

AUTONOMIA E ESTIMATIVA DE CONSUMO DE OXIGÊNIO DURANTE O TRANSPORTE AEROMÉDICO – SUGESTÃO DE UM CÁLCULO SEGURO E DE FÁCIL APLICAÇÃO

Ana Paula C. CAVALCANTE¹, Anna Carolina BAJLUK², Sérgio FEITOSA³

RESUMO

Assegurar o suprimento de oxigênio ao paciente aerotransportado, é um dos principais fatores para um transporte seguro. **Objetivo:** relacionar os cálculos de autonomia de torpedos disponíveis na literatura e sugerir um cálculo simplificado e seguro para aplicação prática. **Metodologia:** revisão bibliográfica narrativa, utilizando como consulta às bases de dados: Scielo, Pubmed, Google acadêmico. **Resultados:** a literatura é escassa em relação a cálculos exatos de tempo de autonomia de cilindros de oxigênio, e os resultados encontrados variam de acordo com o volume do cilindro em litros de H₂O, a pressão visualizada no manômetro em Bar, e o fluxo ou consumo de oxigênio em litros ofertado. Durante o contato médico, ao solicitar os parâmetros ventilatórios da origem, pode-se obter uma estimativa antecipada da quantidade de gás necessária para a missão. Porém, intercorrências podem surgir, e deve-se considerar um consumo máximo “superestimado” da quantidade de gás necessária para o transporte, levando sempre que possível, a quantidade de oxigênio estimada em valor dobrado. **Conclusão:** considerando que a oferta máxima de oxigênio através do fluxômetro ou do ventilador mecânico não excederá 15l/min, conclui-se que para estimar o tempo de autonomia do cilindro e a quantidade de gás necessária para um transporte, os seguintes cálculos sejam considerados seguros, respectivamente: Tempo em minutos = (volume do cilindro em L/H₂O x pressão em Bar) / 15 e O₂ = Tempo de transporte em minutos x 15. Sugere-se a identificação da capacidade e volume dos cilindros de cada serviço e confecção de tabelas para consulta rápida.

Palavras-chave: oxigênio; transporte; aeromédico; autonomia

1. Fisioterapeuta, Especialista em Terapia Intensiva adulto, pediátrica e Neonatal; Fisioterapeuta de transporte aeromédico da Alljet táxi aéreo. E-mail: apaula.ccf@gmail.com

2. Fisioterapeuta especialista em Cardiorrespiratória, Mestre em Fisioterapia em Terapia Intensiva adulto, Fisioterapeuta de transporte aeromédico Alljet táxi aéreo. E-mail: carolbajluk@gmail.com

3. Fisioterapeuta, Especialista em terapia intensiva adulto, pediátrica e Neonatal, fisioterapeuta de transporte aeromédico Alljet táxi aéreo. E-mail: ft.sergio@icloud.com

INTRODUÇÃO

Para um transporte aeromédico seguro, um dos principais objetivos é assegurar o suporte de oxigênio ao paciente durante toda a missão. Para isso é importante estimar o tempo de autonomia de cada cilindro de oxigênio, além da quantidade necessária do gás para o voo. (SUEOKA, J; et.al, 2021)

Do ponto de vista fisiológico, a Lei de Dalton explica a deficiência de oxigênio no organismo na exposição à altitude. Em situações que se transporta paciente com insuficiência respiratória, é necessário fazer o ajuste da fio₂ para manter a pressão parcial arterial e saturação de oxigênio adequadas. (GRADWELL, D. P., 2016)

Tratando-se de pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva, é importante que a equipe eleja a melhor estratégia ventilatória e oxigênio suplementar, já que o gás é deletério aos pulmões e deve ser administrado com critério. Os parâmetros devem ser constantemente verificados, pois as necessidades podem sofrer alterações durante o voo. A utilização de equipamentos específicos para o transporte aéreo, como por exemplo o ventilador mecânico com compensação de altitude, asseguram a entrega correta do oxigênio e minimizam os riscos.(SUEOKA, J. et.al, 2021). Em situações mais graves onde o paciente necessite de alta FiO₂ em solo, pode-se fazer necessário voo em altitudes mais baixas, onde se alcance uma pressurização de cabine mais próxima do nível do mar. (GRADWELL, D.P.; 2016)

Dessa forma, para um transporte seguro, é importante que a quantidade de oxigênio necessária para a missão seja previamente calculada, bem como a autonomia da cada cilindro disponível no serviço. A literatura é escassa, e disponibiliza variadas fórmulas que geram resultados aproximados, de acordo com algumas variáveis como pressão e volume do cilindro. Diante do exposto, o objetivo do estudo foi relacionar os cálculos de autonomia de torpedos disponíveis na literatura e sugerir um cálculo simplificado e seguro para aplicação prática.

METODOLOGIA

Revisão bibliográfica narrativa, utilizando como consulta às bases de dados: Scielo, Google acadêmico, Pubmed, PeDro. Critérios de inclusão: publicações científicas dos últimos dez anos e referências clássicas. Palavras chave: oxigênio; transporte; aeromédico; autonomia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existe uma grande influência da altitude na fisiologia respiratória. A atmosfera é formada por uma mistura de gases que permanecem constantes até uma altitude de 25 mil metros acima do nível do mar. Mesmo com todas as alterações de pressão barométrica, o percentual de O₂ presente no ar será de 20,93%. (RUSSOMANO, T.; 2020).

Algumas aeronaves dispõem de um sistema de compressor para pressurização da cabine a fim de minimizar os efeitos sobre a fisiologia, sendo possível manter uma pressão de cabine equivalente ao nível do mar de 760mmHg a uma altitude de até 25 mil pés, além de ventiladores mecânicos com sistema de compensação da altitude. Porém para atividade de transporte aeromédico, mesmo com aeronave pressurizada, existe uma altitude de cabine que expõe o paciente a um ambiente com Po₂ menor do que a encontrada a nível do mar, frequentemente de até 8 mil pés, mantendo uma pressão atmosférica interna de 565mmHg, e dependendo da patologia associada, pode desestabilizar o quadro e levar à necessidade de suplementação de oxigênio. (GRADWELL, D.P.; 2016)

Além dos cálculos de autonomia e capacidade dos cilindros sugeridos na literatura, como por exemplo: capacidade do cilindro de O₂ = (Pressão no manômetro do cilindro (kgf/cm²) – 4 kgf/cm²) x volume interno do cilindro de O₂ (litros) / Pressão atmosférica (kgf/cm²), empresas que fornecem o gás também utilizam tabelas que correlacionam parâmetros como: pressão em Bar x Fluxo em L/min x tipo de cilindro em m³. Porém os estudos ressaltam que esses cálculos fornecem resultados aproximados, pois variam de acordo com o tamanho, volume minuto do paciente, o fluxo de ar dos ventiladores, tempo total do transporte, Fio₂ utilizada, escapes, vazamentos e tipo de ventilador. (KNOBEL, E.; 2005)

Durante o contato médico, solicitando os parâmetros ventilatórios do paciente na origem, pode-se obter uma estimativa da quantidade de gás necessária para a missão. Mas, pensando na segurança do transporte, deve-se considerar um consumo além do calculado, levando sempre que possível, o dobro da quantidade de oxigênio estimada. Sendo que o consumo de oxigênio através do fluxômetro ou do ventilador mecânico não excederá 15l/min, considera-se esse um fluxo seguro para correlacionar com o volume e a pressão do cilindro. (SUEOKA, J. et.al.; 2021)

Para estimar o tempo de autonomia do torpedo sugere-se: Tempo de autonomia (minutos) = Capacidade do cilindro (litros de O₂) / Fluxo (consumo) ou

simplificando, Tempo = Capacidade do cilindro (litros de O₂) / 15.

A pressão do cilindro varia de acordo com o volume do gás comprimido nele, ou seja, se o cilindro não estiver em sua pressão máxima, a quantidade de oxigênio deve ser calculado: Capacidade de O₂ (litros) = volume de H₂O x Pressão em Bar.

Em pacientes intubados o consumo do gás varia de acordo com o volume minuto e FiO₂, e é visualizado em alguns ventiladores mecânicos, ou calculado:

$$\text{Consumo} = (\text{Fio}_2 - 0,21) / 0,79 \times \text{volume minuto. (KNOBEL, E.; 2005)}$$

Sabendo qual o tempo do transporte, incluindo aéreo e terrestre, pode-se estimar a quantidade de oxigênio necessária para a missão, e de acordo com o tamanho de cada cilindro disponível no serviço, quantos cilindros serão necessários, sendo: O₂ (L/min) = tempo de transporte em minutos x consumo de O₂, ou simplificando, O₂ (L/min) = tempo de transporte em minutos x 15.

A tabela abaixo correlaciona o Volume com a Capacidade do cilindro, e a proporcional quantidade de oxigênio, considerando uma Pressão interna de 150Bar. Conhecendo a capacidade do cilindro em litros de oxigênio, aplica-se o cálculo: Tempo de autonomia = capacidade / 15

VOLUME L/H ₂ O	CAPACIDADE O ₂ 1m ³ = 1000L	PRESSÃO 150-Bar
1	0,2m ³	150 L de O ₂
3	0,5m ³	450 L de O ₂
7	1m ³	1.050-L de O ₂
10	1,5m ³	1500-L de O ₂
27	4m ³	4.050-L de O ₂
45	8m ³	6750 L de O ₂

CONCLUSÃO

A literatura é escassa em relação a cálculos exatos de tempo de autonomia de cilindros de oxigênio, e os resultados encontrados variam de acordo com o volume do cilindro, a Pressão e o fluxo ofertado. Considerando que a oferta máxima de oxigênio através do fluxômetro ou do ventilador mecânico não excederá 15l/min, conclui-se que os seguintes cálculos sejam seguros:

$$\text{Tempo de autonomia(min)} = (\text{volume do cilindro em L/H}_2\text{O} \times \text{pressão em Bar}) / 15$$

$$\text{Quantidade de O}_2 \text{ (litros)} = \text{tempo de transporte em minutos} \times 15.$$

A confecção de tabelas de acordo com cada serviço, correlacionando volume, capacidade, pressão e consumo do gás, facilita a aplicação na prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DAVIS, J. R.; et al. **Fundamentals of Aerospace medicine**. 4^o edition. Lippincott Williams & Wilkins. Januare 1, 2008.
2. GRADWELL, D.P.; RAINFORD, D.J. **Ernsting's aviation and space medicine**. 5^o edition. CRC press. Feb 23, 2016.
3. KNOBEL, E. **Pneumologia e Fisioterapia Respiratória**. 4^o edição. Ed. Atheneu. 2005.
4. RUSSOMANO, T. **Fisiologia Humana no Ambiente Aeroespacial**. <https://www.researchgate.net/publication>. 2020
5. SUEOKA, J.; FREIXO, J.A.; TAVERNA, M. **Transporte e Resgate Aeromédico**. 1^o edição. Ed. Guanabara Koogan. 2021.