação adequadas na altitude. Porém altas e desnecessárias FiO₂ afetam de forma negativa o trato respiratório, podendo causar lesões irreversíveis através da hiperóxia, além de desperdício do gás. O estudo sugere a aplicação do cálculo: $FiO_2 \text{ necessária} = (FiO_2 \text{ inicial} \times Patm \text{ inicial}) / Patm \text{ cabine}$, onde a Patm inicial refere-se a 760mmHg e a Patm cabine refere-se a 565mmHg. A FiO₂ inicial pode variar de 21% a 100%. O fisioterapeuta de voo é fundamental para otimizar a ventilação mecânica e reduzir a necessidade de suplementação de O₂. **Conclusão:** A lesão pulmonar induzida pela hiperóxia é o principal motivo pelo qual a administração liberal de O₂ deve ser evitada. Baseado no cálculo $FiO_2 \text{ necessária} = (FiO_2 \text{ inicial} \times 760mmHg) / 565mmHg$, conclui-se que acrescentar até 25% de FiO₂ suplementar seja suficiente para manter uma equivalência de PaO₂ a nível do mar, devendo sempre considerar as particularidades e necessidades de cada paciente e missão.

Palavras-chave: oxigênio; transporte; aeromédico; hiperóxia.

1. Fisioterapeuta, Especialista em Terapia Intensiva adulto, pediátrica e neonatal; Fisioterapeuta de voo.
E-mail: apaula.ccf@gmail.com

2. Médico, Pediatra intensivista, Gestor em saúde, Coordenador de equipe de transporte aeromédico.
E-mail: antoniorubervalfaria@gmail.com

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista fisiológico, a Lei de Dalton explica a deficiência de oxigênio no organismo na exposição à altitude, onde a pressão total é a soma das pressões parciais dos gases. No transporte aeromédico, à medida que o oxigênio é conduzido para os alvéolos e artérias, ocorre queda da pressão parcial, e tratando-se de paciente com insuficiência respiratória, é importante o ajuste da FiO₂ para manter a oxigenação e saturação compensadas. (RUSSOMANO, T. 2020)

Porém, quanto podemos suplementar sem causar maiores lesões pulmonares ao nosso paciente devido ao excesso de oxigênio?

A utilização de oxigênio a 100% pode afetar de forma negativa o trato respiratório, provocando atelectasia por desnitrogenação e absorção alveolar, fibrose pulmonar, enfisema, piora das trocas gasosas, e pode surgir a partir de 6 horas de exposição. Para evitar a toxicidade pulmonar do oxigênio é importante que se busque minimizar quaisquer períodos de tempo durante os quais os pacientes estejam expostos principalmente a FIO₂ superiores a 50%. Adotar estratégias ventilatórias como incremento da PEEP pode ser útil na redução da FIO₂ para níveis mais aceitáveis. O fisioterapeuta de voo tem importante papel na condução da ventilação mecânica protetora. (KALLET, R.H. 2013)

Baseado nessa realidade, o objetivo do trabalho de alertar os profissionais da área sobre os efeitos deletérios da hiperóxia no organismo, e sugerir um cálculo para suplementação de oxigênio dentro de uma faixa de segurança para o transporte aeromédico.

METODOLOGIA

Revisão bibliográfica narrativa, utilizando como consulta às bases de dados Scielo, Pubmed, e Google acadêmico, com publicações dos últimos dez anos.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

A atmosfera pode ser dividida em zona fisiológica (0 a 10 mil pés), zona deficiente (10mil a 50mil) e zona equivalente espacial (acima de 50000 pés) e é formada por uma mistura de gases que permanecem constantes até uma altitude de 25mil metros do nível do mar, sendo 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, e 1% de outros gases. Pela Lei de Dalton, a pressão total é a soma das pressões parciais dos

gases e quanto menor a pressão atmosférica, menor será a pressão parcial desse gás. (DAVIS, J. 2008)

Para atividade de transporte aeromédico, mesmo com aeronave pressurizada, a altitude de cabine expõe o paciente a um ambiente com PO₂ menor do que a encontrada a nível do mar. Paciente hipoxêmico em pré voo, tende a deteriorar na altitude podendo sofrer vasoconstrição pulmonar, isquemia miocárdica, lesão cerebral, alterações renais, metabólicas, entre outras. Para manutenção da PaO₂, o oxigênio suplementar deve ser fornecido em concentrações cada vez maiores, conforme a altitude. Essa necessidade é minimizada quando utiliza-se ventiladores mecânicos específicos com compensação de altitude e quando a ventilação é devidamente conduzida por profissional especializado. (KNOBEL, 2005)

O uso do oxigênio, quando bem indicado, traz efeitos benéficos ao organismo como melhora da troca gasosa, vasodilatação pulmonar, diminuição da resistência pulmonar, da pressão arterial pulmonar, da sobrecarga de trabalho cardíaco e vasoconstrição sistêmica. Por outro lado, a hiperóxia pode causar efeitos deletérios como depressão do sistema respiratório, aumento da PCO₂, atelectasia de absorção, redução do estímulo respiratório, redução do surfactante, desidratação das mucosas, liberação de radicais livres e efeitos citotóxicos e até danos irreversíveis.

(AMARAL, L.F, et al.; 2021)

Através da oximetria de pulso e gasometria arterial, considera-se metas de saturação de oxigênio entre 88% e 92% em doenças respiratórias crônicas e 92% a 96% em outras situações clínicas. PaO₂ menor que 60mmHg e a relação PaO₂/FiO₂ são marcadores de necessidade de suplementação. O oxigênio não deve ser indicado para atingir saturação acima da faixa recomendada, pois aumenta a mortalidade quando saturação permanece acima de 98%. Também há uma forte recomendação para interromper o uso de oxigênio quando SpO₂ ≥ 96%. (MASSIMO, O. et al; 2016).

A literatura é escassa no que se refere à suplementação de oxigênio dentro de uma faixa de segurança para o transporte aeromédico. Baseado no levantamento bibliográfico realizado, sugere-se a aplicação do seguinte cálculo:

$$\text{FiO}_2 \text{ necessária} = (\text{FiO}_2 \text{ inicial} \times \text{Patm inicial}) / \text{Patm cabine}$$

Simplificando a aplicação na prática, considera-se que a Patm inicial seja 760mmhg, que a Patm cabine seja 565mmHg (pressão interna da aeronave equivalente a 8 mil pés), e que a FiO₂ inicial seja a que o paciente estiver necessitando na origem para manter uma oxigenação arterial adequada. Dessa forma

temos: **FiO2 necessária = (FiO2 inicial da origem x 760) / 565**

A tabela a seguir pode ser utilizada para consulta rápida de quanto suplementar o oxigênio em diferentes altitudes, considerando a Patm inicial de 760mmHg e FiO2 inicial variadas entre 21% e 80%. Observamos que os resultados não excedem 25% de FiO2 suplementar.

Oferta consciente de Oxigênio durante o transporte aeromédico sugestão de calculo									
altitude (pés)	altitude (metros)	Patm cabine (mmHg)	FiO2i (21%)	FiO2i (30%)	FiO2i (40%)	FiO2i (50%)	FiO2i (60%)	FiO2i (70%)	FiO2i (80%)
3000	914	681	23%	33%	45%	56%	67%	78%	90%
6000	1830	609	26%	37%	50%	62%	75%	87%	100%
8000	2438	565	28%	40%	55%	67%	81%	94%	xxxx
10000	3050	523	30%	44%	58%	73%	90%	xxxx	xxxx

Os resultados obtidos com o cálculo recomendado não devem ser aplicados como regra, podendo variar durante o transporte de acordo com a patologia, comorbidades, quadro clínico, e condições particulares de cada paciente e missão. A condução do suporte ventilatório deve ser feito por profissional capacitado, uma vez que a FiO2 limita-se a 100%, e outros parâmetros ventilatórios como a PEEP podem otimizar a ventilação e reduzir a necessidade de uma suplementação maior. (SUEOKA, 2021)

CONCLUSÃO

Altas e desnecessárias FiO2 podem causar lesão pulmonar induzida pela hiperóxia, e esse é o principal motivo pelo qual a administração liberal de O2 deve ser evitada também durante o transporte aeromédico, além do alto custo e desperdício do gás.

Baseado no cálculo **FiO2 necessária = (FiO2 inicial x 760mmHg) / 565mmHg**, conclui-se que suplementar até 25% de FiO2 durante o transporte aeromédico seja suficiente para equivalência da PaO2 na origem, considerando pacientes estáveis com oxigenação e saturação alvo adequadas em solo.

Ressaltamos que cada missão é única e as necessidades do paciente devem ser avaliadas e ajustadas constantemente durante o transporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMARAL, L.F.R; FALCÃO, J.L.G; VALVIATI, J.L.S; **Fundamentos e prática clínica**; 2021.
2. DAVIS, J. R.; et al. **Fundamentals of Aerospace medicine**. 4^o edition. Lippincott Williams & Wilkins. Januare 1, 2008.
3. KALLET RH, MATTHAY MA. **Hyperoxic acute lung injury**. Respir Care; 2013.
- 4.KNOBEL, E. **Pneumologia e Fisioterapia Respiratória**. 4^o edição Ed. Atheneu. 2005.
5. MASSIMO O. et.al. **Effect of conservative vs conventional oxygen therapy on mortality among patients in a ICU**. JAMA; 2016.
6. RUSSOMANO, T. **Fisiologia Humana no Ambiente Aeroespacial**. <https://www.researchgate.net/publication>. 2020
7. SUEOKA, J.; FREIXO, J.A.; TAVERNA, M. **Transporte e Resgate Aeromédico**. Ed. Guanabara Koogan. 2021.