

Avaliação do uso excessivo da oferta de oxigênio em pacientes submetidos à oxigenioterapia em unidade de pronto atendimento

Denise Matsuda Frigo², Milena Costa Barbosa², Susana Gonçalves Martins Mendes², Regiane Donizeti Sperandio¹, Everson de Cássio Robello¹, Renata Pletsch Assunção¹, Andrea Peterson Zomignani¹, Mayra Priscila Boscolo Alavarez¹ e Daniel Gimenez da Rocha¹

¹ Docente de Fisioterapia, Centro Universitário Padre Anchieta, Jundiaí, São Paulo, Brasil.

² Fisioterapeuta, Centro Universitário Padre Anchieta, Jundiaí, São Paulo, Brasil.

* Autor para correspondência: Daniel Gimenez da Rocha. E-mail: daniel.rocha@anchieta.br

Todos os autores deste artigo declaram que não há conflito de interesses.

Artigo original – Fisioterapia

Resumo

O oxigênio é um elemento primordial para o funcionamento do organismo humano. A oxigenioterapia faz parte do tratamento para pacientes que apresentam dificuldades respiratórias, porém, existem critérios para ser utilizada. O oxigênio administrado de maneira adequada pode melhorar significativamente a oxigenação tecidual e a sobrevida em pacientes com condições respiratórias agudas e crônicas. Do mesmo modo que o oxigênio é benéfico quando administrado corretamente, torna-se maléfico quando administrado de maneira incorreta. Apesar do auxílio na melhora da respiração em pacientes com dificuldades respiratórias, em excesso, causa toxicidade pulmonar e efeitos prejudiciais sistêmicos devido ao estresse oxidativo. A oferta de oxigênio necessita de prescrição médica, para alcançar a saturação alvo de acordo com o diagnóstico de cada paciente. Dessa forma, o objetivo deste artigo é avaliar o uso indiscriminado de oxigenioterapia em pacientes de uma unidade de pronto atendimento, a fim de analisar as consequências do uso indiscriminado de oxigenioterapia. Este estudo é de caráter observacional, analítico, descritivo e prospectivo. A amostra é composta por 50 indivíduos, maiores de 18 anos, que estiveram em atendimento no Pronto Atendimento Central, sob o uso de oxigenioterapia, independentemente do dispositivo. A maior

frequência de uso dos dispositivos foi de cateter nasal (80%), sendo o dispositivo de oxigenioterapia mais utilizado, seguido da máscara de nebulização (6%), da máscara de venturi (4%) e da máscara não reinalante (2%). A litragem média de oxigênio utilizado foi de 3,3 litros (13%). Dos indivíduos incluídos no estudo, 68% da amostra apresentava prescrição médica para oxigenioterapia. Observou-se que, embora o uso de oxigenioterapia em uma unidade de pronto atendimento siga critérios clínicos definidos, a prescrição médica dos dispositivos de baixo fluxo de oferta de oxigênio nem sempre se adequa ao quadro clínico do paciente.

Palavras-chave: oxigênio; pronto atendimento; hipoxemia; doença crítica.

Evaluation of excessive use of oxygen supply in patients undergoing oxygen therapy in an emergency care unit

Abstract

Oxygen is a fundamental element for the functioning of the human body. Oxygen therapy is part of the treatment for patients with respiratory difficulties, but there are criteria for its use. When properly administered, oxygen can significantly improve tissue oxygenation and survival in patients with acute and chronic respiratory conditions. Just as oxygen is beneficial when administered correctly, it becomes harmful when administered incorrectly. Despite helping to improve breathing in patients with respiratory difficulties, excess oxygen causes pulmonary toxicity and harmful systemic effects due to oxidative stress. Oxygen supply requires a medical prescription to achieve the target saturation according to each patient's diagnosis. Therefore, the aim of this article is to evaluate the indiscriminate use of oxygen therapy in patients at an emergency care unit in order to analyze the consequences of its indiscriminate use. This study is prospective, descriptive, analytical and observational. Sample comprised 50 individuals, over 18 years of age, who were treated at the Central Emergency Care Unit and were using oxygen therapy, regardless of the device. The most frequently used oxygen therapy devices were nasal catheters (80%), followed by nebulizer masks (6%), venturi masks (4%) and non-rebreathing masks (2%). The average volume of oxygen used was 3.3 liters (13%). Of the individuals included in the study, 68% of the sample had a medical prescription for oxygen therapy. It was observed that although the use of oxygen therapy in an emergency care unit follows defined clinical criteria, the medical prescription for low-flow oxygen delivery devices is not always appropriate for the patient's clinical condition.

Keywords: oxygen; emergency care; hypoxemia; critical illness.

Introdução

A pesquisa pelo oxigênio iniciou-se através do sueco-alemão Carl Wilhelm Scheele (1742–1786) e pelo químico inglês Joseph Priestley (1733–1804), na década de 1770. Entretanto, nem Scheele e nem Priestley conseguiram discernir o conceito de sua criação. O reconhecimento do oxigênio veio através do francês Antoine Lavoisier (1743–1794), que distinguiu o oxigênio como elemento primordial do ar, descoberto por Scheele e Priestley. Lavoisier relatou o ciclo da respiração como um mecanismo que se compõe em dois processos: a oferta de oxigênio e a liberação de dióxido de carbono. Demorou até a segunda década do século XX para que a evolução no uso terapêutico clínico fosse alcançada. O oxigênio tornou-se pertinente como terapia medicinal através de tecnologias apropriadas, garantindo a segurança de sua aplicação, estabelecendo-o como componente terapêutico básico medicinal¹.

O oxigênio executa um papel primordial na síntese do trifosfato de adenosina (ATP), suas propriedades químicas levam a fortes propriedades oxidantes, ocasionando danos a muitas moléculas biológicas. O fornecimento excessivo de oxigênio causa lesões na microcirculação por meio da decomposição do glicocálice endotelial que reveste todo o endotélio vascular saudável².

O oxigênio terapêutico ou oxigenioterapia consiste em fornecer oxigênio em concentrações superiores a que encontramos no ar ambiente, que é de 21%, realizado através de dispositivos de oferta de oxigênio a fim de melhorar a oxigenação dos tecidos e em casos de hipoxemia³.

A oxigenioterapia desempenha um papel fundamental no tratamento de pacientes com insuficiência respiratória, como destacado por diversos estudos científicos. A administração adequada de oxigênio pode melhorar significativamente a oxigenação tecidual e a sobrevida em pacientes com condições respiratórias agudas e crônicas⁴.

O oxigênio é um dos medicamentos mais antigos disponíveis, mas ainda é administrado de forma inadequada, levando à utilização excessiva e elevando os custos de uma forma geral. A implementação do uso adequado da oxigenoterapia reduz significativamente o uso de oxigênio e diminui o custo do tratamento para o paciente, sem risco adicional de mortalidade⁵. Considerado um agente medicinal, o oxigênio, quando administrado de forma incorreta, torna-se prejudicial. Um dos perigos dessa má administração é a toxicidade pulmonar, que gera sequela devido ao uso persistente a níveis elevados à pressão atmosférica normal. A toxicidade pulmonar está relacionada à pressão parcial do

oxigênio inspirado, e normalmente não sucede quando sua concentração é inferior a uma fração de 50%⁶.

Estudo publicado em 2013 relatou que, nas emergências médicas, o oxigênio suplementar era frequentemente administrado na rotina. A maioria da equipe médica acreditava que concentrações elevadas dessa molécula salvavam vidas. Ao longo do último século, contudo, estudos apontavam para possíveis efeitos prejudiciais da hiperóxia induzida por oxigênio suplementar numa variedade de emergências médicas. Esse ponto de vista fornece uma visão histórica, questiona a segurança da administração rotineira de altas doses de oxigênio e é baseado na fisiopatologia e nos achados clínicos em diversas emergências médicas⁷.

A oxigenoterapia para facilitar ou melhorar a respiração em pacientes com dificuldades respiratórias, vem sendo utilizada durante anos. Porém, sua eficácia sempre foi questionada. A utilização de oxigênio não tem resultados consistentes comprovados com relação à sensação de respiração em pacientes que não têm hipoxemia. A Sociedade Brasileira de Anestesia define a hipoxemia como a redução do conteúdo arterial de oxigênio (CaO_2)⁸.

Hiperóxia é o excesso de oxigênio nos pulmões, que pode causar efeitos pulmonares e sistêmicos pelo aumento do estresse oxidativo e da inflamação. A lesão pulmonar motivada por hiperóxia inclui uma transmutação na composição da proteína surfactante, redução da depuração mucociliar e dano histológico, resultando em atelectasia, redução da complacência pulmonar e aumento do risco de infecções⁹.

O emprego deliberado de oxigênio em pacientes vem se demonstrando fato recorrente no sistema de saúde, visto que é uma utilização sem a devida comprovação, muitas das vezes, servindo de aspecto e apoio psicológico a pacientes e familiares. A utilização terapêutica de oxigênio salva vidas, porém, quando administrado de forma inapropriada, pode ser perigoso. De toda forma, no cenário atual da medicina, essa molécula deve ser apenas utilizada em tratamentos para hipoxemia e requerer a devida prescrição médica¹⁰.

A oferta do oxigênio deve ser prescrita para alcançar uma saturação alvo de 94%–98%, para a grande parte dos enfermos com doença aguda, ou 88%–92%, para aqueles com risco de insuficiência respiratória hipercápnica. A monitorização e a manutenção da saturação alvo devem ser registradas no prontuário de monitoramento do paciente, incluindo o resultado da oximetria¹¹.

A terapia com oxigênio em ambientes clínicos tem importância crítica, sendo necessária a adesão a protocolos e diretrizes estabelecidos, com riscos associados tanto à administração insuficiente quanto excessiva de oxigênio, incluindo danos ao tecido pulmonar

e exacerbação de condições respiratórias. Além disso, deve-se realizar uma reavaliação sistemática das práticas de administração de oxigênio para mitigar possíveis complicações e reduzir custos de assistência médica. Ao implementar protocolos baseados em evidências e estratégias de monitoramento, os profissionais de saúde podem otimizar o cuidado ao paciente, minimizando os efeitos adversos da terapia com oxigênio¹².

A oxigenioterapia necessita de uma monitoração diligente para ser segura, evitando o estresse oxidativo prejudicial decorrente da aplicação excessiva desse agente medicinal. É necessário compreender que os efeitos adversos graves do estresse oxidativo prejudica a função pulmonar, a perfusão microvascular e o fluxo sanguíneo coronariano e cerebral. Consequentemente, a administração de oxigênio desnecessária deve ser evitada em pacientes gravemente enfermos, diminuindo a exposição à hiperóxia¹³.

É importante estabelecer análises sistemáticas utilizando sequências de julgamentos. Não encontrou-se efeito na utilização de baixa ou alta oxigenação, além de não acrescentar-se a taxa de mortalidade nos alvos de oxigenação desses estudos¹⁴.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o uso indiscriminado de oxigenioterapia em pacientes de uma unidade de pronto atendimento, a fim de analisar as consequências do seu uso, incluindo riscos e impactos na saúde dos pacientes, além de questões relacionadas à utilização irresponsável, avaliando se essa terapia é conduzida de acordo com a prescrição médica e conformidades.

Método

Trata-se de um estudo de caráter observacional, analítico, descritivo e prospectivo. A amostra foi composta por 50 indivíduos que estiveram em atendimento no Pronto Atendimento Central, sob o uso de oxigenioterapia, independentemente do dispositivo. O período da coleta dos dados foi de maio a setembro de 2024. Os indivíduos foram convidados a participar voluntariamente do estudo, sendo informados dos objetivos e procedimentos aos quais seriam submetidos. Todos os participantes da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Os critérios de inclusão foram: assinatura do TCLE, maiores de 18 anos, atendimento no Pronto Atendimento Central e que estivessem sob o uso de oxigenioterapia, independentemente do dispositivo para oxigênio utilizado. Foram excluídas pessoas com distúrbios cognitivos e dificuldade de compreensão que impossibilitasse a assinatura do TCLE.

Coleta dos dados

Os pacientes admitidos no Pronto Atendimento Central que, durante seu atendimento, tiveram indicação do uso de oxigênio com fins terapêuticos, prescrito pela equipe assistencial da unidade (médicos e fisioterapeutas), foram avaliados pela equipe de pesquisa. Os pesquisadores anotaram idade, sexo, diagnóstico clínico de admissão na unidade, dispositivo de oxigenioterapia utilizado, dosagem de oxigênio utilizado e sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação periférica de oxigênio). A equipe de pesquisa não interferiu na conduta da equipe assistencial. Nenhuma rotina de serviço foi alterada, e o participante de pesquisa não sofreu nenhuma intervenção por parte dos pesquisadores.

Aspectos éticos

Este projeto de pesquisa foi cadastrado na Plataforma Brasil e encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Padre Anchieta para apreciação e aprovação. O parecer consubstanciado do CEP foi aprovado sob o número 6.744.122, em 4 de abril de 2024.

Análise estatística

Os dados foram tabulados em planilha do Programa Microsoft Excel[®]. Foram utilizados médias e desvios padrões ou mediana e intervalos interquartis, a depender da distribuição amostral realizada através do teste de Shapiro-Wilk. O nível de significância alfa adotado foi de 5% e, para análise dos dados, foi utilizado o programa Statistical Package for the Social Science (SPSS 25.0).

Resultados

Foram triados, no período de coleta dos dados, 50 participantes de pesquisa que atenderam aos critérios de inclusão e que aceitaram participar do estudo. A tabela 1 apresenta uma descrição das características basais dos indivíduos participantes. Houve predominância do sexo feminino (52%) e idade média de 69 anos (DP 15). O dispositivo de oxigenioterapia mais utilizado foi o cateter nasal (80%), seguido da máscara de nebulização (6%), da máscara de venturi (4%) e da máscara não reinalante (2%).

Tabela 1. Análise descritiva dos pacientes incluídos no estudo

Características		n (%)
Idade – média (DP)		69,7 (15)
Sexo	Masculino	24 (48)
	Feminino	26 (52)
Dispositivo	Cateter nasal	
	Máscara de nebulização	44 (88)
	Venturi	3 (6)
	Máscara não reinalante	2 (4)
		1 (2)
Litragem – média		3,3 (1–13)
Prescrição médica do O ₂ (L)		34 (68)
Comorbidades	HAS	26 (52)
	DM	16 (32)
	Tabagismo	9 (18)
DPOC diagnosticado		8 (16%)
Sinais vitais (DP)	PAS – média	122 (26)
	PAD – média	72 (17)
	FC – média	88 (18)
	FR – média	22 (6)
	SpO ₂ – média	95 (8)
Total		N = 50

O₂ – oxigênio; L – litros; HAS – hipertensão arterial sistêmica; DM – diabetes mellitus; DPOC

– doença pulmonar obstrutiva crônica; PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial

diastólica; FC – frequência cardíaca; FR – frequência respiratória; SpO₂ – saturação periférica de oxigênio; DP – desvio padrão.

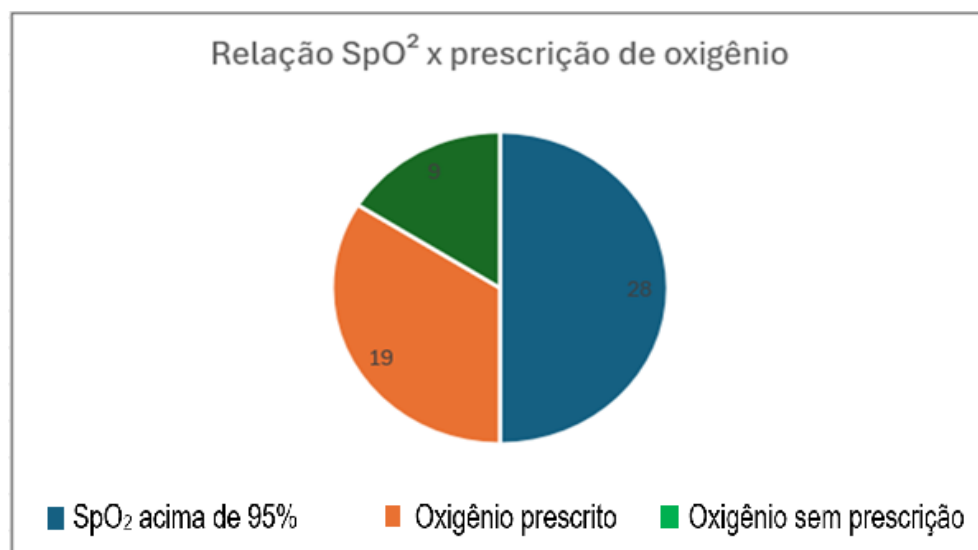
A dose média de oxigênio utilizado (litragem) foi de 3,3 litros, com variação muito elevada (entre 1 L/m e 13 L/m). Dos indivíduos incluídos no estudo, 68% da amostra apresentava prescrição médica para oxigenioterapia. Outras características da amostra estão descritas na tabela 1.

Tabela 2. Análise de prescrição de oxigenioterapia em pacientes acima de 95%

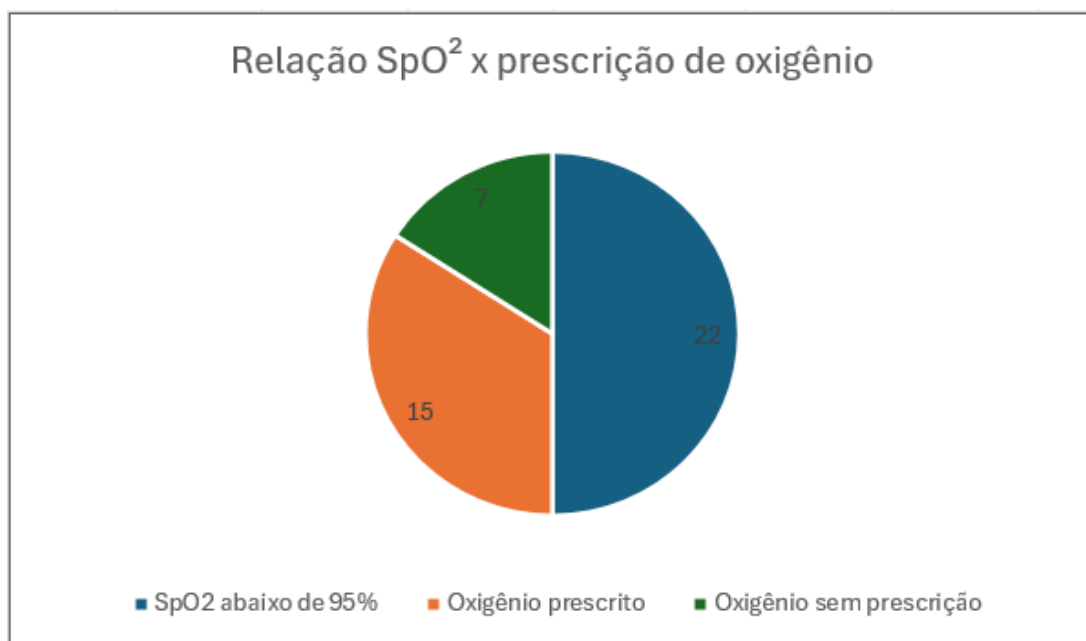
	Oxigenioterapia prescrita por médico	
	Prescritos	Não prescritos
Saturação acima de 95%	19	9
	Prescritos totais	Sem critério para oxigenioterapia
	34	19

Na Tabela 2, apresentamos o número de pacientes com saturação acima de 95%, considerando esse índice um valor normal, sem indicação para oxigenioterapia, de acordo com a literatura atual. Desse total, 19 indivíduos estavam com prescrição de oxigenioterapia e 9 sem prescrição. Entendemos esse dado como relevante, pois dos 50 pacientes avaliados, 34 estavam com oxigenioterapia prescrita, porém, 19 pacientes não apresentavam critérios para tal intervenção.

A relação entre SpO₂ acima de 95%, prescrição do oxigênio e sem prescrição do oxigênio é apresentada no gráfico 1. De 28 pacientes, 19 estavam com prescrição de oxigênio e 9 sem prescrição.



O Gráfico 2, estabelece a relação entre SpO₂ abaixo de 95%, com e sem prescrição do oxigênio. De 22 pacientes, 15 estavam com prescrição de oxigênio e 7 sem prescrição.



Discussão

Observamos que a administração do oxigênio habitualmente não segue o preceito primordial da necessidade de prescrição médica em pacientes submetidos à oxigenioterapia em uma unidade de pronto atendimento. Apesar de ser essencial para pacientes gravemente enfermos com insuficiência respiratória hipóxica aguda, necessário para manter o metabolismo celular normal, o oxigênio suplementar é considerado um medicamento¹⁵, devendo ter a sua administração a mesma atenção e cuidado que outros medicamentos. Essa molécula é um medicamento essencial usado em todos os níveis de assistência médica para condições como cirurgia, trauma, insuficiência cardíaca, asma, pneumonia e cuidados maternos e infantis¹⁶.

Dentre uma coleta de 50 amostras neste estudo, encontramos 34 pacientes que continham prescrição médica de oxigenioterapia, porém, dentre essas 34 amostras, 19 delas apresentavam uma saturação igual ou maior que 95% de oxigênio. O excesso de oxigênio pode danificar proteínas, nucleicos ácidos e outros mecanismos celulares através do aumento do estresse oxidativo¹⁵. Um número significativo de pacientes gravemente doentes é exposto a altos níveis de suporte de oxigênio, acima de suas necessidades, em muitas UTIs¹⁷. No entanto, o subtratamento da hipoxemia também continua sendo um grande problema, especialmente em ambientes com recursos limitados.

A má administração da oxigenioterapia pode levar à toxicidade pulmonar⁶, e a hiperóxia pode aumentar significativamente a geração de radicais livres de oxigênio de modo que as defesas antioxidantes normais podem ser simplesmente carregadas, aumentando a

exacerbação do comprometimento respiratório em pneumopatas¹⁸. A saturação alvo para um paciente com doença aguda está entre 94%– 98%¹¹; já a saturação alvo de um paciente com DPOC pode ser considerada muito mais baixa, entre de 88%–92%¹⁹⁻²⁰.

Uma característica positiva deste estudo foi o desenho prospectivo. Embora os pesquisadores não tenham interferido na conduta clínica, isso não deve ser considerado como um ponto negativo. Na verdade, a amostra de 50 pacientes reflete de maneira fiel a realidade de um pronto atendimento. Se os voluntários tivessem sido acompanhados no estudo por mais tempo, teria sido possível avaliar o efeito de uma dose acumulada de oxigênio, bem como o desfecho clínico. Mas acreditamos que os resultados e conclusões não teriam sido diferentes, porque não observamos nenhuma tendência nas análises realizadas, e a falta desses dados não compromete a conclusão do estudo.

Observamos uma frequência significativa de pacientes com saturação acima de 95%, indicando que muitos deles não necessitavam de oxigênio. Esse dado é relevante, já que a administração desnecessária pode, além de aumentar a toxicidade celular, aumentar os custos hospitalares. Países de baixa e média renda enfrentam desafios significativos para fornecer suprimentos adequados de oxigênio¹⁶. Esses desafios foram exacerbados pela pandemia da covid-19, que aumentou drasticamente a demanda global de oxigênio. Dessa forma, oferecer oxigenioterapia de forma adequada a cada situação clínica, mediante prescrição, pode auxiliar no uso racional desse recurso.

Conclusão

Concluimos que, embora o uso de oxigenioterapia em uma unidade de pronto atendimento siga critérios clínicos definidos, a prescrição médica dos dispositivos de baixo fluxo de oferta de oxigênio nem sempre se adequa ao quadro clínico. Não podemos afirmar que os pacientes do pronto atendimento estavam submetidos a valores de oxigenioterapia acima do recomendado, mas a ausência de exames complementares, como a gasometria arterial, pode ter impactado os resultados. Recomenda-se a realização de estudos adicionais, com um maior número de pacientes para reforçar os achados obtidos neste projeto.

Referências

1. Koehler N, Goubeaud M, Hildebrandt O, Sohrabi AK, Koehler U. Die Geschichte des Sauerstoffs--von der Entdeckung bis zur medizinischen Anwendung [The history of oxygen--from its discovery to its implementation as medical therapy]. *Pneumologie*

- [internet]. 2011 [acesso em 12 fev 2024]; 65(12):736-41. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0030-1256779.pdf>
2. Yano H, Kuroda A, Okada H, Tomita H, Suzuki K, Takada C, et al. Ultrastructural alteration of pulmonary tissue under conditions of high oxygen concentration. *Int J Clin Exp Pathol* [internet]. 2020 [acesso em 12 fev 2024]; 13(12):3004-12. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33425101/>
 3. Rodríguez González-Moro JM, Bravo Quiroga L, Alcázar Navarrete B, Alfageme Michavila I, Díaz Lobato S. Oxigenoterapia continua domiciliaria. *Open Respir Arch* [internet]. 2020 [acesso em 12 fev 2024]; 2(2):33-45. Disponível em: <https://www.elsevier.es/en-revista-open-respiratory-archives-11-articulo-oxigenoterapia-continua-domiciliaria-S2659663620300138>
 4. Smith J, Johnson A, Brown K. The role of oxygen therapy in the treatment of respiratory insufficiency. *J Respir Med*. 2019; 15(2):45-58.
 5. Abhilash KPP, Acharya H, Dua J, Kumar S, Selvaraj B, Priya G. Impact of oxygen therapy algorithm on oxygen usage in the emergency department. *J Postgrad Med* [internet]. 2020 [acesso em 30 jan 2025]; 66(3):128-32. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7542065/>
 6. Thomson L, Paton J. Oxygen toxicity. *Paediatr Respir Rev* [internet]. 2014 [acesso em 12 fev 2024]; 15(2):120-3. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24767867/>
 7. Cornet AD, Kooter AJ, Peters MJ, Smulders YM. The potential harm of oxygen therapy in medical emergencies. *Crit Care* [internet]. 2013 [acesso em 30 jan 2025]; 17(2):313. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23635028/>
 8. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. British Thoracic Society Guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *BMJ Open Respir Res* [internet]. 2017 [acesso em 30 jan 2025]; 4(1):e000170. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5531304/>
 9. Damiani E, Donati A, Girardis M. Oxygen in the critically ill: friend or foe? *Curr Opin Anaesthesiol* [internet]. 2018 [acesso em 30 jan 2025]; 31(2):129-35. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29334496/>

10. Barnett A, Beasley R, Buchan C, Chien J, Farah CS, King G, et al. Thoracic Society of Australia and New Zealand position statement on acute oxygen use in adults: 'swimming between the flags'. *Respirology* [internet]. 2022 [acesso em 30 jan 2025]; 27(4):262-76. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35178831/>
11. O'Driscoll BR, Howard LS, Davison AG, British Thoracic Society. BTS guideline for emergency oxygen use in adult patients. *Thorax* [internet]. 2008 [acesso em 30 jan 2025]; 63(6):51-68. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5531304/>
12. Marraro GA, Spada C. Use and misuse of oxygen administration. *J Postgrad Med* [internet]. 2020 [acesso em 30 jan 2025]; 66(3):123-4. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7542066/>
13. Nakane M. Biological effects of the oxygen molecule in critically ill patients. *J Intensive Care* [internet]. 2020 [acesso em 27 jan 2025]; 8(1):95. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33317639/>
14. Singer M, Young PJ, Laffey JG, Asfar P, Taccone FS, Skrifvars MB, et al. Dangers of hyperoxia. *Crit Care* [internet]. 2021 [acesso em 28 jan 2025]; 25(1):440. Disponível em: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-021-03815-y>
15. Mart MF, Sendagire C, Ely EW, Riviello ED, Twagirumugabe T. Oxygen as an Essential Medicine. *Crit Care Clin* [internet]. 2022 [acesso em 28 jan 2025]; 38(4):795-808. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36162911/>
16. Humura F, Uwizeyimana T, Kabayundo J, Rucogoza E. Closing gaps in the oxygen supply chain in nations with limited resources. *Pan Afr Med J* [internet]. 2024 [acesso em 28 jan 2025]; 48:55. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11419572/>
17. Suzuki S, Eastwood GM, Peck L, Glassford NJ, Bellomo R. Current oxygen management in mechanically ventilated patients: a prospective observational cohort study. *J Crit Care* [internet]. 2013 [acesso em 28 jan 2025]; 28(5):647-54. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23683560/>
18. Frank L, Bucher JR, Roberts RJ. Oxygen toxicity in neonatal and adult animals of various species. *Pediatr Res* [internet]. 1978 [acesso em 30 jan 2025]; 45(5): 699-704. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/730565/>

19. Hess DR. Respiratory care management of COPD exacerbations. Respir Care [internet]. 2023 [acesso em 30 jan 2025]; 68(6):821-37. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37225653/>
20. Corrêa da Silva LC, de Araújo AJ, Dias de Queiroz AM, Uchoa Sales MP, de Oliveira Castellano MVC, Comissão de Tabagismo da SBPT. Controle do tabagismo: desafios e conquistas. J Bras Pneumol [internet]. 2016 [acesso em 30 jan 2025]; 42(4):290-8. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v42n4/pt_1806-3713-jbpneu-42-04-00290.pdf