



Revista

Sociedade Portuguesa de Anestesiologia

Journal of the Portuguese Society of Anesthesiology

VOL. 35 - N° 3 - 2026

DIRETOR DA REVISTA • *DIRECTOR*
Fátima Lima – ULS de Gaia/Espinho, Vila Nova de Gaia, Portugal

EQUIPA EDITORIAL • *EDITORIAL TEAM*
EDITOR CHEFE • *EDITOR-IN-CHIEF*
Pedro Reis – ULS de São João, Porto, Portugal
EDITORES ASSOCIADOS • *ASSOCIATE EDITORS*
Luís Pereira – ULS de São João, Porto, Portugal
Carmen Oliveira – ULS de Gaia/Espinho, Vila Nova de Gaia, Portugal

CONSELHO CIENTÍFICO • *SCIENTIFIC BOARD*
Ana Fonte Boa – ULS de Gaia/Espinho, Vila Nova de Gaia, Portugal
António Melo – Escola de Medicina da Universidade do Minho, Portugal
Carlos Mexêdo – ULS de Santo António, Porto, Portugal
Carolina Romano – ULS de Gaia/Espinho, Vila Nova de Gaia, Portugal
Fernando Abelha – ULS de São João, Porto, Portugal
Gisela Lima – Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal
Hélder Pereira – ULS de São João, Porto, Portugal
Joana Berger-Estilita - Salem Spital, Hirslanden Hospital Group, Berna, Suíça
Joana Magalhães – ULS do Alto Ave, Guimarães, Portugal
Joana Mourão – ULS de São João, Porto, Portugal
João Moreira – ULS de São João, Porto, Portugal
Jorge Órfão – ULS de Santo António, Porto, Portugal
Manuel Víco – ULS de Viseu Dão-Lafões, Viseu, Portugal
Maria João Susano – Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Portugal
Marta Dias Vaz – ULS de Gaia/Espinho, Vila Nova de Gaia, Portugal
Patrícia Santos – ULS de São João, Porto, Portugal
Sérgio Vide – ULS de São João, Porto, Portugal
Susana Vargas – ULS de São João, Porto, Portugal

CONSULTORA TÉCNICA • *COPY EDITOR*
Helena Donato - ULS de Coimbra, Coimbra, Portugal

INFORMAÇÃO SOBRE A REVISTA • *INFORMATION*
<http://revistas.rcaap.pt/anestesiologia>
<http://www.spanestesiologia.pt>
E-mail: spaeditorchefe@gmail.com

PROPRIEDADE, EDIÇÃO E ADMINISTRAÇÃO • *PROPERTY, EDITING AND MANAGEMENT*
Sociedade Portuguesa de Anestesiologia
Centro de Escritórios do Campo Grande
Av. do Brasil, nº1 - 5º andar, Sala 7, 1749-008 Lisboa
E-mail: spa@spanestesiologia.pt

ISSN 0871-6099
Depósito Legal nº • *Legal Deposit n°* - 65830/93
Distribuição
Gratuita aos Sócios da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia
Distribution
Without charge for memberships of the Portuguese Society of Anesthesiology
Periodicidade - Trimestral (mar, jun, set, dez)
Frequency - Quarterly (Mar, Jun, Sep, Dec)
Design e Conceção • Design and Creation
UBIQUA, Comunicação Digital | info@ubiqua.pt | (+351) 918 249 291
Paginação • Pagination - NEXT COLOR | geral@nextcolor.pt | (+351) 913 452 453

Propriedade e Administração da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia
Portuguese Society of Anesthesiology Ownership and Management

DIREITOS DE AUTOR • *COPYRIGHT*
Revista SPA está licenciada sob uma Licença Creative Commons.
Atribuição Não -Comercial (CC BY-NC 4.0). Não é permitida a reutilização comercial.
SPA Journal is licensed under a Creative Commons.
Attribution License [CC BY-NC 4.0]. No commercial re-use.

Editorial	70
Reflexões sobre Metodologias, o que Distingue uma Revisão Sistemática de uma Narrativa	
<i>Editorial</i>	
<i>Reflections on Methodologies: What Distinguishes a Systematic Review from a Narrative Review</i>	
Pedro Videira Reis, António Melo, Luís Guimarães-Pereira	

Carta ao Editor	72
Igualdade de Tratamento dos Médicos no SNS e Proteção Contra Discriminação Laboral: Uma Reflexão a Partir da Prática Clínica em Anestesiologia	
<i>Letter to the Editor</i>	
<i>Equal Treatment of Physicians in the Portuguese National Health Service and Protection Against Workplace Discrimination: A Reflection from Clinical Practice in Anaesthesiology</i>	
Edite Assunção Ribeiro	

Artigo de Revisão Sistemática	74
Efeito da Anestesia Inalatória de Baixo Fluxo versus Fluxo Convencional nos Resultados Pulmonares e de Oxigenação em Doentes Adultos Submetidos a Cirurgia: Revisão Sistemática e Meta-Análise de Ensaios Clínicos Aleatorizados	
<i>Systematic Review Article</i>	
<i>Effect of Low-Flow versus Conventional-Flow Inhalational Anaesthesia on Pulmonary and Oxygenation Outcomes in Adult Surgical Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials</i>	
Carlos Neto, Emre Adalier, Ines Shopi, Ana Luiza Alves de Castilho, Alina Akural, Ingridy Sodre da Costa Bonfim, Jacopo Bagnoli, Nicola Khoury, Nur Barlas	

Artigo de Revisão Narrativa	84
Considerações de Anestesiologia em Cirurgias com Monitorização Neurofisiológica Intraoperatória	
<i>Narrative Review Article</i>	
<i>Anaesthesiology Considerations in Surgery with Intraoperative Neurophysiological Monitoring</i>	
João Leote, Marta Baptista, Maria Batista, António Hick-Perez, Ricardo Calhau	

Caso Clínico	95
Edema Agudo do Pulmão Intraoperatório Secundário a Síndrome de Takotsubo: Relato de Caso	
<i>Case Report</i>	
<i>Intraoperative Acute Pulmonary Edema Secondary to Takotsubo Syndrome: A Case Report</i>	
Tiago M Pereira, Daniela Xará, André L Moreira	

Normas de Publicação	98
Instruções aos Autores	

Reflexões sobre Metodologias, o que Distingue uma Revisão Sistemática de uma Narrativa

Reflections on Methodologies: What Distinguishes a Systematic Review from a Narrative Review

Pedro Videira Reis ^{1,2,*}; António Melo ³; Luís Guimarães-Pereira ^{1,2}

Afiliações

¹ Serviço de Anestesiologia, Unidade Local de Saúde de São João, Porto, Portugal

² Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Porto, Portugal

³ Escola de Medicina da Universidade do Minho, Braga, Portugal

Palavras-chave

Revisão da literatura; Revisão Sistemática.

Keywords

Review Literature as Topic; Systematic Reviews as Topic.

<https://dx.doi.org/10.25751/rspa.49594>

Entre 2018 e 2020, Luís Filipe Azevedo e Bernardo Sousa-Pinto, docentes da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, publicaram na Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia artigos de perspectiva sobre diferentes metodologias de investigação científica, incluindo ensaios clínicos,^{1,2} estudos de síntese,^{3,4} análise de custo-benefício⁵ e análise de custo-efetividade.⁶

Publicam-se nesta edição dois artigos inicialmente submetidos como revisões sistemáticas.^{7,8} O primeiro utilizou, de facto, as bases de dados PubMed/MEDLINE, Embase e CENTRAL, tendo a estratégia de pesquisa utilizada sido disponibilizada após solicitação do editor. O segundo apresentava uma estratégia de pesquisa que enumerava *keywords*, mas sem uma estruturação adequada, e limitava-se à pesquisa na PubMed/MEDLINE, tendo, por esse motivo, a sua tipologia sido alterada para revisão narrativa. Embora referisse ter seguido as recomendações PRISMA, não definia uma estratégia clara de extração de dados, não apre-

sentava uma avaliação do risco de viés ou da qualidade metodológica dos estudos incluídos, não explicitava o método de síntese dos resultados e não indicava o registo ou protocolo da revisão. Incluía ainda, nos resultados e na discussão, vários artigos relevantes para o tema, mas que não resultavam da pesquisa bibliográfica inicialmente descrita. Por estes motivos, considerou-se que o artigo se enquadrava mais adequadamente numa revisão narrativa do que numa revisão sistemática.

Relativamente ao primeiro artigo, destacam-se como aspetos positivos a inclusão apenas de ensaios clínicos randomizados, a utilização de instrumentos metodológicos apropriados — versão 2 da *Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials* (RoB 2) para avaliação do risco de viés e *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* (short GRADE) para avaliação da certeza da evidência — e o registo prévio do protocolo no PROSPERO. Apresenta, no entanto, limitações importantes. A meta-análise baseia-se em apenas dois estudos, envolvendo um total de 55

Autor Correspondente/Corresponding Author*:

Pedro Videira Reis

Morada: Serviço de Anestesiologia, Unidade Local de Saúde de São João, Alameda Prof.

Hernâni Monteiro 4200–319 Porto, Portugal

E-mail: pedrojreis@hotmail.com

doentes, o que condiciona substancialmente a robustez das estimativas obtidas. Esta limitação é reconhecida pelos próprios autores. A heterogeneidade foi de $I^2 = 24\%$ para o FEV₁ e $I^2 = 54\%$ para a FVC. Com apenas dois estudos, tanto a estimativa da heterogeneidade como a variância entre estudos são particularmente imprecisas. A utilização de um modelo de efeitos aleatórios (*random-effects model*) não elimina esta limitação. Além disso, os estudos não diferem apenas quanto ao fluxo de gases frescos, mas também quanto ao tipo de cirurgia e ao agente anestésico utilizado (desflurano *versus* sevoflurano). O próprio manuscrito reconhece que os resultados dos dois ensaios apresentam direções diferentes e sugere que o agente anestésico volátil poderá atuar como modificador de efeito (*effect modifier*).

Convidamos à leitura de ambos os artigos, tendo presentes as limitações acima referidas, que são também reconhecidas nos próprios manuscritos. Sugerimos ainda a leitura das referências 3 e 4 deste editorial, publicadas em edições anteriores desta revista, nas quais é detalhada a metodologia rigorosa que deve orientar a realização e a redação de estudos de síntese, em particular revisões sistemáticas e meta-análises.

Contributorship Statement / Declaração de Contribuição

Todos os autores foram responsáveis pela escrita, edição e revisão do texto. Todos os autores aprovaram a versão final a ser publicada.

All authors were responsible for writing, editing, and revising the text. All authors approved the final version to be published.

Responsabilidades Éticas

Conflitos de Interesse: Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse.

Apoio Financeiro: Este trabalho não recebeu qualquer sub-

sídio, bolsa ou financiamento.

Proveniência e Revisão por Pares: Solicitado; sem revisão externa por pares.

Ethical Disclosures

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Support: This work has not received any contribution grant or scholarship.

Provenance and Peer Review: Commissioned; without external peer review.

References

1. Sousa-Pinto B, Azevedo LF. Avaliação crítica de um ensaio clínico aleatorizado (parte i): da seleção dos participantes à atribuição aleatória da intervenção. Rev Soc Port Anesthesiol. 2018;27: 38-41
2. Sousa-Pinto B, Azevedo LF. Avaliação crítica de um ensaio clínico aleatorizado (parte ii): do seguimento dos participantes à análise de resultados. Rev Soc Port Anesthesiol. 2018; 27: 95-9.
3. Sousa-Pinto B, Azevedo LF. Avaliação crítica de um estudo de revisão sistemática: da seleção à avaliação da qualidade dos estudos primários. Rev Soc Port Anesthesiol. 2019; 28:124-7.
4. Bernardo Sousa-Pinto; Luis Filipe Azevedo. Avaliação crítica de uma revisão sistemática e meta-análise: da execução da meta-análise à exploração da heterogeneidade. Rev Soc Port Anesthesiol.2019; 28:187-91.
5. Sousa-Pinto B, Azevedo LF. Avaliação crítica de um estudo de avaliação económica (parte I): tipologias de estudos. Estudos de custo-benefício. Rev Soc Port Anesthesiol. 2019; 28:254-7.
6. Sousa-Pinto B, Azevedo LF. Avaliação crítica de um estudo de avaliação económica (parte II): estudos de custo-efetividade e custo-utilidade. Rev Soc Port Anesthesiol. 2020; 29:18-21.
7. Neto C, Adalier E, Shopi I, et al. Effect of Low-Flow versus Conventional-Flow Inhalational Anaesthesia on Pulmonary and Oxygenation Outcomes in Adult Surgical Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. Rev Soc Port Anesthesiol. 2026; 35:74-83.
8. Leote J, Batista M, Baptista M, Hick-Perez A, Calhau R. Considerações de anestesiologia em cirurgias com monitorização neurofisiológica intraoperatória. Rev Soc Port Anesthesiol. 2026; 35:84-94.

ORCID

Pedro Videira Reis 

Luís Guimarães-Pereira 

Submissão: 30 de setembro, 2026 | Received: 30th of September, 2026

Aceitação: 2 de outubro, 2026 | Accepted: 2nd of October, 2026

Publicado: 7 de outubro, 2026 | Published: 7th of October, 2026

© 2026 Revista SPA. Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC BY-NC 4.0. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC 4.0. Nenhuma reutilização comercial.

© 2026 SPA Journal. This is an open-access article under the CC BY-NC 4.0. Re-use permitted under CC BY-NC 4.0. No commercial re-use.

CARTA AO EDITOR / LETTER TO THE EDITOR

Igualdade de Tratamento dos Médicos no SNS e Proteção Contra Discriminação Laboral: Uma Reflexão a Partir da Prática Clínica em Anestesiologia

Equal Treatment of Physicians in the Portuguese National Health Service and Protection Against Workplace Discrimination: A Reflection from Clinical Practice in Anaesthesiology

Edite Assunção Ribeiro ^{1,*} 

Afiliações

¹ Serviço de Anestesiologia, Unidade Local de Saúde de Gaia e Espinho, Vila Nova de Gaia, Portugal

Palavras-chave

Anestesiologistas; Atitude do Pessoal de Saúde; Local de Trabalho; Médicos.

Keywords

Anesthesiologists; Attitude of Health Personnel; Physicians; Workplace.

Exmo. Senhor Editor,

A igualdade de tratamento entre profissionais médicos no Serviço Nacional de Saúde (SNS) constitui um princípio fundamental para a justiça organizacional, a coesão das equipas clínicas e a qualidade dos cuidados prestados aos doentes. No contexto atual do SNS, marcado por crescentes exigências assistenciais e limitações estruturais de recursos humanos, torna-se particularmente relevante refletir sobre os mecanismos de organização do trabalho médico e o seu impacto na equidade entre profissionais.

Enquanto médica especialista em anestesiologia, com prática clínica hospitalar regular, tenho observado a forma como decisões de gestão de recursos humanos e de distribuição de atividade assistencial podem influenciar de forma significativa a perceção de justiça organizacional, o equilíbrio entre vida profissional e pessoal e a motivação das equipas. Em particular, a forma como são definidos critérios de acesso a produção adicional, atividade complementar ou outros mecanismos de diferenciação funcional pode suscitar questões relevantes no âmbito da equidade interna e da transparência organizacional.

A proteção contra práticas discriminatórias no local de trabalho constitui não apenas uma garantia jurídica, mas também um elemento essencial da ética profissional e da boa governação em saúde. O enquadramento legal português e europeu consagra princípios de igualdade de oportunidades e de não discriminação, incluindo o acesso a condições de trabalho equitativas e ao desenvolvimento profissional.

Neste contexto, o diálogo entre a prática clínica, o direito da saúde e a bioética assume particular relevância. A reflexão crítica sobre os modelos de organização do trabalho médico no SNS pode contribuir para o fortalecimento de culturas institucionais mais transparentes, justas e sustentáveis, promovendo simultaneamente a qualidade assistencial e o bem-estar dos profissionais.

Esta temática ganha especial importância numa altura em que os sistemas de saúde enfrentam desafios acrescidos de retenção de profissionais, envelhecimento da força de trabalho e aumento da pressão assistencial. A existência de mecanismos claros, objetivos e equitativos de organização do trabalho médico é, por isso, um fator determinante para a sustentabilidade do SNS.

A presente reflexão resulta da experiência clínica e do interesse crescente pelas áreas do Direito da Saúde e da Bioética, bem como pela análise dos modelos de governação hospitalar e das suas implicações éticas e organizacionais.

Agradeço a atenção dispensada a esta reflexão, esperando que possa contribuir para o debate contínuo sobre ética, justiça organizacional e condições de trabalho médico no SNS.

Com os melhores cumprimentos,

Autor Correspondente/Corresponding Author*:

Edite Assunção Ribeiro

Morada: Serviço de Anestesiologia, Unidade Local de Saúde de Gaia e Espinho, E.P.E. – Rua Conceição Fernandes, 4434-502 Vila Nova de Gaia, Portugal

E-mail: edite.ribeiro@ulsge.min-saude.pt

Responsabilidades Éticas

Conflitos de Interesse: Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse.

Apoio Financeiro: Este trabalho não recebeu qualquer subsídio, bolsa ou financiamento.

Proveniência e Revisão por Pares: Não solicitado; revisão externa por pares.

Ethical Disclosures

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Support: This work has not received any contribution grant or scholarship.

Provenance and Peer Review: Not commissioned; externally peer-reviewed.

Submissão: 6 de julho, 2026 | Received: 6th of July, 2026

Aceitação: 8 de setembro, 2026 | Accepted: 8th of September, 2026

Publicado: 7 de outubro, 2026 | Published: 7th of October, 2026

© 2026 Revista SPA. Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC BY-NC 4.0. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC 4.0. Nenhuma reutilização comercial.

© 2026 SPA Journal. This is an open-access article under the CC BY-NC 4.0. Re-use permitted under CC BY-NC 4.0. No commercial re-use.

ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA / SYSTEMATIC REVIEW ARTICLE

Effect of Low-Flow versus Conventional-Flow Inhalational Anaesthesia on Pulmonary and Oxygenation Outcomes in Adult Surgical Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials

Efeito da Anestesia Inalatória de Baixo Fluxo versus Fluxo Convencional nos Resultados Pulmonares e de Oxigenação em Doentes Adultos Submetidos a Cirurgia: Revisão Sistemática e Meta-Análise de Ensaios Clínicos Aleatorizados

Carlos Neto ¹ ; Emre Adalier ^{1,*} ; Ines Shopi ² ; Ana Luiza Alves de Castilho ¹ ; Alina Akural ¹ ; Ingridy Sodre da Costa Bonfim ¹ ; Jacopo Bagnoli ¹ ; Nicola Khoury ¹ ; Nur Barlas ³ 

Afiliações

¹ University of Pavia, Faculty of Medicine Pavia, Pavia, Italy

² University of Karolinska, Stockholm, Sweden

³ Tulane University School of Medicine, New Orleans, United States

Keywords

Anesthesia, General; Anesthetics, Inhalation; Respiratory Function Tests; Oxygenation; Postoperative Complications.

Palavras-chave

Anestesia Geral; Anestésicos por Inalação; Complicações Pós-Operatórias; Oxigenação; Testes de Função Respiratória.

ABSTRACT

Introduction: Low-flow inhalational anaesthesia reduces volatile anaesthetic consumption, cost, and environmental emissions, but its effects on postoperative pulmonary function and oxygenation remain uncertain.

We aimed to evaluate the effect of low-flow compared with conventional- or high-flow inhalational anaesthesia on pulmonary and oxygenation outcomes in adult surgical patients.

Methods: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials was performed. Eligible studies included adult surgical patients undergoing general anaesthesia and compared low-flow or minimal-flow inhalational anaesthesia with conventional-, medium-, or high-flow techniques. Primary outcomes were postoperative pulmonary function parameters, particularly FEV₁ and FVC. Secondary outcomes included SpO₂, PaO₂, ORI, respiratory mechanics, and postoperative pulmonary complications. Mean differences with 95% confidence intervals were pooled when outcomes were sufficiently comparable. Risk of bias was assessed using the Cochrane RoB 2 tool, and certainty of evidence was evaluated using GRADE.

Results: Nine randomised controlled trials were included. Two studies provided sufficient data for meta-analysis of postoperative spirometric outcomes at 24 hours. There was no statistically significant difference between low-flow and high-flow anaesthesia in FEV₁ at 24 hours (MD 0.18 L, 95% CI -0.09 to 0.44; $p = 0.19$; $I^2 = 24\%$) or FVC at 24 hours (MD 0.19 L, 95% CI -0.19 to 0.58; $p = 0.32$; $I^2 = 54\%$). Seven studies were narratively synthesised because of heterogeneity in outcome definitions, instruments, and timing.

Across these studies, no consistent clinically important differences were observed in SpO₂, PaO₂, ORI, or respiratory mechanics. No study formally reported postoperative pulmonary complications as a predefined outcome. Certainty of evidence was very low for FEV₁ and FVC and low to very low for other outcomes.

Conclusion: Low-flow inhalational anaesthesia appears comparable to conventional- or high-flow anaesthesia for short-term postoperative pulmonary function and oxygenation outcomes in adult surgical patients. However, certainty of evidence is low to very low because of small sample sizes and heterogeneous outcome reporting. Larger standardised trials are needed to evaluate clinically meaningful postoperative pulmonary complications.

RESUMO

Introdução: A anestesia inalatória de baixo fluxo reduz o consumo de anestésicos voláteis, os custos e as emissões ambientais, mas seus efeitos sobre a função pulmonar e a oxigenação no período pós-operatório permanecem incertos.

O nosso objetivo foi avaliar o efeito da anestesia inalatória de baixo fluxo, em comparação com a anestesia inalatória de fluxo convencional ou alto fluxo, sobre os desfechos pulmonares e de oxigenação em pacientes cirúrgicos adultos.

Métodos: Foi realizada uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. Foram incluídos estudos com pacientes cirúrgicos adultos submetidos à anestesia geral que compararam anestesia inalatória de baixo fluxo ou fluxo mínimo com técnicas de fluxo convencional, médio ou alto. Os desfechos primários foram parâmetros de função pulmonar pós-operatória, particularmente VEF₁ e CVF. Os desfechos secundários incluíram SpO₂, PaO₂, ORI, mecânica respiratória e complicações pulmonares pós-operatórias. As diferenças médias, com intervalos de confiança de 95%, foram combinadas quando os desfechos eram suficientemente comparáveis. O risco de viés foi avaliado utilizando a ferramenta Cochrane RoB 2, e a certeza da evidência foi avaliada utilizando o sistema GRADE.

Autor Correspondente/Corresponding Author*:

Emre Adalier

Morada: University of Pavia, Faculty of Medicine and Surgery, Campus della Salute, Viale Camillo Golgi 19, 27100 Pavia, Italy

E-mail: Emre.adalier01@universitadipavia.it

Resultados: Foram incluídos nove ensaios clínicos randomizados. Dois estudos forneceram dados suficientes para a meta-análise dos desfechos espirométricos pós-operatórios em 24 horas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre a anestesia de baixo fluxo e a de alto fluxo no VEF₁ em 24 horas (DM 0,18 L; IC 95% -0,09 a 0,44; $p = 0,19$; $I^2 = 24\%$) ou na CVF em 24 horas (DM 0,19 L; IC 95% -0,19 a 0,58; $p = 0,32$; $I^2 = 54\%$). Sete estudos foram sintetizados narrativamente devido à heterogeneidade nas definições dos desfechos, instrumentos de avaliação e momentos de mensuração. Nesses estudos, não foram observadas diferenças clinicamente importantes e consistentes na SpO₂, PaO₂, ORI ou mecânica respiratória. Nenhum estudo relatou

formalmente complicações pulmonares pós-operatórias como um desfecho predefinido. A certeza da evidência foi muito baixa para VEF₁ e CVF e baixa a muito baixa para os demais desfechos.

Conclusão: A anestesia inalatória de baixo fluxo parece ser comparável à anestesia de fluxo convencional ou alto fluxo em relação aos desfechos de função pulmonar e oxigenação no pós-operatório de curto prazo em pacientes cirúrgicos adultos. No entanto, a certeza da evidência é baixa a muito baixa devido ao pequeno tamanho das amostras e à heterogeneidade na avaliação e no relato dos desfechos. São necessários estudos maiores e padronizados para avaliar complicações pulmonares pós-operatórias clinicamente relevantes.

INTRODUCTION

Low-flow inhalational anaesthesia, defined as the administration of volatile agents with a fresh gas flow (FGF) rate of ≤ 1 L/min, has become increasingly relevant in contemporary anaesthetic practice.^{1,2} By reducing the consumption of volatile agents, this technique offers clear economic benefits and contributes to limiting the environmental impact of anaesthesia, particularly through decreased emission of greenhouse gases.^{3,4} Advances in anaesthesia workstations, including closed-circuit systems and automated end-tidal control, have further enabled the safe and controlled application of low-flow techniques in routine clinical settings.⁵

Although early concerns regarding hypoxic gas mixtures and inadequate depth of anaesthesia historically limited adoption of low-flow techniques, modern anaesthesia machines with real time gas monitoring and automated control systems have largely mitigated these risks.¹ Lower FGF alters inspired gas composition and slows equilibration between fresh gas and alveolar anaesthetic concentrations, necessitating careful monitoring and adjustment of delivered gas mixtures.⁶ These effects are especially relevant in the perioperative period, where even transient impairments in pulmonary function can contribute to postoperative complications.⁷ As a result, the question of whether low-flow anaesthesia is physiologically equivalent to conventional- or high-flow techniques remains clinically important.

Pulmonary function parameters such as forced expiratory volume in one second (FEV₁) and forced vital capacity (FVC), together with measures of oxygenation including arterial oxygen tension (PaO₂) and peripheral oxygen saturation (SpO₂), represent key endpoints for evaluating the respiratory impact of anaesthetic strategies.⁸ Postoperative reductions in these parameters are associated with adverse outcomes, including atelectasis, impaired gas exchange, and increased risk of pulmonary complications.⁹ However, existing studies examining low-flow anaesthesia have reported variable findings, with some demonstrating comparable respiratory outcomes between techniques and others suggesting subtle differences in pulmonary mechanics or oxygenation profiles.^{10,11} To date, most evidence syntheses in perioperative respiratory care have focused on ventilatory strategies such as tidal volume selection, positive end-expiratory pressure (PEEP), and recruitment maneuvers rather than fresh gas flow as an

independent variable.^{12,13} Consequently, the specific impact of low-flow versus conventional-flow anaesthesia on postoperative pulmonary function and oxygenation has not been clearly established. Given the increasing integration of low-flow techniques into routine anaesthetic practice, clarifying their effects on pulmonary function and oxygenation is of clear clinical importance.

The present systematic review and meta-analysis aim to assess the effect of low-flow compared with conventional-flow inhalational anaesthesia on pulmonary and oxygenation outcomes in adult surgical patients. Emphasis is placed on clinically meaningful postoperative respiratory parameters, particularly FEV₁ and FVC, alongside available oxygenation indices. By integrating quantitative findings with a structured synthesis of complementary outcomes, this study seeks to provide a clear and clinically applicable interpretation of the current evidence.

METHODS

Study Design and Registration

This systematic review and meta-analysis was conducted in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses guidelines. The review was designed to evaluate the effect of low-flow compared with conventional- or high-flow inhalational anaesthesia on pulmonary function and oxygenation outcomes in adult surgical patients. The protocol was developed before completion of the review process and defined the population, intervention, comparator, outcomes, eligibility criteria, and planned synthesis methods. Registration on PROSPERO (CRD420261390448).

Eligibility Criteria

Randomised controlled trials were eligible for inclusion if they enrolled adult patients undergoing surgery under general anaesthesia and compared low-flow or minimal-flow inhalational anaesthesia with conventional-, medium-, or high-flow inhalational anaesthesia. Low-flow anaesthesia was defined as a fresh gas flow rate of ≤ 1 L/min, while minimal-flow anaesthesia was defined as ≤ 0.5 L/min. Comparator groups included fresh gas flow rates ≥ 2 L/min or the conventional-flow strategy defined by the individual study. Studies were required to report at least one pulmonary or oxygenation-related outcome, including forced expiratory

volume in one second, forced vital capacity, peripheral oxygen saturation, arterial oxygen tension, oxygen reserve index, respiratory mechanics, or postoperative pulmonary complications. Non-randomised studies, paediatric studies, non-operative studies, studies of high-flow nasal cannula or supplemental oxygen therapy not involving volatile anaesthetic delivery, and studies without extractable pulmonary or oxygenation outcomes were excluded.

Search Strategy and Study Selection

A systematic literature search was conducted in PubMed/MEDLINE, Embase, and the Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) using combinations of terms related to low-flow anaesthesia, minimal-flow anaesthesia, reduced fresh gas flow, inhalational anaesthesia, surgery, and randomised trials. Reference lists of included studies and relevant reviews were also manually screened to identify additional eligible studies. Retrieved records were screened by title and abstract, followed by full-text review of potentially eligible articles. Study selection was performed according to predefined eligibility criteria, and disagreements were resolved by discussion.

Data Extraction

Data were extracted using a standardised form. Extracted variables included study author, publication year, country, study design, sample size, patient characteristics, type of surgery, volatile anaesthetic agent, fresh gas flow rates in each group, timing of outcome assessment, and reported pulmonary or oxygenation outcomes. For continuous outcomes, means, standard deviations, and sample sizes were extracted when available. When studies reported outcomes using different instruments, timepoints, or non-comparable definitions, these data were narratively synthesised rather than pooled.

Outcomes

The primary outcomes were pulmonary function and oxygenation parameters, including FEV₁, FVC, SpO₂, PaO₂, and PaO₂/FiO₂ where reported. FEV₁ and FVC at 24 hours were the only outcomes reported with sufficient methodological similarity and extractable data to permit quantitative pooling. Secondary and exploratory outcomes included ORL, vital capacity, inspiratory reserve volume, peak expiratory flow rate, dynamic lung compliance, peak inspiratory pressure, and postoperative pulmonary complications where reported.

Statistical Analysis

Meta-analysis was performed when at least two studies reported sufficiently comparable outcomes with extractable numerical data. Continuous outcomes were pooled as mean differences with 95% confidence intervals. A random-effects model was used because of expected clinical and methodological heterogeneity across studies, including differences in surgical populations, volatile agents, fresh gas flow thresholds, and timing of outcome assessment. Statistical heterogeneity was assessed using the I² statistic, with values of approximately 25%, 50%, and 75% interpreted as low, moderate,

and high heterogeneity, respectively.

Outcomes reported by only one study or measured using substantially different methods were not pooled and were instead presented descriptively. Publication bias was not formally assessed because fewer than 10 studies contributed to each quantitative analysis.

Risk of Bias Assessment

Risk of bias was assessed using the version 2 of the Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2). The following domains were evaluated: bias arising from the randomisation process, bias due to deviations from intended interventions, bias due to missing outcome data, bias in outcome measurement, and bias in selection of the reported result. Each study was judged as low risk of bias, some concerns, or high risk of bias.

Certainty of Evidence

The certainty of evidence was assessed using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) framework. Certainty was rated as high, moderate, low, or very low based on risk of bias, inconsistency, indirectness, imprecision, and publication bias. Summary of Findings and domain-by-domain GRADE tables were prepared for the main outcomes.

RESULTS

Study Inclusion and Overview

A total of nine studies were included in the systematic review. Of these, two studies provided sufficient quantitative data on postoperative spirometric outcomes (FEV₁ and FVC at 24 hours) and were included in the meta-analysis. The remaining seven studies were included in the qualitative synthesis because their outcomes were reported using heterogeneous

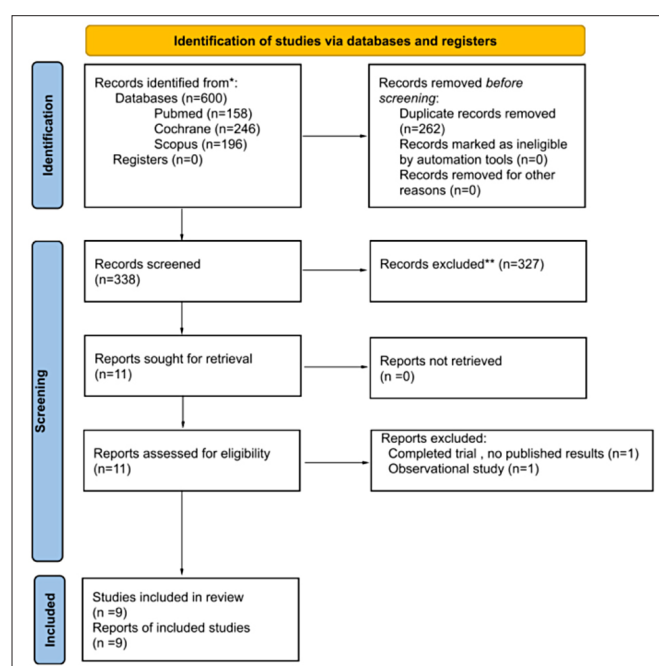


Figure 1. PRISMA 2020 flow diagram of study identification, screening, eligibility assessment, and inclusion.

measurement tools, timepoints, or non-comparable summary statistics. Quantitative pooling was limited by substantial heterogeneity in outcome definitions, measurement tools, and timing of assessment. Several studies reported spirometer-derived variables (e.g., VC, IRV, PEFr), while others focused primarily on intraoperative oxygenation indices (e.g., ORI, PaO₂) or respiratory mechanics, which precluded clinically meaningful pooling across studies. Quantitative synthesis of postoperative pulmonary function outcomes is presented below. The study selection process is shown in Fig. 1. A total of nine studies were included in the systematic review. Of these, two studies provided sufficient quantitative data on postoperative spirometric outcomes and were included in the meta-analysis. The remaining seven studies were included in the qualitative synthesis because their outcomes were reported using heterogeneous measurement tools, timepoints, or non-comparable summary statistics.

Primary Outcome: FEV₁ at 24 Hours

At 24 hours postoperatively, two studies including 110 patients were pooled. There was no statistically significant difference in FEV₁ between low-flow and high-flow anesthesia (MD 0.18, 95% CI -0.09 to 0.44; $p = 0.19$). Low heterogeneity was observed ($I^2 = 24\%$). Although a trend toward higher FEV₁ values was noted in the low-flow group, this did not reach statistical significance. Data were drawn from Bilgi 2011¹⁰ and Doger 2016,¹¹ both of which reported postoperative FEV₁ at 24 hours.

Exploratory Single-Study Analyses

At 2 hours postoperatively, a single study (Doger, *et al*)¹¹ demonstrated no significant difference in FEV₁ between low-flow and high-flow anesthesia (MD -0.15, 95% CI -0.47 to 0.17; $p = 0.37$). This timepoint was presented descriptively because only one study provided extractable data. Doger *et al*¹¹ measured pulmonary function before surgery and again at 2, 8, and 24 hours postoperatively.

At 8 hours postoperatively, a single study (Doger *et al*)¹¹ demonstrated no significant difference in FEV₁ between low-flow and high-flow anesthesia (MD 0.02, 95% CI -0.29 to 0.33; $p = 0.90$). This analysis was also descriptive because only one study contributed data at this timepoint.

Secondary Outcome: FVC at 24 hours

Two studies including 110 patients were pooled for postoperative FVC at 24 hours. There was no statistically significant difference between low-flow and high-flow anesthesia (MD 0.19, 95% CI -0.19 to 0.58; $p = 0.32$). Moderate heterogeneity was observed ($I^2 = 54\%$). Although one study demonstrated higher FVC values in the low-flow group, this effect was not consistent across studies, and the overall pooled estimate did not reach statistical significance. Both Bilgi *et al*¹⁰ and Doger *et al*¹¹ reported postoperative FVC outcomes suitable for this comparison.

Qualitative Synthesis of Additional Outcomes

Seven studies not included in the quantitative meta-analysis reported pulmonary, oxygenation, or respiratory mechanics

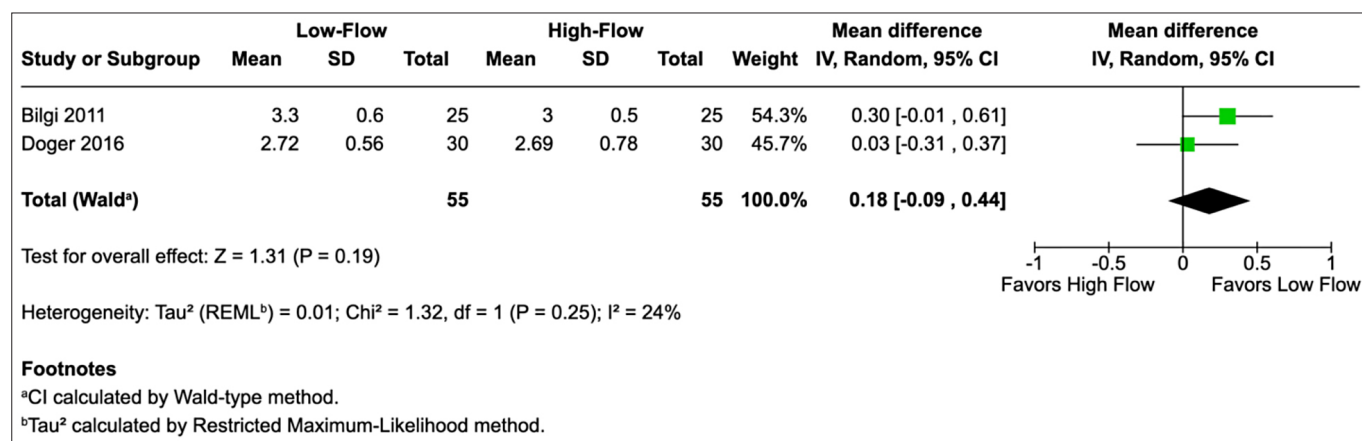


Figure 2. Forest plot of postoperative FEV₁ at 24 hours comparing low-flow versus high-flow anesthesia.

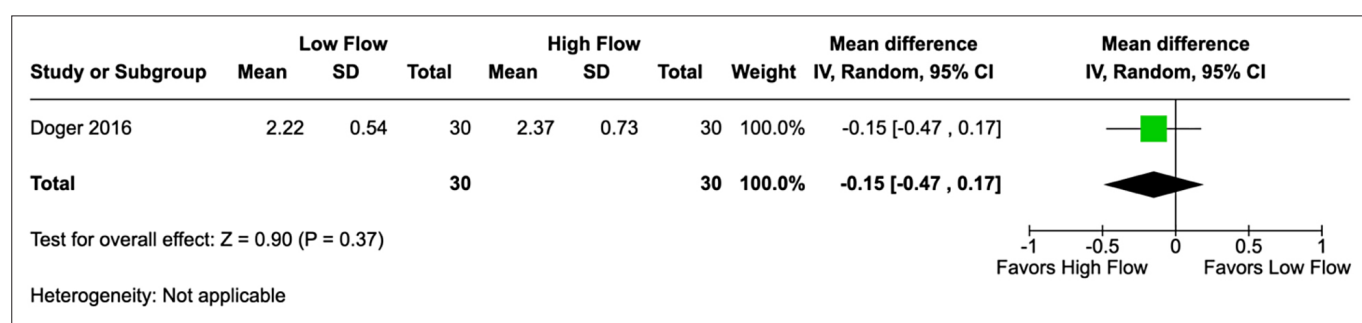


Figure 3. Forest plot of FEV₁ at 2 hours postoperatively comparing low-flow versus high-flow anesthesia.

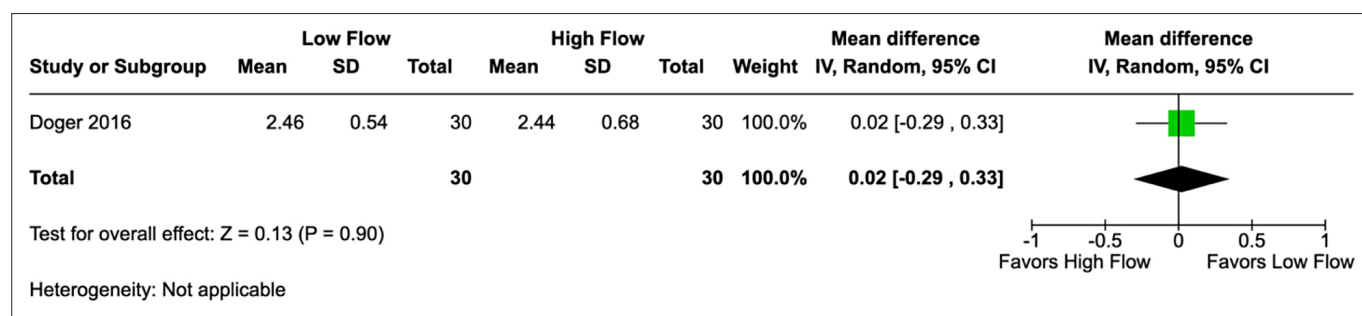


Figure 4. Forest plot of FEV₁ at 8 hours postoperatively comparing low-flow versus high-flow anesthesia.

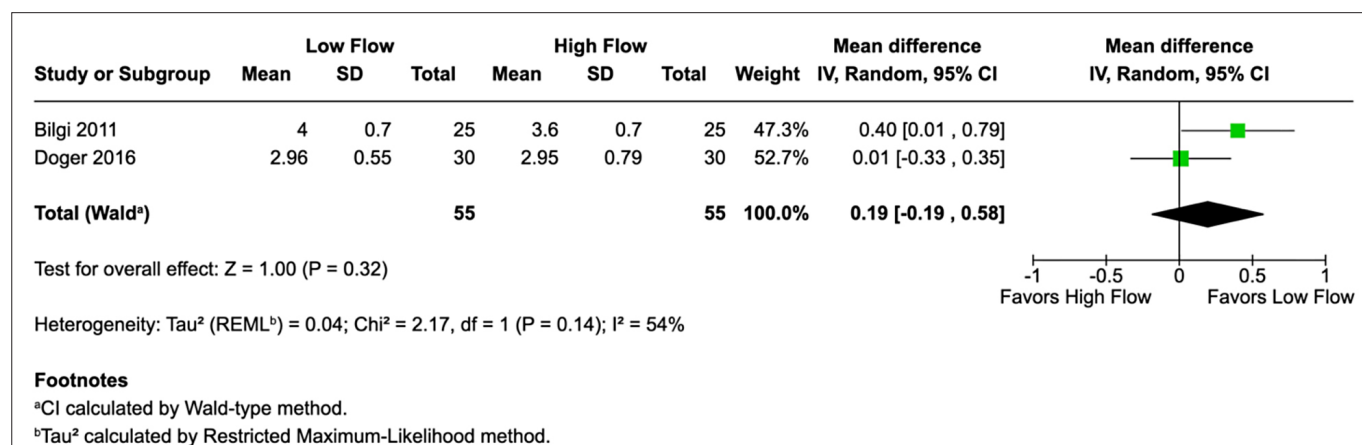


Figure 5. Forest plot of postoperative FVC at 24 hours comparing low-flow versus high-flow anesthesia.

outcomes that were not suitable for pooling because of differences in measurement tools, timepoints, comparator flow rates, or outcome definitions.

Prasad *et al*¹⁴ and Agarwal *et al*¹⁵ assessed postoperative lung function using respirometer-derived parameters, including vital capacity, inspiratory reserve volume, and peak expiratory flow rate. Both studies reported no statistically significant differences between low-flow and high-flow anaesthesia in postoperative pulmonary function measures.

Öterkuş *et al*¹⁶ evaluated low-flow anaesthesia in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery and found comparable peripheral oxygen saturation, arterial blood gas parameters, lactate levels, and recovery variables between low-flow and high-flow groups.

Oztoprak *et al*,¹⁷ Dastan *et al*,¹⁸ and Sahin *et al*¹⁹ focused primarily on intraoperative oxygenation monitoring using ORI, PaO₂, FiO₂, or end-tidal oxygen measures. These studies demonstrated physiologic differences across fresh gas flow strategies and supported the use of ORI as a continuous adjunct for oxygenation monitoring, but they did not demonstrate consistent clinically important hypoxemia with low-flow or minimal-flow anaesthesia.

Çelik *et al*²⁰ evaluated minimal-flow versus medium-flow anaesthesia in laparoscopic cholecystectomy and reported no significant between-group difference in postoperative respiratory function tests, although minimal-flow anaesthesia was associated with more favorable intraoperative compliance and peak inspiratory pressure at the end of surgery.

Overall, the qualitative findings were broadly consistent with

the quantitative analysis, suggesting no clear evidence of worse short-term pulmonary function or oxygenation with low-flow or minimal-flow anaesthesia.

Risk of Bias

Risk of bias across the included studies was generally low to moderate. Two studies were judged to be at overall low risk of bias, while the remaining studies raised some concerns. The most frequent concerns related to incomplete reporting of the randomisation process, limited information on allocation concealment, and the inherent difficulty of blinding

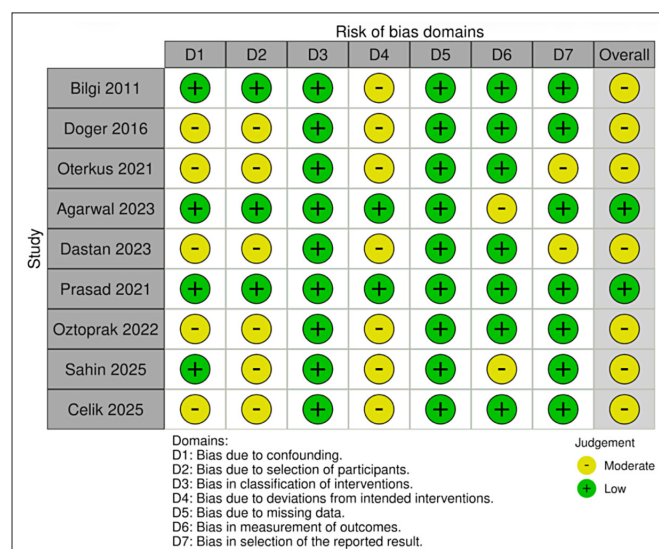


Figure 6. The study-level RoB 2 assessments

anaesthesia providers to fresh gas flow allocation. Risk of bias due to missing outcome data, outcome measurement, and selective reporting was generally low. No study was judged to be at overall high risk of bias. The study-level RoB 2 assessments are presented in Fig. 6.

Certainty of Evidence (GRADE)

The certainty of evidence was assessed using the GRADE framework. Certainty was rated as very low for postoperative FEV₁ and FVC at 24 hours, mainly because of imprecision, indirectness, and study limitations. Certainty was low for narratively synthesised oxygenation outcomes such as SpO₂, PaO₂, and ORI. Evidence for dynamic lung compliance, peak inspiratory pressure, and postoperative pulmonary complications was judged to be very low because of reliance on single-study or absent data. A Summary of Findings Table and domain-by-domain GRADE assessment are presented in Tables 1 and 2.

DISCUSSION

This systematic review and meta-analysis found no statistically significant difference in postoperative spirometric outcomes between low-flow or minimal-flow and conventional- or high-flow inhalational anaesthesia in adult surgical patients. The certainty of evidence was very low for both primary outcomes because only two small trials contributed to

the pooled analyses, and no included study evaluated postoperative pulmonary complications as a predefined endpoint. The absence of statistically significant differences should not be interpreted as evidence of equivalence, as the available studies were not powered for non-inferiority analyses and the confidence intervals remained wide. Although the pooled differences in FEV₁ (MD 0.18 L, 95% CI 0.09 lower to 0.44 higher) and FVC (MD 0.19 L, 95% CI 0.19 lower to 0.58 higher) were numerically small, the upper bounds of both intervals are large enough that clinically relevant postoperative changes cannot be excluded, particularly in patients with reduced baseline pulmonary reserve.

Interpretation of the pooled findings is further complicated by substantial methodological heterogeneity across included studies, encompassing differences in volatile anaesthetic agent, fresh gas flow thresholds, intraoperative FiO₂ adjustment protocols, outcome measurement instruments, and timing of postoperative assessment. The moderate heterogeneity in the FVC analysis (I² = 54%) reflects a meaningful directional inconsistency between the two contributing trials. Bilgi *et al.* found significantly greater postoperative declines in FVC and FEV₁ in the high-flow desflurane group, whereas Doger *et al.*¹¹ found comparable spirometric values between groups with sevoflurane. This divergence is likely attributable to differences in volatile agent properties rather than fresh gas flow rate alone, and should caution against treating

Table 1. Summary of Findings: low-flow versus conventional-flow inhalational anaesthesia for adult surgical patients.

Outcome (timing; instrument)	Anticipated absolute effect (95% CI)	Relative effect (95% CI)	Nº of participants (studies)	Certainty of the evidence (GRADE)	What happens
Postoperative FEV ₁ at 24 h (litres; spirometry)	MD 0.18 L higher in the low-flow group (0.09 lower to 0.44 higher)	—	110 (2 RCTs)	⊕○○○ Very low	Low-flow anaesthesia probably results in little to no difference in postoperative FEV ₁ at 24 h, but the evidence is very uncertain.
Postoperative FVC at 24 h (litres; spirometry)	MD 0.19 L higher in the low-flow group (0.19 lower to 0.58 higher)	—	110 (2 RCTs)	⊕○○○ Very low	Low-flow anaesthesia may result in little to no difference in postoperative FVC at 24 h; the evidence is very uncertain.
Intra- and post-operative peripheral oxygen saturation (SpO ₂ , %)	No consistent between-group difference; not quantitatively pooled	—	Intra- and/or postoperative SpO ₂ , where reported	⊕⊕○○ Low	Low-flow anaesthesia may result in little to no difference in intra- or postoperative SpO ₂ compared with conventional-flow anaesthesia.
Intra-operative arterial oxygen tension (PaO ₂ , mmHg)	No consistent between-group difference; pooling not feasible owing to heterogeneous timing and reporting	—	204 (3 RCTs)	⊕⊕○○ Low	Low-flow anaesthesia may result in little to no clinically important difference in intraoperative PaO ₂ , but the evidence is limited by heterogeneous timing and reporting.
Oxygen reserve index (ORI, dimensionless)	Higher ORI values with low- or minimal-flow than with high-flow at selected intra-operative time points in individual studies	—	224 (3 RCTs)	⊕⊕○○ Low	Low-flow and minimal-flow anaesthesia may be associated with higher intra-operative oxygen reserve compared with high-flow, but clinical relevance is unclear.
Dynamic lung compliance (mL/cmH ₂ O; perioperative)	Minimal-flow group maintained compliance; medium-flow group showed a significant decline at end of surgery (T6, <i>p</i> <0.05)	—	60 (1 RCT)	⊕○○○ Very low	Minimal-flow anaesthesia may better preserve intra-operative dynamic lung compliance, but the evidence is very uncertain.
Peak inspiratory pressure (cmH ₂ O; perioperative)	Minimal-flow group had lower PIP values than medium-flow group at end of surgery (T6, <i>p</i> <0.05)	—	60 (1 RCT)	⊕○○○ Very low	Minimal-flow anaesthesia may result in lower peak inspiratory pressures at the end of surgery, but the evidence is very uncertain.
Postoperative pulmonary complications	No study reported formally adjudicated PPCs as a pre-defined outcome	—	— (0 RCTs)	⊕○○○ Very low	The effect of low-flow anaesthesia on postoperative pulmonary complications is unknown.

Table 2. Domain-by- domain GRADE assessment.

Study, Country	Design	N analysed	Population (age, ASA)	Surgery	Intervention (low- / minimal-flow)	Comparator (high- / medium-flow)	Pulmonary / oxygenation outcomes reported	Timing of outcome assessment
FEV ₁ at 24 h	2	RCT	Serious (–1): RoB 2 judgements of 'some concerns' for randomisation and deviations in both contributing studies	Not serious: $I^2 = 24\%$	Serious (–1): different surgeries (tympanoplasty vs laparoscopic cholecystectomy) and volatile agents (desflurane vs sevoflurane)	Very serious (–2): only 2 studies, $n = 110$, CI crosses no-effect line and includes clinically important differences	Not assessed (< 10 studies)	⊕○○○ Very low
FVC at 24 h	2	RCT	Serious (–1): as above	Serious (–1): $I^2 = 54\%$; divergent direction of within-study effects	Serious (–1): as above	Very serious (–2): as above	Not assessed (< 10 studies)	⊕○○○ Very low
SpO ₂ (intra-/post-op)	9	RCT	Serious (–1): majority of studies rated 'some concerns'	Not serious: consistent direction across narratively synthesised studies	Not serious	Not serious: large combined sample; consistent findings	Not assessed	⊕⊕○○ Low
PaO ₂ (intra-op)	3	RCT	Serious (–1): as above	Not serious: consistent narrative findings	Not serious	Serious (–1): narrative synthesis only; heterogeneous timepoints preclude formal precision estimation	Not assessed	⊕⊕○○ Low
Oxygen reserve index (ORI)	3	RCT	Serious (–1): as above	Not serious	Not serious	Serious (–1): narrative synthesis; small combined sample	Not assessed	⊕⊕○○ Low
Dynamic lung compliance	1	RCT	Serious (–1): single study with 'some concerns' on RoB 2	Cannot be assessed (single study)	Serious (–1): single-centre laparoscopic cholecystectomy population only	Very serious (–2): single study, $n = 60$	Cannot be assessed	⊕○○○ Very low
Peak inspiratory pressure	1	RCT	Serious (–1): as above	Cannot be assessed	Serious (–1): as above	Very serious (–2): as above	Cannot be assessed	⊕○○○ Very low
Postoperative pulmonary complications	0	—	No data	No data	No data	No data	No data	⊕○○○ Very low

pooled effect estimates as generalisable across anaesthetic agents or surgical contexts.

The mechanistic basis of this heterogeneity is best understood through two distinct but related pathways. The first concerns humidification and mucociliary clearance. Low-flow anaesthesia recirculates warmed, humidified expired gas within the circle system, thereby preserving ciliary function and reducing mucus retention more effectively than high-flow techniques, which continuously introduce cool, dry fresh gas into the airway.¹⁰ The superior mucociliary clearance observed in the Bilgi *et al*¹⁰ trial, measured using saccharin transit time, is consistent with this mechanism and plausibly explains the larger spirometric benefit of low-flow anaesthesia in that study. The second pathway concerns volatile agent airway effects. Desflurane is associated with greater airway reactivity and more pronounced epithelial irritation than sevoflurane,²¹ meaning that the combination of high-flow delivery and desflurane may produce additive impairment of mucociliary function that neither agent nor flow rate alone would produce. Future trials should therefore pre-specify volatile agent as an effect modifier rather than treating fresh gas flow rate as the sole intervention variable.

Beyond postoperative spirometry, several included studies examined intraoperative oxygenation physiology and respiratory monitoring. Across three trials evaluating the oxygen reserve index, ORI demonstrated a meaningful positive correlation with arterial oxygen tension and detected oxygenation changes earlier than pulse oximetry, consistent with its sensitivity in the moderately hyperoxic range where haemoglobin is fully saturated and SpO₂ provides no additional discriminatory information.^{16,18,22} None of these trials identified clinically significant intraoperative hypoxaemia in the low-flow or minimal-flow groups, provided that inspired oxygen fraction was appropriately increased to compensate for the higher re-breathing fraction. This adjustment is contingent on functioning CO₂ absorbents, continuous gas analysis, and deliberate clinical titration, and should be regarded as a non-negotiable prerequisite rather than a routine precaution. The single trial evaluating intraoperative lung mechanics, Çelik *et al*,²⁰ found more favorable dynamic compliance and lower peak inspiratory pressure at the end of surgery with minimal-flow anaesthesia, an effect that may relate to improved airway humidification, although this mechanism was not directly assessed and the finding rests on single-study, single-centre evidence.

These findings are broadly consistent with the wider perioperative ventilation literature, which has demonstrated that intraoperative respiratory physiology does not always translate into clinically meaningful postoperative pulmonary outcomes.^{12,13} While spirometric parameters provide useful physiological information, postoperative pulmonary complications represent more clinically meaningful patient-centred outcomes because they are directly associated with perioperative morbidity, mortality, and healthcare utilisation.^{7,23} No included trial formally adjudicated complications such as atelectasis requiring treatment, pneumonia, respiratory failure, or unplanned ventilatory support, and the current evidence therefore does not permit any conclusion about whether fresh gas flow strategy affects the risk of clinically important respiratory morbidity. This absence of patient-centred outcome data is the central limitation of this review and the primary reason that clinical recommendations cannot be drawn from the available evidence.

The findings nonetheless carry practical relevance. The evidence does not identify a consistent pulmonary disadvantage to the use of low-flow anaesthesia in appropriately monitored patients undergoing elective surgery, and this is meaningful in the context of contemporary practice. Most included trials enrolled relatively low-risk patients undergoing short elective procedures on modern anaesthesia workstations, which may limit applicability to patients with severe pulmonary disease, prolonged surgery, morbid obesity with hypoventilation syndrome, or resource-limited settings where continuous gas monitoring is unavailable. Within these boundaries, the findings are consistent with the view that low-flow and minimal-flow techniques are physiologically reasonable when denitrogenation phases, protocol-driven FiO_2 adjustment, and real-time monitoring are reliably employed. These findings are also relevant in the context of increasing efforts to reduce the environmental impact of anaesthetic practice. Volatile anaesthetic agents contribute substantially to greenhouse gas emissions, and reducing fresh gas flow is one of the most effective strategies for limiting anaesthetic waste and operating theatre carbon footprint.^{2,3} The absence of a detected pulmonary disadvantage strengthens, though does not definitively establish, the case for preferring lower flow rates in appropriate patients.

Overall, current evidence suggests that low-flow inhalational anaesthesia does not produce major short-term deterioration in pulmonary function or oxygenation when applied with appropriate monitoring and FiO_2 adjustment. However, this conclusion is bounded by very low certainty evidence, small combined sample sizes, and the complete absence of clinically adjudicated postoperative pulmonary complication data. Larger multicentre trials are required before definitive recommendations regarding pulmonary safety across the full spectrum of surgical patients can be established.

Strengths and Limitations

This review was restricted to randomised controlled trials, employed predefined eligibility criteria, assessed risk of bias using the domain-based Cochrane RoB 2 tool, and evaluated certainty of evidence using the GRADE framework. The de-

cision to pool only FEV_1 and FVC at 24 hours and to present all other outcomes narratively reflects the level of methodological comparability actually achievable within this evidence base and avoids the misleading precision that forced aggregation of heterogeneous endpoints would produce. Several limitations must be acknowledged. Only two trials contributed to the primary pooled analyses, yielding a combined sample of 110 patients and confidence intervals too wide to exclude clinically meaningful differences in either direction. The included trials varied substantially in surgical setting, volatile agent, and fresh gas flow thresholds, where high-flow ranged from 2 to 4 L/min and low-flow from 0.5 to 1 L/min across studies, such that no single flow threshold can be identified as the point at which pulmonary effects diverge. Blinding of anaesthesia providers is inherently difficult in trials of this design and contributes to performance bias concerns across most included studies. The small number of trials precluded formal assessment of publication bias. Most importantly, no included trial reported formally adjudicated postoperative pulmonary complications, which is the central evidence gap constraining the clinical utility of this review.

Future Research

Future trials should adopt operationally precise, consensus-based definitions of low-flow and minimal-flow anaesthesia, specify fresh gas flow rates and FiO_2 values in sufficient detail to permit replication, and pre-specify volatile agent as a subgroup variable. Primary endpoints should be adjudicated postoperative pulmonary complications using validated definitions such as those proposed by the European Perioperative Clinical Outcome initiative,²⁴ rather than surrogate spirometric parameters alone. Standardised reporting of FEV_1 , FVC, SpO_2 , PaO_2 , ORI, dynamic lung compliance, peak inspiratory pressure, and mucociliary clearance at harmonised perioperative timepoints would substantially improve the feasibility of future meta-analyses. Stratification by surgical site, anaesthesia duration, body mass index, baseline pulmonary disease, and volatile agent should be pre-specified to address the mechanistic heterogeneity identified in this review. Larger, adequately powered, multicentre randomised trials are needed before definitive clinical guidance on fresh gas flow strategy and postoperative pulmonary morbidity can be issued.

CONCLUSION

In adult surgical patients undergoing general inhalational anaesthesia, low-flow or minimal-flow techniques were not associated with worse short-term postoperative FEV_1 or FVC compared with conventional- or high-flow anaesthesia. Qualitative evidence from additional trials similarly did not show consistent clinically important deterioration in oxygenation or respiratory mechanics. However, the certainty of evidence remains low to very low because of small sample sizes, heterogeneous outcome reporting, and limited assessment of clinically meaningful postoperative pulmonary complications. Low-flow anaesthesia appears clinically comparable to

Table 3. Characteristics of included studies.

Study, Country	Design	N analysed	Population (age, ASA)	Surgery	Intervention (low- / minimal-flow)	Comparator (high- / medium-flow)	Pulmonary / oxygenation outcomes reported	Timing of outcome assessment
Bilgi 2011 Turkey	RCT, single-centre Computer-generated randomisation; assessor-blinded	50 (25 / 25)	Adults 18–70 y ASA I–II Excluded: smokers, chronic lung / cardiac / renal / hepatic disease	Elective tympano-mastoidectomy	Low-flow: FGF 1 L/min (0.5 L/min O ₂ + 0.5 L/min N ₂ O) + desflurane 1 MAC After 8–10 min denitrogenation at 4–5 L/min	High-flow: FGF 3 L/min (1.5 L/min O ₂ + 1.5 L/min N ₂ O) + desflurane 1 MAC	FEV ₁ , FVC, FEV ₁ /FVC SpO ₂ , HR, MAP Saccharin clearance time Inspired-gas humidity & temperature	Pre-op and 24 h post-op (PFTs, STT) Intra-op at 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120 min (haemodynamics, gas humidity/temp)
Doger 2016 Turkey	Prospective RCT, multi-centre Web-based randomisation; patient- and assessor-blinded	60 (30 / 30)	Adults 20–55 y ASA I–II Excluded: COPD, smokers, cardiac/renal/hepatic disease	Elective laparoscopic cholecystectomy	Low-flow: FGF 1 L/min (after 10 min at 4 L/min) Sevoflurane 3.4 % + 50 % N ₂ O in O ₂	High-flow: FGF 4 L/min throughout Sevoflurane 3.4 % + 50 % N ₂ O in O ₂	FEV ₁ , FVC, FEV ₁ /FVC SpO ₂ , HR, MABP, EtCO ₂	Pre-op Post-op at 2 h, 8 h and 24 h (PFTs) Intra-op every 5 min (haemodynamics)
Öterkuş 2021 Turkey	Prospective RCT, single-centre Coin-flip randomisation; single-blinded	44 (27 LF / 17 HF)	Adults 18–75 y ASA I–II BMI > 35 kg/m ² Excluded: cardiovascular, hepatic, pulmonary or cerebrovascular disease	Laparoscopic sleeve gastrectomy (bariatric)	Low-flow: FGF 1 L/min (50 % O ₂ / 50 % N ₂ O) + sevoflurane 2–3 % Initial high-flow phase before transition	High-flow: FGF 4 L/min (2 L/min O ₂ + 2 L/min N ₂ O) + sevoflurane 2–3 % throughout	SpO ₂ , HR, BP, EtCO ₂ Arterial blood gas (incl. PaO ₂ , lactate) Recovery / extubation times	Pre-op, intra-op at 30, 60, 90, 120 min, post-op
Prasad 2021 India	Prospective RCT, single-centre Computer-generated randomisation; double-blinded	110 (55 / 55)	Adults 18–60 y ASA I–II Excluded: ASA ≥ III, emergency or thoraco-abdominal surgery	Elective peripheral surgeries under GA	Low-flow: FGF 1 L/min (0.5 L/min O ₂ + 0.5 L/min N ₂ O) + sevoflurane 3.5 %	High-flow: FGF 4 L/min (2 L/min O ₂ + 2 L/min N ₂ O) + sevoflurane 2 %	VC, IRV, PEFR (respirometer-derived) Single-breath count, breath-holding time, RR SpO ₂ , HR, NIBP, EtCO ₂	Pre-op and post-op (recovery period) Intra-op haemodynamics every 30 min
Oztoprak 2022 Turkey	Prospective RCT, single-centre Sealed-envelope randomisation (NCT04698863)	70 (35 / 35)	Adults 18–65 y ASA I–II Excluded: morbid obesity, cardiac, renal, hepatic disease, anaemia	Elective tympano-mastoidectomy (min. 1.5 h)	Low-flow: FGF 1 L/min 50 % O ₂ / 50 % air + 6 % desflurane After 10 min at 6 L/min	High-flow: FGF 4 L/min 50 % O ₂ / 50 % air + 6 % desflurane	ORI, PaO ₂ , SpO ₂ HR, MAP	Pre-preoxygenation, intra-op at 10, 15, 30, 45, 60 min, then every 30 min ABG; pre-preox, intra-op 60 min, end of surgery
Agarwal 2023 India	Prospective RCT, single-centre Lottery / opaque envelopes; double-blinded	80 (40 / 40)	Adults 18–60 y ASA I–II Excluded: ASA ≥ III, emergency or thoraco-abdominal surgery	Elective peripheral surgeries under GA	Low-flow: FGF 1 L/min (0.5 L/min O ₂ + 0.5 L/min N ₂ O) + sevoflurane 2.5 %	High-flow: FGF 4 L/min (2 L/min O ₂ + 2 L/min N ₂ O) + sevoflurane 1.5 %	VC, IRV, PEFR (respirometer-derived) Single-breath count, breath-holding time, RR SpO ₂ , HR, MAP	Pre-op and post-op at 1 h, 2 h, 8 h and 24 h Intra-op every 5 min (haemodynamics)
Dastan 2023 Turkey	RCT, three-arm, single-centre Closed-envelope; single-blinded (NCT05329233)	90 (30 / 30 / 30)	Adults 18–75 y ASA II–III Excluded: morbid obesity (BMI > 40), COPD, severe organ disease, anaemia	Elective open abdominal surgery (< 60 min)	Minimal-flow: FGF 0.5 L/min, FiO ₂ 68 % Low-flow: FGF 1 L/min, FiO ₂ 50 % Both with desflurane (MAC 1) + remifentanyl	High-flow: FGF 4 L/min, FiO ₂ 40 % Desflurane (MAC 1) + remifentanyl	ORI, PaO ₂ , SpO ₂ Correlation analyses ORI vs PaO ₂	10 time points: pre-induction, post-intubation, intra-op at 10, 30, 60, 90, 120 min, end of surgery, 5 min post-extubation
Sahin 2025 Turkey	RCT, single-centre Computerised randomisation (NCT06649279)	64 (32 / 32)	Adults 18–75 y ASA I–III Excluded: severe anaemia, COPD, organ failure, BMI > 40	Elective ENT surgery (> 60 min)	Minimal-flow: FGF 0.5 L/min, FiO ₂ 70 % Sevoflurane (MAC 1) + remifentanyl After 5 min at 4 L/min	High-flow: FGF 4 L/min, FiO ₂ 40 % Sevoflurane (MAC 1) + remifentanyl	ORI, SpO ₂ , end-tidal O ₂ Inspiratory / expiratory O ₂ HR, BP	Preoxygenation, post-intubation, 5/10/15/20/35 min after intubation, then 1/5/10 min after FGF increase
Çelik 2025 Turkey	Prospective RCT, single-centre Closed-envelope; patient-blinded (NCT06055335)	66 enrolled / 60 analysed (MiFA 32 / MeFA 28 after 6 exclusions)	Adults 18–65 y ASA I–II Excluded: smokers, BMI > 40, cardiovascular or chronic respiratory disease	Elective laparoscopic cholecystectomy	Minimal-flow (MiFA): FGF 0.5 L/min Desflurane (MAC 1) + remifentanyl After induction at 4 L/min	Medium-flow (MeFA): FGF 2 L/min Desflurane (MAC 1) + remifentanyl	Dynamic lung compliance, PIP FEV ₁ , FVC (spirometry) Total inhalation / remifentanyl consumption	Intra-op T1–T6 (5 min post-intubation, then 5/10/30/60 min post-incision and post-suturing) PFTs pre-op and 2 h, 8 h, 24 h post-op

higher-flow techniques in appropriately monitored patients, but larger standardised trials are needed to confirm its effects on postoperative pulmonary morbidity.

Data Availability

Data extracted for this review are available from the corresponding author upon reasonable request.

CONTRIBUTORSHIP STATEMENT / DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO

Carlos Neto: Conceptualization, Methodology, Investigation,

Data curation, Formal analysis. Emre Adalier: Methodology, Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing – original draft, Writing – review & editing. Ines Shopi: Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing – original draft, Writing – review & editing. Ana Luiza Alves de Castilho: Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing – original draft, Writing – review & editing. Alina Akural: Formal analysis, Visualization, Writing – original draft, Writing – review & editing. Ingridy Sodre: Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing – original draft, Writing – review & editing. Jacopo Bagnoli: Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing – original draft, Writing – review &

editing. Nicola Khoury: Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing – original draft, Writing – review & editing. Nur Barlas: Writing – review & editing, Supervision, Project administration.

All Authors reviewed and approved the final version of this manuscript.

Carlos Neto: Conceitualização, Metodologia, Investigação, Curadoria de dados, Análise formal. Emre Adalier: Metodologia, Investigação, Curadoria de dados, Análise formal, Visualização, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição. Ines Shopi: Investigação, Curadoria de dados, Análise formal, Visualização, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição. Ana Luiza Alves de Castilho: Investigação, gestão de dados, análise formal, visualização, redação – rascunho original, redação – revisão e edição. Alina Akural: Análise formal, visualização, redação – rascunho original, redação – revisão e edição. Ingridy Sodre: Investigação, gestão de dados, análise formal, visualização, redação – rascunho original, redação – revisão e edição. Jacopo Bagnoli: Investigação, Curadoria de dados, Análise formal, Visualização, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição. Nicola Khoury: Investigação, Curadoria de dados, Análise formal, Visualização, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição. Nur Barlas: Redação – revisão e edição, Supervisão, Administração do projeto.

Todos os autores reviram e aprovaram a versão final deste manuscrito.

Responsabilidades Éticas

Conflitos de Interesse: Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse.

Apoio Financeiro: Este trabalho não recebeu qualquer subsídio, bolsa ou financiamento.

Proveniência e Revisão por Pares: Não solicitado; revisão externa por pares.

Ethical Disclosures

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Support: This work has not received any contribution grant or scholarship.

Provenance and Peer Review: Not commissioned; externally peer-reviewed.

Submissão: 18 de setembro, 2026 | Received: 18th of September, 2026

Aceitação: 5 de outubro, 2026 | Accepted: 5th of October, 2026

Publicado: 7 de outubro, 2026 | Published: 7th of October, 2026

© 2026 Revista SPA. Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC BY-NC 4.0. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC 4.0. Nenhuma reutilização comercial.

© 2026 SPA Journal. This is an open-access article under the CC BY-NC 4.0. Re-use permitted under CC BY-NC 4.0. No commercial re-use.

REFERENCES

- Brattwall M, Warrén-Stomberg M, Hesselvik F, Jakobsson J. Brief review: Theory and practice of minimal fresh gas flow anesthesia. *Can J Anesth*. 2012;59:785-97. doi:10.1007/s12630-012-9736-2
- Rübsam ML, Kruse P, Dietzler Y, Kropf M, Bette B, Zarbock A, et al. A call for immediate climate action in anesthesiology: routine use of minimal or metabolic fresh gas flow reduces our ecological footprint. *Can J Anesth*. 2023;70:301-12. doi:10.1007/s12630-022-02393-z
- Varughese S, Ahmed R. Environmental and Occupational Considerations of Anesthesia: A Narrative Review and Update. *Anesth Analg*. 2021;133:826-35. doi:10.1213/ANE.0000000000005504
- Glenski TA, Levine L. The implementation of low-flow anesthesia at a tertiary pediatric center: A quality improvement initiative. *Pediatr Anesth*. 2020;30:1139-45. doi:10.1111/pan.13994
- Colak YZ, Toprak HI. Feasibility, safety, and economic consequences of using minimal flow anaesthesia by Maquet FLOW-i equipped with automated gas control. *Sci Rep*. 2021;11:20074. doi:10.1038/s41598-021-99648-4
- Conway CM. Gaseous homeostasis and the circle system. *Br J Anaesth*. 1986;58:1167-80. doi:10.1093/bja/58.10.1167
- Fernandez-Bustamante A, Frendl G, Sprung J, Kor DJ, Subramaniam B, Martinez Ruiz R, et al. Postoperative Pulmonary Complications, Early Mortality, and Hospital Stay Following Noncardiothoracic Surgery: A Multicenter Study by the Perioperative Research Network Investigators. *JAMA Surg*. 2017;152:157. doi:10.1001/jamasurg.2016.4065
- Stanojevic S, Kaminsky DA, Miller MR, Thompson B, Aliverti A, Barjaktarevic I, et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur Respir J*. 2022;60:2101499. doi:10.1183/13993003.01499-2021
- Brunelli A, Kim AW, Berger KI, Addrizzo-Harris DJ. Physiologic Evaluation of the Patient With Lung Cancer Being Considered for Resectional Surgery. *Chest*. 2013;143:e166S-e190S. doi:10.1378/chest.12-2395
- Bilgi M, Goksu S, Mizrak A, Cevik C, Gul R, Koruk S, et al. Comparison of the effects of low-flow and high-flow inhalational anaesthesia with nitrous oxide and desflurane on mucociliary activity and pulmonary function tests. *Eur J Anaesthesiol*. 2011;28:279-83. doi:10.1097/EJA.0b013e3283414cb7
- Doger C, Kahveci K, Ornek D, But A, Aksoy M, Gokcinar D, et al. Effects of low-flow sevoflurane anesthesia on pulmonary functions in patients undergoing laparoscopic abdominal surgery. *BioMed Res Int*. 2016;2016:1-5. doi:10.1155/2016/3068467
- Yang D, Grant MC, Stone A, Wu CL, Wick EC. A Meta-analysis of intraoperative ventilation strategies to prevent pulmonary complications: is low tidal volume alone sufficient to protect healthy lungs? *Ann Surg*. 2016;263:881-7. doi:10.1097/SLA.0000000000001443
- Deng QW, Tan WC, Zhao BC, Wen SH, Shen JT, Xu M. Intraoperative ventilation strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Anaesth*. 2020;124:324-35. doi:10.1016/j.bja.2019.10.024
- Prasad TK, Gnanasekar N, Priyadharsini KS, Chacko RS. Randomized double-blind trial comparing effects of low-flow vs high-flow anesthesia on postoperative lung functions using respirometer. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2020;36:535-540. doi:10.4103/joacp.JOACP_410_19
- Agarwal A, Sant S, Panwar A, Ningthoujam SS. Post-operative lung functions after low-flow versus high-flow anaesthesia: a randomized, double blind comparative study. *Int J Acad Med Pharm*. 2023;5:674-80. doi:10.47009/jamp.2023.5.4.134
- Öterkuş M, Dönmez İ, Nadir AH, Rencüzoğulları İ, Karabağ Y, Binnetoğlu K. The effect of low flow anesthesia on hemodynamic and peripheral oxygenation parameters in obesity surgery. *Saudi Med J*. 2021;42:264-9. doi:10.15537/smj.2021.42.3.20200575
- Oztoprak H, Kucukosman G, Aydin BG, Okyay RD, Piskin O, Ayoglu H. Evaluation of Oxygenation in Low- and High-Flow Anesthesia Applications by Oxygen Reserve Index: A Randomized Prospective Study. *Med Bull Haseki*. 2022;60:104-12. doi:10.4274/haseki.galenos.2022.7753
- High, low, and minimal flow anaesthesia management: effects on oxygen reserve index and arterial partial oxygen pressure. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2023;33:1223-8. doi:10.29271/jcpsp.2023.11.1223
- Sahin F. Variations in oxygen reserve index in different fresh gas flow rates. *Signa Vitae*. 2025;21:58. doi:10.22514/sv.2025.084
- Çelik EC, Yayik AM, Aydin ME, Köksal EN, Dişçi E, Kerget B, et al. Evaluation of lung dynamics and respiratory functions in patients undergoing minimal flow anesthesia: a prospective, randomized controlled trial. *Med Gas Res*. 2026;16:110-15. doi:10.4103/mgr.MEDGASRES-D-25-00037
- Braz JRC, Braz MG, Hayashi Y, Martins RH, Betini M, Braz LG, et al. Effects of different fresh gas flows with or without a heat and moisture exchanger on inhaled gas humidity in adults undergoing general anaesthesia: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Anaesthesiol*. 2017;34:515-25. doi:10.1097/EJA.0000000000000633
- Klock PA, Czeslick EG, Kluft JM, Ovassapian A, Moss J. The effect of sevoflurane and desflurane on upper airway reactivity. *Anesthesiology*. 2001;94:963-7. doi:10.1097/0000542-200106000-00008
- Scheeren TWL, Belda FJ, Perel A. The oxygen reserve index (ORI): a new tool to monitor oxygen therapy. *J Clin Monit Comput*. 2018;32:379-89. doi:10.1007/s10877-017-0049-4
- Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth*. 2017;118:317-34. doi:10.1093/bja/aex002
- Jammer I, Wickboldt N, Sander M, Smith A, Schultz MJ, Pelosi P, et al. Standards for definitions and use of outcome measures for clinical effectiveness research in perioperative medicine: European Perioperative Clinical Outcome (EPCO) definitions: a statement from the ESA-ESICM joint taskforce on perioperative outcome measures. *Eur J Anaesthesiol*. 2015;32:88-105. doi:10.1097/EJA.000000000000118

ARTIGO DE REVISÃO NARRATIVA / NARRATIVE REVIEW ARTICLE

Considerações de Anestesiologia em Cirurgias com Monitorização Neurofisiológica Intraoperatória

Anaesthesiology Considerations in Surgery with Intraoperative Neurophysiological Monitoring

João Leote ^{1,2,*} ; Marta Baptista ²; Maria Batista ¹; António Hick-Perez ³; Ricardo Calhau ⁴

Afilições

¹ Serviço de Medicina Intensiva, Hospital Garcia de Orta, Unidade Local de Saúde de Almada-Seixal, Almada, Portugal

² Serviço de Neurocirurgia, Hospital Garcia de Orta, Unidade Local de Saúde de Almada-Seixal, Almada, Portugal

³ Serviço de Anestesiologia, Hospital CUF Tejo, Lisboa, Portugal

⁴ Serviço de Anestesiologia, Unidade Local de Saúde de Lisboa Ocidental, Lisboa, Portugal

Palavras-chave

Anestesia Geral; Anestésicos; Monitorização Neurofisiológica Intraoperatória; Potenciais Evocados; Procedimentos Neurocirúrgicos.

Keywords

Anesthesia, General; Anesthetics; Evoked Potentials; Intraoperative Neurophysiological Monitoring; Neurosurgical Procedures.

RESUMO

A monitorização neurofisiológica intraoperatória permite avaliar em tempo real a função das estruturas nervosas durante a cirurgia e identificar alterações reversíveis antes que evoluam para lesão permanente. A sua interpretação depende do regime anestésico e das condições fisiológicas do doente. Esta revisão narrativa reúne a evidência sobre a influência dos agentes farmacológicos e das variáveis fisiológicas nas diferentes modalidades de monitorização. A pesquisa decorreu na PubMed até fevereiro de 2025 e foram retidos 43 estudos. Os agentes anestésicos deprimem os potenciais evocados em função do fármaco, da dose e do número de sinapses da via monitorizada. As respostas corticais e musculares são as mais suscetíveis. A anestesia total intravenosa com propofol e remifentanil constitui a técnica mais favorável à preservação dos sinais, sobretudo na monitorização dos potenciais evocados motores. Pesam igualmente a estabilidade do plano anestésico e o controlo da pressão arterial, da ventilação, da temperatura e da hemoglobina. Perante uma alteração do sinal, a resposta deve ser estruturada e multidisciplinar, com comunicação entre as equipas de neurofisiologia, anestesia e cirurgia.

ABSTRACT

Intraoperative neurophysiological monitoring allows real-time assessment of nervous structure function during surgery and identification of reversible changes before they progress to permanent injury. Its interpretation depends on the anaesthetic regimen and on the physiological condition of the patient. This narrative review gathers the evidence on the influence of pharmacological agents and physiological variables on the different recording modalities and proposes an anaesthetic approach oriented towards clinical practice. The search was conducted in PubMed up to February 2025, and 43 studies were retained. Anaesthetic agents depress evoked potentials in a manner dependent on the drug, the dose and the number of synapses in the monitored pathway, with cortical and muscle responses being the most susceptible. Total intravenous anaesthesia with propofol and remifentanyl is the technique most favourable to signal preservation, particularly when motor evoked potentials are monitored. Stability of the anaesthetic plan and control of blood pressure, ventilation, temperature and haemoglobin concentration are equally decisive. The response to a signal change requires a structured and multidisciplinary approach, with communication between the neurophysiology, anaesthesia and surgical teams.

Autor Correspondente/Corresponding Author*:

João Leote

Morada: Serviço de Medicina Intensiva, Hospital Garcia de Orta, E.P.E., Av. Torrado da Silva, 2805-267 Almada, Portugal

E-mail: jlleotte@gmail.com

INTRODUÇÃO

A monitorização neurofisiológica intraoperatória (MNIO) permite avaliar, em tempo real, a função das estruturas nervosas durante a cirurgia, identificando alterações potencialmente reversíveis e contribuindo para a prevenção de lesões neurológicas permanentes.^{1,2}

A MNIO reúne várias modalidades: potenciais evocados somatossensitivos (PESS), motores (PEM), auditivos do tronco cerebral (PEATC) e visuais (PEV), eletromiografia (EMG) e eletroencefalografia (EEG). A sua associação amplia as vias monitorizadas e aumenta a sensibilidade do método.¹

A qualidade dos sinais não depende apenas da técnica de registo. Os agentes anestésicos alteram a excitabilidade neuronal e a transmissão sináptica, com repercussão na amplitude e na latência dos potenciais.³ A pressão arterial, a temperatura, a ventilação, a oxigenação e a hemoglobina interferem igualmente com o traçado. O anestesista é, por isso, o elemento central da equipa de monitorização.

Esta revisão sistematiza a influência dos agentes farmacológicos e das variáveis fisiológicas sobre as modalidades de MNIO e traduz a evidência disponível numa proposta de abordagem anestésica prática, organizada pelas fases do ato anestésico.

MÉTODOS

O presente trabalho constitui uma revisão narrativa da literatura. Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica na PubMed, até fevereiro de 2025, combinando termos relativos a monitorização neurofisiológica intraoperatória, potenciais evocados, técnicas anestésicas e agentes farmacológicos. Foram privilegiados os trabalhos que avaliassem diretamente o efeito dos agentes ou das variáveis fisiológicas sobre os parâmetros neurofisiológicos, complementados por artigos de revisão e por outras fontes úteis à contextualização clínica. Das 88 referências identificadas, 43 foram retidas após leitura do título, do resumo e do texto integral (**Fig. 1**): 28 estudos observacionais, 8 aleatorizados e 7 de caso-controlo, publicados entre 1986 e fevereiro de 2025. A evidência foi organizada por agentes anestésicos, variáveis fisiológicas e fases da condução anestésica.

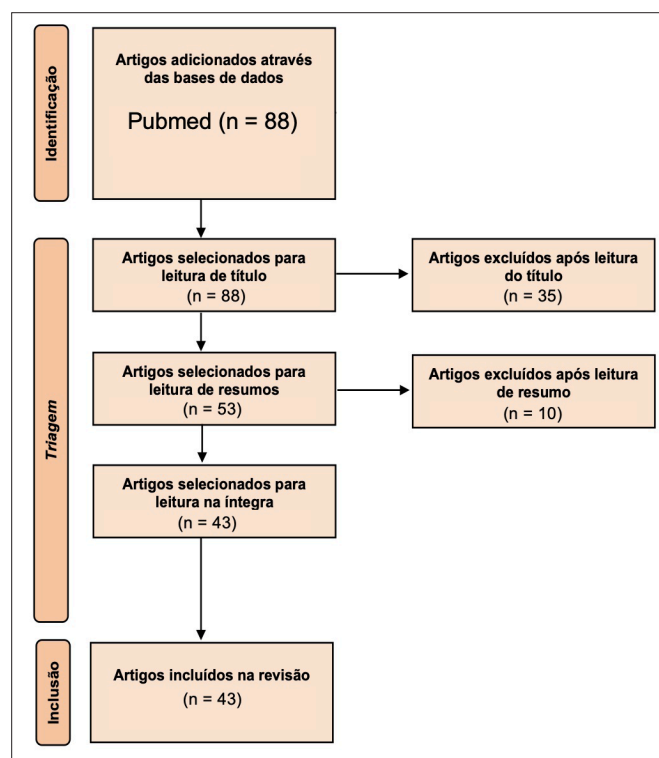


Figura 1. Seleção dos artigos incluídos na revisão. Das 88 referências identificadas na PubMed, 43 foram retidas após leitura do título, do resumo e do texto integral.

EFEITO DOS AGENTES ANESTÉSICOS

Os agentes anestésicos atuam sobre a transmissão sináptica, pelo que o grau de depressão de cada modalidade é proporcional ao número de sinapses interpostas na via monitorizada. Daqui decorre uma hierarquia de vulnerabilidade: as respostas corticais e musculares são as mais afetadas, enquanto as subcorticais, as periféricas e a onda D permanecem registáveis sob doses que abolem as primeiras.^{4,5} A **Tabela 1** resume o efeito dos agentes de uso corrente.

1. Amnésia

A amnésia é a incapacidade de formar ou consolidar memóri-

Tabela 1. Resumo comparativo dos principais agentes utilizados em cirurgia com monitorização e o respetivo efeito sobre as modalidades neurofisiológicas.

	Propofol	Remifentanilo	Relaxantes musculares	Dexmedetomidina
Classe / mecanismo	Hipnótico endovenoso; agonista GABA-A.	Opioide agonista μ de ação ultracurta	Bloqueadores não despolarizantes da junção neuromuscular	Agonista α_2 -adrenérgico (sedativo-analgésico)
Efeito nos PEM	Depressão dose-dependente, mas a menor entre os hipnóticos.	Supressão dose-dependente ligeira; a menor entre os opióides	Reduzem a resposta motora	Doses $>0,5 \mu\text{g/kg/h}$ com necessidade de maior intensidade de estimulação
Efeito nos PESS	Depressão cortical ligeira (P40).	Efeito mínimo	Melhoram a relação sinal/ruído	Efeito mínimo
Papel na MNIO	Pilar da ATIV; menor taxa de falsos-positivos vs inalatórios	Analgésico de eleição; poupador de hipnótico.	Restritos à indução; evitar na manutenção com monitorização motora	Adjuvante poupador de hipnótico/opióide
Cuidados / caveat	<i>Anesthetic fade</i> em perfusão prolongada; titular por BIS 40–60	Bólus causa depressão transitória, rigidez torácica e bradicardia.	Vigiar bloqueio, SQE $> 0,9$	Doses elevadas = bradicardia e hipotensão.

ATIV: anestesia total intravenosa; BIS: índice bispetral; MNIO: monitorização neurofisiológica intraoperatória; PEM: potenciais evocados motores; PESS: potenciais evocados somatossensitivos; SQE: sequência de quatro estímulos.

as. Difere da inconsciência por resultar da modulação seletiva de estruturas límbicas, com preservação do processamento cortical. Um regime capaz de induzir amnésia pode ser insuficiente para suprimir a atividade cortical e originar despertar intraoperatório sem memória do evento.^{6,7}

As benzodiazepinas estimulam o recetor do ácido gama-aminobutírico do tipo A (GABA-A), aumentam a frequência de abertura do canal de cloro e hiperpolarizam o neurónio cortical e límbico.^{8,9} Este mecanismo seletivo explica a sua interferência reduzida sobre os potenciais evocados, por comparação com os hipnóticos endovenosos e com os anestésicos inalatórios.^{8,10} Dada a escassa expressão de recetores GABA-A no tronco cerebral, os PEATC permanecem inalterados sob benzodiazepinas e conservam utilidade como indicador de integridade daquela região, mesmo em sedação profunda.⁶

Schwender e colaboradores compararam regimes de propofol, isoflurano e flunitrazepam-fentanilo. Os dois primeiros aumentaram a latência dos picos Na e Pa dos potenciais auditivos de latência média, com redução da amplitude Na/Pa. Já o regime com benzodiazepina permitiu o retorno destes potenciais a amplitudes próximas da vigília.⁶ Esta preservação coexistiu com maior frequência de sinais motores de despertar, o que justifica classificar os regimes benzodiazepina-opioide como amnésia geral e não como anestesia geral.^{6,10} Nestas circunstâncias, os parâmetros autonómicos são indicadores pouco fiáveis da profundidade hipnótica e devem ser complementados por eletroencefalograma processado.

Nos PESS, Laureau e colaboradores demonstraram que o propofol e o midazolam aumentam a latência do P40 e reduzem as amplitudes N34-P40 e P40-N50, com perfis distintos: o propofol prolonga progressivamente a latência e aplanar o componente cortical tardio P60, ao passo que o midazolam preserva a morfologia com amplitude menor e estável.¹⁰ Os componentes subcorticais permanecem inalterados.⁸ Nos PEM, doses baixas de midazolam (1-2 mg em bólus) reduzem a amplitude até 23% do valor basal, abaixo do efeito dos anestésicos inalatórios.⁹

A profundidade da sedação com benzodiazepinas deve ser seguida por índices derivados dos potenciais auditivos de latência média e pelo eletroencefalograma processado. Ge e colaboradores demonstraram a correlação de ambos com a profundidade da sedação por propofol ou midazolam, com coeficiente superior para o índice auditivo. O dado é relevante, dada a limitação conhecida do índice bispetral (BIS) na presença de benzodiazepinas.¹¹ O remimazolam é o desenvolvimento mais recente desta classe: agonista GABA-A de estrutura éster, com metabolismo independente da função hepática e renal. Kim e colaboradores, em ensaio aleatorizado e duplamente cego na cirurgia da coluna cervical, não encontraram diferenças nas latências e amplitudes de PESS e PEM entre remimazolam-remifentanilo e propofol-remifentanilo. O primeiro grupo teve maior estabilidade hemodinâmica e menor consumo de fenilefrina.⁹ Em síntese, as benzodiazepinas preservam as latências, reduzem moderadamente as amplitudes corticais e não afetam os PEATC — perfil compatível com a MNIO.

2. Inconsciência

A inconsciência traduz a abolição do processamento perceptivo cortical, com supressão da integração tálamo-cortical e ausência de resposta comportamental ao estímulo. Os hipnóticos endovenosos atuam sobretudo por modulação dos recetores GABA-A e, em menor grau, por antagonismo dos recetores do N-metil-D-aspartato (NMDA) e por modulação de canais iónicos dependentes da voltagem.^{7,8} O efeito sobre os potenciais evocados depende do agente, da dose, da via de administração e da associação com outros depressores do sistema nervoso central.^{7,8,12}

O propofol (indução 1,5-2,5 mg/kg em bólus; manutenção 100-150 µg/kg/min, ou concentração no local de efeito de 4-5 µg/mL na indução e 2,5-3,5 µg/mL na manutenção) é o hipnótico endovenoso mais utilizado em MNIO. O início de ação rápido, a semivida curta e a preservação da excitabilidade dos motoneurónios corticoespinhais dão-lhe vantagem sobre os inalatórios: as respostas são mais reprodutíveis e a taxa de falsos-positivos é menor.^{13,14} Pechstein e colaboradores compararam isoflurano com protóxido de azoto *versus* propofol na cirurgia da coluna. Obtiveram PEM reprodutíveis com maior frequência sob propofol; no grupo inalatório o traçado falhou repetidamente, apesar da estimulação repetitiva de alta frequência.¹³ Tamkus e colaboradores, em 1814 doentes, documentaram taxa de falsos-positivos superior sob anestesia inalatória (15,0% *vs* 3,2%; *odds ratio* 5,4), diferença mantida após exclusão dos doentes com défice motor prévio (11,4% *vs* 0,6%; *odds ratio* 20,4).¹⁴ Na endarterectomia carotídea, as amplitudes dos PEM transcranianos foram superiores sob propofol-remifentanilo face a desflurano-remifentanilo¹⁵; na escoliose, o componente cortical P40 dos PESS sofreu menor depressão sob propofol, com profundidade equivalente titulada por eletroencefalograma processado e sem diferenças nos componentes cervicais.¹⁶

Em idade pediátrica, a MNIO permaneceu utilizável com ambas as técnicas na artrodese vertebral, embora a anestesia inalatória exigisse intensidades de estimulação superiores.¹⁷ O propofol apresentou limiares do potencial de ação muscular composto inferiores aos do sevoflurano.¹⁸ A **Fig. 2** ilustra o efeito do desflurano sobre a amplitude dos potenciais evocados.

A depressão induzida pelo propofol é dose-dependente. Em perfusões prolongadas surge o anesthetic fade: o limiar de estimulação sobe progressivamente, mesmo com doses constantes.¹⁴ Foram propostas estratégias para o mitigar. Sloan e colaboradores mostraram que a perfusão de lidocaína (bólus de 1-1,5 mg/kg seguido de 1,5-2 mg/kg/h) reduz a dose total de propofol, de 115 para 99 µg/kg/min, sem comprometer a profundidade nem a qualidade do traçado.¹⁹ O mesmo grupo obteve idêntica poupança associando desflurano ao regime propofol-opioide, sem diferença significativa nas amplitudes corticais.²⁰ Hudec e colaboradores mostraram que, dentro do intervalo recomendado de BIS entre 40 e 60, a variação para valores mais profundos não compromete a reprodutibilidade dos PEM, o que sustenta este intervalo como referência operacional.²¹

O etomidato (0,2-0,3 mg/kg em bólus) aumenta a amplitude dos componentes corticais dos PESS, por desinibição de

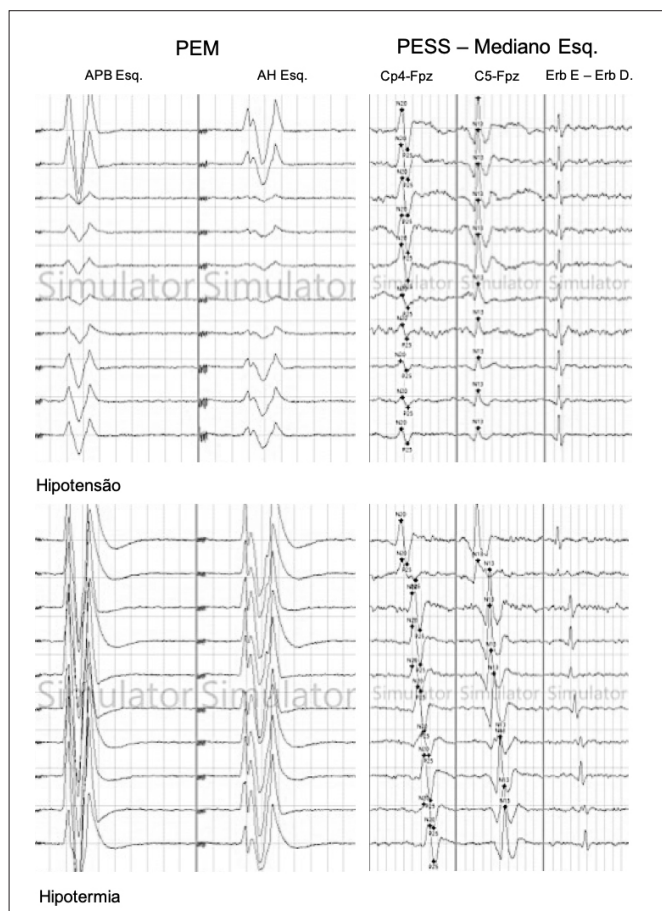


Figura 2. Efeito da hipotensão e da hipotermia sobre os potenciais evocados, em registos simulados (IOMax Cascade, Cadwell®, EUA). Com pressão arterial média de 45-50 mmHg, a amplitude diminui e recupera apenas parcialmente, mesmo aumentando a intensidade de estimulação. Na hipotermia inferior a 32 °C, a latência aumenta sobretudo nas modalidades sensitivas, podendo a resposta desaparecer por elevação do limiar de excitabilidade.

APB – abdutor breve do polegar; PEM – potenciais evocados motores; PESS – potenciais evocados somatossensitivos.

circuitos corticais. O aumento é inespecífico: amplia o sinal sem traduzir melhoria da via. Ainda assim, é útil quando os sinais basais são de baixa amplitude, por neuropatia, mielopatia compressiva ou deformidade da coluna.^{7,8} A supressão adrenocortical restringe o seu uso à indução.^{7,8}

A dexmedetomidina (dose de carga de 1 µg/kg em 10 minutos, seguida de perfusão de 0,2-0,7 µg/kg/h), agonista dos recetores alfa-2 adrenérgicos, é usada como sedativo-hipnótico com efeito analgésico acessório e sem depressão respiratória.^{2,22} Em doses habituais, o efeito sobre os PESS é reduzido; doses superiores suprimem as respostas motoras.^{4,5} A preservação dos PEM exige perfusão entre 0,2 e 0,3 µg/kg/h, sem exceder 0,5 µg/kg/h. Pacreu e colaboradores, em cirurgia craniana sob anestesia total intravenosa (ATIV), verificaram que 0,5 µg/kg/h reduziu as necessidades de propofol, mas exigiu maior intensidade de estimulação para obter PEM no final da cirurgia, sem alterações da amplitude ou da latência.^{2,22}

O tiopental (indução 3-5 mg/kg em bólus) é agonista positivo do recetor GABA-A, com depressão cortical superior

à do propofol em doses equipotentes.^{7,8} O pentobarbital em dose alta prolongou as latências interpicos dos PEATC e reduziu a amplitude dos componentes corticais dos PESS, com preservação dos subcorticais.²³ Sob tiopental-fentanilo-protóxido de azoto, a hipoxemia agravou a depressão dos PEV.²⁴ O propofol substituiu hoje o tiopental, que mantém lugar apenas em estratégias de proteção cerebral.

Na vigilância dos pares cranianos, a escolha do hipnótico ganha peso próprio. Na exérese de schwannoma vestibular, a ATIV e a técnica combinada com sevoflurano permitiram potenciais evocados motores faciais fiáveis.²⁵ Na cirurgia tiroideia com monitorização do nervo laríngeo recorrente, Li e colaboradores obtiveram sinal eletromiográfico inicial em 100% dos doentes sob ATIV, contra 60% sob sevoflurano-remifentanilo.²⁶ Ambos os grupos foram induzidos com cisatrácúrio. A diferença traduz, por isso, a potenciação do bloqueio residual pelo sevoflurano. O achado reforça a necessidade de recuperação completa da junção neuromuscular antes do registo; não contraindica o agente inalatório. Quando a ATIV é inadequada, os potenciais evocados neurológicos descendentes permanecem obtíveis sob anestesia inalatória na cirurgia de deformidade vertebral.²⁷

Na maioria das cirurgias com MNIO, o hipnótico de eleição é o propofol. Em casos selecionados, a anestesia balanceada pode incluir um anestésico inalatório até cerca de 0,4 da concentração alveolar mínima (CAM), à custa de uma taxa superior de falsos-positivos.

3. Analgesia

A componente analgésica bloqueia a resposta ao estímulo nociceptivo e assegura estabilidade hemodinâmica. Os opioides produzem depressão ligeira da amplitude dos potenciais corticais e lentificação discreta do EEG.¹ A perfusão contínua em doses baixas mantém concentrações estáveis e reduz as flutuações observadas após bólus.^{1,2,4,28}

O fentanilo (1-2 µg/kg em bólus; 0,5-2 µg/kg/h em perfusão), agonista dos recetores mu, tem início de ação em cerca de dois minutos e duração de 30 a 60 minutos.²⁹ O volume de distribuição elevado favorece a acumulação, e a semivida de quatro horas prolonga a depressão respiratória, a sedação e a hipotensão.²⁹ Na MNIO pode alterar a amplitude dos PESS e atrasar a avaliação neurológica.² O remifentanilo (0,1-0,5 µg/kg/min em perfusão, ou alvo-controlado com concentração no local de efeito de 3-6 ng/mL) tem semivida de 10 minutos e não acumula.^{29,30} Ambos suprimem os PEM de forma dose-dependente, com menor efeito do remifentanilo², o que justifica a preferência por fármacos de metabolização rápida.⁵ A cetamina, antagonista dos recetores NMDA, tem duração de ação de 10 minutos e semivida de 15 minutos.^{29,31} Em doses subanestésicas (0,25-0,5 mg/kg em bólus, seguidas de 0,125-0,25 mg/kg/h) aumenta a amplitude dos PESS e dos PEM e pode melhorar o traçado.^{1,2,32} O efeito é dose-dependente: a partir de 1 mg/kg deprime os PEM, por bloqueio da condução axonal medular.^{2,33} No EEG produz ritmo teta de amplitude elevada com incremento da atividade beta e, em doses superiores, ondas delta polimórficas.^{2,4} O aumento da

pressão intracraniana e as alucinações limitam o seu uso.^{2,4} O efeito sobre o limiar convulsivo permanece controverso. Os relatos de atividade pró-convulsivante dizem respeito sobretudo a doses anestésicas em monoterapia e não existe um limiar estabelecido.^{2,4}

A lidocaína (bólus de 1-1,5 mg/kg seguido de perfusão de 1,5-2 mg/kg/h) modula os canais de sódio e os sistemas NMDA e GABA. Como adjuvante da ATIV, reduz as doses de anestésico inalatório e de propofol e diminui a dor pós-operatória, as náuseas e os vômitos.³⁴ Não produz alterações relevantes dos PESS ou dos PEM até 2 mg/kg/h, pelo que a perfusão deve permanecer abaixo deste valor, para evitar concentrações plasmáticas tóxicas, superiores a 5 µg/mL.¹⁹ Ainda assim, o risco convulsivo inerente não é desprezável, pelo que a sua utilização merece ponderação na cirurgia intracraniana.

O sulfato de magnésio (bólus de 30-50 mg/kg seguido de 10 mg/kg/h), usado como adjuvante analgésico e na hipotensão controlada, exige cautela: bloqueia os canais de cálcio pré-sinápticos e os recetores NMDA, potencia e prolonga o bloqueio neuromuscular não despolarizante e pode reduzir a amplitude dos PEM.^{4,5}

A associação de opioides de curta ação com adjuvantes como a cetamina, a dexmedetomidina ou a lidocaína equilibra a estabilidade anestésica com a preservação dos sinais. A escolha de cada um destes fármacos deve, contudo, ser criteriosa e adequada à tipologia de cirurgia.³⁴

4. Bloqueio da junção neuromuscular

Os relaxantes musculares atuam na junção neuromuscular e interrompem a transmissão entre o nervo e o músculo.² Compreendem dois grupos: despolarizantes e não despolarizantes. A succinilcolina (1-1,5 mg/kg em bólus) atua nos recetores nicotínicos da acetilcolina e produz fasciculações iniciais, seguidas de paralisia flácida.³⁵ Está contraindicada no défice congénito de colinesterase plasmática, nas doenças neuromusculares, na hipercalemia e no risco de hipertermia maligna. Acresce o risco de hipertensão intracraniana.^{2,35}

O rocurónio (0,6 mg/kg em bólus para intubação) e o atracúrio (0,5 mg/kg em bólus) bloqueiam de forma competitiva os recetores nicotínicos.³⁶ O rocurónio tem início rápido e duração intermédia, com reversão por sugamadex (2-4 mg/kg; 16 mg/kg na reversão imediata).^{29,36} O atracúrio pode libertar histamina e admite reversão, pelo menos parcial, com neostigmina (0,04-0,07 mg/kg associada a atropina ou glicopirrolato).^{29,37} A neostigmina também reverte o rocurónio, por mecanismo competitivo nas colinesterases, mas demora cerca de cinco vezes mais do que o sugamadex.²⁹

Na MNIO, os relaxantes musculares reduzem ou abolem a amplitude dos PEM e comprometem a interpretação do traçado.^{1,4} Em contrapartida, beneficiam a vigilância dos PESS e do EEG, ao reduzirem o artefacto muscular e melhorarem a relação sinal-ruído.³⁸ São administrados em bólus na fase inicial, para facilitar a intubação e o posicionamento.^{1,2} Perante risco de lesão posicional, os registos basais devem preceder e seguir o posicionamento, o que impõe fármacos de curta

duração ou de reversão rápida.^{1,2}

A sequência de quatro estímulos (SQE; do inglês, *train-of-four*) quantifica o grau de bloqueio, através da estimulação repetitiva de nervo periférico a 2 Hz.⁴ A comparação entre a primeira e a quarta resposta do potencial de ação muscular composto permite estimar o bloqueio; uma relação de amplitude superior a 90% traduz ausência de bloqueio.^{1,4} Não existem estudos que assegurem a fiabilidade da amplitude dos PEM sob relaxamento parcial. O recurso a relaxantes musculares inviabiliza, assim, a vigilância dos PEM e dos potenciais de ação musculares compostos, embora existam procedimentos que dispensam a avaliação da função motora e nos quais o seu uso é aceitável.⁴

5. Anestesia regional

Os anestésicos locais não atuam sobre estruturas corticais ou tálamo-corticais. Bloqueiam de forma reversível os canais de sódio dependentes da voltagem no nervo periférico, pelo que a interferência com a MNIO surge quando o território bloqueado coincide com a via vigiada. O bloqueio motor depende do pKa, da lipossolubilidade e da ligação proteica do agente.

Em contextos selecionados, a anestesia regional permite substituir a MNIO pela avaliação neurológica do doente acordado. A aplicação mais consolidada é a endarterectomia carotídea sob bloqueio cervical. Malcharek e colaboradores compararam 349 doentes avaliados clinicamente sob bloqueio cervical com 302 monitorizados sob ATIV por PESS do nervo mediano e PEM transcranianos.³⁹ Não houve diferença no défice motor pós-operatório (4,3% *versus* 4,9%), mas a falência da técnica foi inferior no grupo sob anestesia geral (1,0% *vs* 5,4%; *odds ratio* 0,17; *p* = 0,002), por bloqueio regional insuficiente, crise convulsiva, não cooperação e necessidade de intubação.

EFEITO DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

1. Pressão arterial

Os potenciais evocados dependem da integridade da condução axonal, da transmissão sináptica e do aporte metabólico neuronal. As alterações hemodinâmicas que comprometam a perfusão cerebral ou medular modificam a amplitude, a latência e a morfologia do sinal.

A hipotensão é a principal causa sistémica de deterioração da MNIO. Quando a pressão arterial média (PAM) desce abaixo do limiar inferior de autorregulação, o fluxo passa a depender da pressão e o aporte de oxigénio diminui. Daqui resultam redução da amplitude e aumento da latência dos PESS e dos PEM, e lentificação do EEG com instalação de surto-supressão.^{2,40} A **Tabela 2** resume o efeito da PAM sobre as diferentes modalidades.

Os PEM refletem a via corticoespinal e são os mais sensíveis à hipoperfusão. Na cirurgia da coluna, a sua alteração precede a dos PESS em cerca de 15 minutos. Esta via depende da excitabilidade cortical e medular, da transmissão sináptica e da junção neuromuscular.^{2,40} Reduções da PAM na ordem de um terço já alteram a amplitude dos PEM, o que justifica titulá-la perante este sinal de alarme. A hipoxemia e a anemia

Tabela 2. Alterações nos potenciais evocados de acordo com a pressão arterial média (PAM).

PAM	PESS	PEM	PEATC
< 60 mmHg	↓ Amplitude ↑ Tempo de condução	↓ Amplitude (discreta)	Sem alterações
< 50 mmHg	↓↓ Amplitude (≥50%) ↑↑ Tempo de condução	↓↓ Amplitude (rápida), com possível ausência temporária	Sem alterações
< 40 mmHg	Abolição ondas corticais Persistência de ondas subcorticais	Desaparecimento	↓ Amplitude se PPC < 30 mmHg
Hipertensão grave (acima da autorregulação)	↑ Tempo de condução ↑ Variabilidade	Amplitude variável, com possível deterioração secundária	Preservados até edema cerebral

PEATC – potenciais evocados do tronco cerebral, PPC – pressão de perfusão cerebral, PESS – potenciais evocados somatossensitivos, PEM – potenciais evocados motores.

concomitantes agravam a sensibilidade à hipotensão.^{2,40} O limiar inferior de autorregulação varia entre doentes e é mais elevado no hipertenso. A referência prática é, por isso, manter a PAM próxima do valor basal e não um valor absoluto.⁴¹ Os PEATC são menos sensíveis à hipotensão, pela redundância vascular do tronco cerebral, e só desaparecem com pressão de perfusão inferior a 30 mmHg.^{2,40} Os PESS são sensíveis à hipoperfusão cortical e menos à medular⁸: os geradores corticais dependem de ramos de artérias terminais, cujos mecanismos compensatórios ficam comprometidos na hipoperfusão global, ao passo que os fascículos da coluna dorsal são irrigados por duas artérias espinhais posteriores.² Dentro do intervalo de autorregulação, a elevação da pressão arterial melhora de forma transitória as modalidades deprimidas pela hipoperfusão, pelo que vários protocolos recomendam elevar a PAM em 10% a 20% acima do valor basal como medida de resgate.^{2,40} Acima do limite superior de autorregulação, a hiperperfusão produz edema cerebral, com prolongamento da latência e redução da amplitude de instalação mais lenta do que na hipotensão.^{2,40}

2. Ventilação

A ventilação mecânica invasiva não interfere com a condução neuronal, mas altera variáveis que determinam a perfusão cerebral e medular. A pressão positiva na via aérea aumenta a pressão intratorácica e reduz o retorno venoso e o débito cardíaco; a queda da PAM daí resultante diminui a amplitude e aumenta a latência dos potenciais.^{7,40,42,43}

Valores elevados de pressão positiva no final da expiração deterioram os PESS e os PEM, sobretudo quando a autorregulação está comprometida; pressões de pico elevadas produzem variabilidade cíclica dos sinais.^{7,40,42,43}

A hipocapnia por hiperventilação induz vasoconstrição cerebral e dificulta a aquisição de PESS e PEM. Kalkman e colaboradores observaram, contudo, que variações da pressão parcial de dióxido de carbono entre 20 e 50 mmHg alteram o EEG sem modificar as latências ou amplitudes dos PESS corticais,⁴² pelo que o efeito do dióxido de carbono é menor sobre os potenciais evocados do que sobre o EEG. Valores mais elevados aumentam a pressão intracraniana. A conduta recomendada inclui normocapnia, com pressão parcial de dióxido de carbono entre 35 e 40 mmHg, pressão positiva no final da expiração moderada e pressões de via aérea mínimas.^{7,40,42,43}

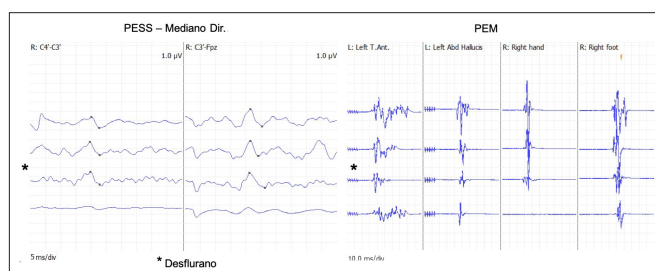


Figura 3. Efeito do desflurano sobre a amplitude dos potenciais evocados. A amplitude diminui de forma significativa (*) face ao registo inicial, tanto na modalidade sensitiva (à esquerda) como na motora (à direita).

Tabela 3. Padrão comparativo de achados neurofisiológicos consoante a origem em variação térmica ou em lesão neuronal.

Efeito térmico	Lesão neuronal
Alterações simétricas e bilaterais.	Alterações focais ou assimétricas
Relação temporal entre a variação.	Alterações com temperatura estável
↑ Gradual do tempo de condução	↓ Abrupta da amplitude ou abolição súbita dos potenciais
Alterações corticais e preservação dos componentes subcorticais	Afetação simultânea das ondas subcorticais e corticais
↓ Amplitude	Alteração da morfologia
Recuperação rápida	Recuperação incompleta e tardia
Alterações reprodutíveis e estáveis	Agravamento progressivo ao longo do tempo
Ausência de eventos cirúrgicos coincidentes	Coincidentes com eventos cirúrgicos de risco
Sinais compatíveis com fenómeno sistémico	Sinais de lesão local, isquemia regional ou dano direto

3. Temperatura

A temperatura corporal influencia a condução axonal, a transmissão sináptica e o metabolismo neuronal, com repercussão nos PEM, PESS, PEATC e no EEG.

A hipotermia reduz a velocidade de condução e lentifica a transmissão sináptica, com redução da amplitude e aumento da latência. O efeito é aditivo entre axónios e sinapses e maior nas vias com mais sinapses, como a via dorso-lemniscal avaliada pelos PESS, na qual os geradores corticais são mais afetados do que os subcorticais.^{8,44,45,46} Nos PEM surgem alterações difusas, com redução da amplitude. Os PEATC resistem à hipotermia ligeira, com prolongamento bilateral das latências interpicos. A temperatura deve permanecer dentro de 2°C do valor basal e nunca abaixo de 35°C.^{8,44,45,46}

A hipertermia produz efeitos opostos. Um aumento de 37°C para 39°C reduz o tempo de condução dos PESS em 5% a 7%; acima deste valor, a latência volta a aumentar e surge risco de disfunção neuronal.^{8,44,45,46} Acima de 40°C, a amplitude dos PESS e dos PEM diminui e o sinal perde estabilidade. No EEG, as fases iniciais da febre cursam com aumento da frequência e redução da amplitude.^{8,44,45,46} A **Fig. 3** representa os efeitos da hipotensão e da hipotermia sobre os potenciais evocados; a **Tabela 3** distingue as alterações de origem térmica das de origem lesional.

4. Anemia

A redução da concentração de hemoglobina diminui o conteúdo arterial de oxigénio, com prolongamento da latência e redução progressiva da amplitude, mais evidentes nos PESS. Valores de hemoglobina entre 6 e 8 g/dL alteram de forma mensurável os PESS, os PEM e os PEV.^{2,47,48,49} Os PEATC permanecem estáveis, pela menor dependência metabólica das estruturas profundas do tronco cerebral, com alterações apenas em anemia crítica.^{2,47,48,49}

Os PESS são os mais sensíveis, pelo metabolismo do córtex sensitivo e pelo número de sinapses. As alterações começam com hematócrito entre 20% e 30% e atingem reduções de amplitude iguais ou superiores a 50% com hematócrito entre 15% e 20%; abaixo de 15% há risco de perda das ondas corticais, com manutenção dos componentes subcorticais.^{2,47,48,49} A interpretação deve considerar o padrão global e simétrico, a relação temporal com a hemorragia e a reversibilidade parcial após correção hemodinâmica. A anemia isolada raramente produz deterioração súbita; associada a hipotensão, acelera a perda do sinal. O hematócrito deve permanecer acima de 30%,^{2,47,48,49} valor destinado a assegurar a qualidade do traçado e não um alvo transfusional.

5. Dispositivos implantados

Os dispositivos de estimulação elétrica implantáveis interferem sobretudo com os PESS, embora a literatura disponível seja escassa. Nos pacemakers, os artefactos são pouco frequentes e anuláveis por filtros. Na estimulação cerebral profunda têm amplitude superior e surgem em vários elétrodos do escalpe, com aumento da taxa de rejeição e contaminação residual mesmo após filtragem. A presença destes dispositivos exige adaptação do registo e cautela na interpretação.

CONDUÇÃO ANESTÉSICA NA PRÁTICA CLÍNICA

A anestesia de um doente proposto para cirurgia com MNIO segue os princípios de qualquer anestesia geral e acrescenta-lhes a exigência de preservar o registo dos sinais. Três princípios organizam a conduta: é a modalidade mais exigente que condiciona o plano anestésico^{4,5}; a estabilidade desse plano tem peso equivalente ao da escolha dos agentes, porque uma variação abrupta produz alterações de sinal indistinguíveis das de causa cirúrgica^{2,5}; e os ajustes devem ser feitos no início do procedimento, antes do período de risco neurológico.⁴ A **Fig. 4** sintetiza a sequência de conduta.

1. Pré-medicação

A preparação começa com a discussão prévia com a equipa de neurofisiologia sobre as modalidades a vigiar, da qual decorre o plano subsequente. Se estiverem previstos PEM ou registo eletromiográfico, o bloqueio neuromuscular deve ficar restrito à intubação sempre que possível; se a monitorização abranger apenas PESS, PEATC ou onda D, a margem farmacológica é maior.^{4,5} Importa antecipar a dificuldade técnica, uma vez que a idade avançada, a imaturidade do sistema nervoso na criança e o défice neurológico prévio con-

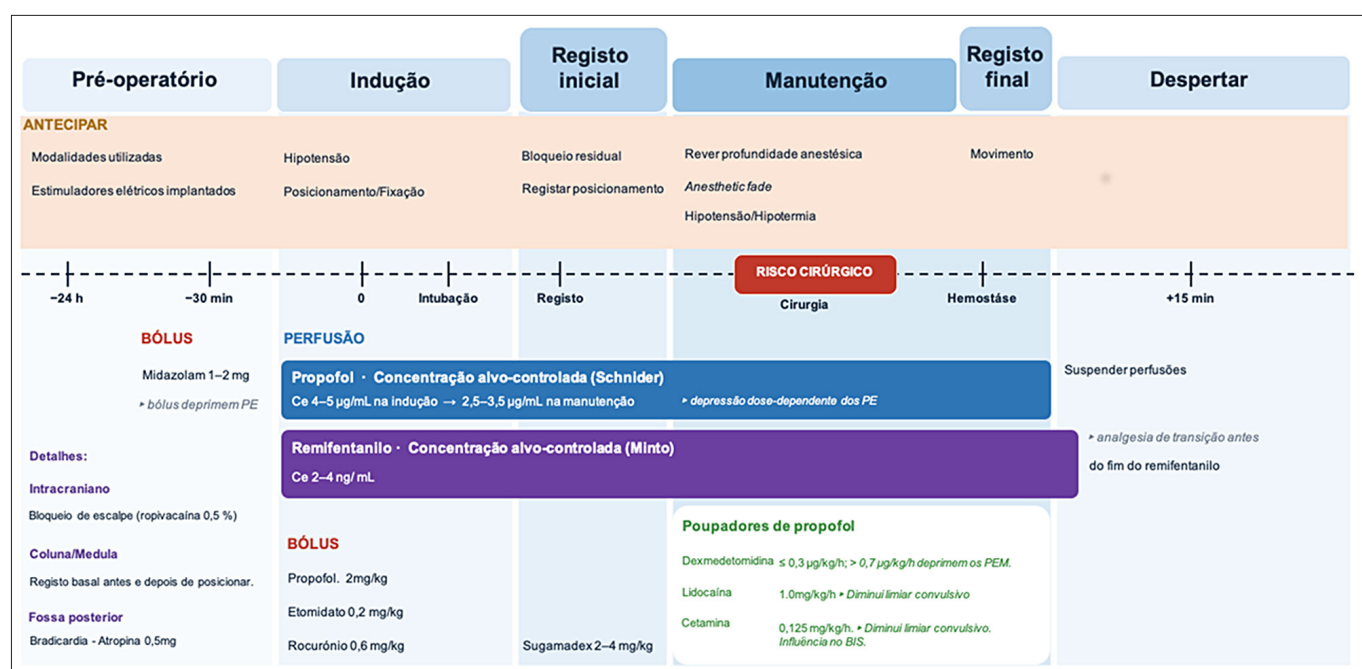


Figura 4. Conduta anestésica ao longo das fases da cirurgia com monitorização neurofisiológica. Os fármacos indicados são sugestões, cuja adequação depende do doente e do tipo de cirurgia; a cetamina, por exemplo, exige ponderação na cirurgia intracraniana.

dicionam sinais basais de baixa amplitude.⁴ Convém ainda esclarecer a localização dos elétrodos, dado que a colocação no palato ou na língua pode limitar o acesso recorrente à via aérea, pelo risco de remoção.⁵

As benzodiazepinas em dose de pré-medicação têm efeito reduzido sobre os potenciais evocados; a escolha deve recair sobre moléculas de ação curta, sem doses repetidas.⁹

2. Indução

A indução recorre, na maioria dos casos, a propofol associado a um opioide de ação curta, para atenuar a resposta à laringoscopia. O etomidato (0,2-0,3 mg/kg em bólus) é alternativa útil pelo aumento que produz na amplitude dos PESS corticais, mas a sua ação breve favorece agentes administráveis em perfusão. O alfentanilo (10-20 µg/kg em bólus) é outro candidato, com a ressalva de ativar a atividade epileptiforme, propriedade útil no mapeamento da epilepsia mas indesejável nos restantes contextos.⁸ A intubação exige habitualmente um relaxante não despolarizante, cuja reversão espontânea precede os registos iniciais.⁵ Quando os registos basais são necessários logo após a intubação, como na instabilidade da coluna cervical, o par rocurónio-sugamadex permite reversão confirmada por SQE.⁵

A indução é também o momento de rever os dispositivos elétricos implantados. Os estimuladores cerebrais profundos, do nervo vago e medulares devem ser desligados antes da incisão, para evitar o artefacto que introduzem no traçado, sobretudo nos PESS, e a interferência com a estimulação transcraniana e o eletrocautério. Nos portadores de pacemaker, o dispositivo deve ser programado em modo assíncrono e a função antitaquicardia dos cardioversores-desfibriladores desativada, com vigilância contínua do ritmo e desfibrilhador externo disponível. Todos devem ser reprogramados e verificados nas 24 horas seguintes ao procedimento.²

A fixação craniana constitui um dos estímulos nociceptivos mais intensos do procedimento e ocorre antes de a profundidade estar estabilizada. A infiltração dos pontos de fixação com anestésico local, ou um bólus prévio de opioide, previne a resposta hipertensiva.⁵⁰ Em alternativa, na ausência de monitorização de reflexos cranianos, como o reflexo do pestanejo ou os trigémino-palatais, o bloqueio de escalpe com ropivacaína 0,5% ou lidocaína 2% constitui opção válida, respeitadas as doses máximas por quilograma.⁵⁰ No caso da lidocaína, a dose acumulada deve ser contabilizada sempre que o fármaco seja igualmente administrado em perfusão.

3. Manutenção

A manutenção assenta na ATIV com propofol e remifentanilo, regime de eleição nos procedimentos neurocirúrgicos com MNIO pela preservação dos PEM e dos componentes corticais dos PESS e pelo perfil de despertar.² A perfusão alvo-controlada facilita a estabilidade: um protocolo aplicado a 419 clipagens de aneurisma com vigilância de PEM utilizou concentração no local de efeito fixa de propofol de 3 µg/mL e de remifentanilo ajustável entre 10 e 12 ng/mL, com incidência de movimento espontâneo de 0,2%.⁵¹

O princípio operacional desta fase é a estabilidade da sedo-analgesia. Os bólus e as variações abruptas do débito produzem depressões transitórias que mimetizam lesão e originam falsos alarmes.^{2,5} O aprofundamento, quando necessário, deve ser gradual e comunicado às restantes equipas.

Três dificuldades merecem antecipação. A primeira é o movimento do doente, agravado pela estimulação transcraniana e pela ausência de bloqueio, minimizado pelo reforço da componente antinociceptiva.⁴ A segunda é o anesthetic fade, mitigado com adjuvantes poupadores de propofol.¹⁹ A terceira é a hipotensão sustentada. Os anestésicos inalatórios devem ser evitados pela depressão que exercem sobre os PEM; quando inevitáveis, a concentração deve permanecer abaixo de 0,4 CAM, com a ressalva de que mesmo doses baixas reduzem a amplitude.²⁰

4. Profundidade anestésica

A titulação da profundidade assume relevância por duas razões: a ausência de bloqueio neuromuscular transfere-lhe a responsabilidade pela imobilidade, e a técnica intravenosa acarreta risco acrescido de despertar acidental, já que a concentração é calculada e não medida, dependendo da integridade da linha de perfusão.⁵ A monitorização por eletroencefalograma processado, com BIS entre 40 e 60, constitui a prática recomendada⁵ e é compatível com PEM reproduzíveis.²¹ Duas limitações importam: o índice perde fiabilidade na presença de cetamina, e a atividade eletromiográfica frontal eleva o valor apresentado quando não há relaxante.⁵ Nestes contextos, os índices derivados dos potenciais auditivos de latência média e o eletroencefalograma de regiões centroparietais apresentam melhor correlação com a profundidade e podem auxiliar a decisão.¹¹

5. Considerações por território cirúrgico

Os princípios anteriores são transversais. O território cirúrgico desloca, porém, o foco das preocupações do anestesista. Na cirurgia intracraniana, a ATIV é a técnica preferida, pela qualidade do sinal e pelo controlo da pressão intracraniana e da pressão de perfusão cerebral. Acresce um despertar previsível, que permite a avaliação neurológica precoce e distingue o défice novo do efeito residual do anestésico. Na clipagem de aneurisma, a conduta assenta na pressão arterial e inverte o seu sentido ao longo da intervenção. Antes da exclusão do aneurisma importa evitar picos hipertensivos na intubação, na fixação craniana, na incisão e na dissecação da base, que podem precipitar rotura.⁵² Durante a clipagem temporária, a hipertensão induzida aumenta a perfusão no território dependente, com a ressalva de limitar a duração da oclusão.⁵² A hipotensão é igualmente indesejável, porque reduz a pressão de perfusão e deprime a amplitude dos potenciais. A referência prática é manter a PAM próxima do valor basal, com vasopressor em perfusão.⁵²

Na cirurgia da medula espinal, o determinante é a vigilância motora sem bloqueio neuromuscular. Acrescem duas particularidades. A primeira é o posicionamento: nas intervenções com flexão cervical, os registos basais devem ser obti-

dos em decúbito dorsal e repetidos após o posicionamento, pois a deterioração entre os dois momentos permite corrigir a posição antes da incisão.⁵ A segunda é a onda D, registada por eléctrodo epidural ou subdural na cirurgia de tumores intramedulares. Por resultar da ativação direta e assínptica do trato corticoespinal, não sofre efeito dos agentes anestésicos e permanece registável sob bloqueio neuromuscular.⁵³ Perante a abolição dos PEM, a onda D assegura a vigilância da via motora e constitui alternativa quando o relaxante é inevitável, como na desadaptação à ventilação mecânica.

Na cirurgia da fossa posterior, a manipulação do tronco cerebral e dos pares cranianos provoca instabilidade hemodinâmica, com bradicardia em cerca de um quarto dos doentes. A estimulação do trigémeo pode desencadear o reflexo trigémino-cardíaco, com bradicardia ou assistolia.⁵⁴ A antecipação passa por pedir à equipa cirúrgica a suspensão da tração antes de recorrer a fármacos de ação curta, prevendo o rebound hipertensivo. O registo eletromiográfico contínuo dos pares cranianos e o mapeamento dos núcleos motores no pavimento do quarto ventrículo impõem a ausência de relaxante e geram estimulação romboencefálica intensa. A profundidade deve ser titulada para conter a resposta sem comprometer o traçado.⁵⁴ A euolemia e a PAM devem permanecer no limite superior do normal. O despertar exige cautela. A disfunção dos pares cranianos baixos e o compromisso do drive respiratório podem justificar manter a via aérea protegida. A decisão de extubar assenta nos sinais neurofisiológicos e no exame neurológico precoce, não no tempo cirúrgico decorrido.⁵⁴

ATUAÇÃO PERANTE ALTERAÇÃO DO SINAL

A alteração dos sinais é frequentemente o primeiro indício de compromisso neurológico reversível e exige resposta imediata e multidisciplinar. A adoção de protocolos padronizados, sob a forma de listas de verificação, melhora a comunicação, reduz a variabilidade da resposta e contribui para a prevenção de défices permanentes.^{55,56}

O primeiro passo é a caracterização da alteração: modalidade afetada, lateralidade, tempo de instalação, padrão difuso ou focal, magnitude e reversibilidade. Daqui decorre a hipótese etiológica, enquadrável em quatro domínios — técnico, fisiológico, farmacodinâmico ou cirúrgico. Como regra orientadora, as alterações globais e simétricas traduzem fatores anestésicos ou sistémicos, enquanto as focais ou assimétricas sugerem causa técnica ou cirúrgica.²

Excluída uma causa técnica imediata, as três equipas atuam em paralelo, conforme a **Tabela 4**: à neurofisiologia compete verificar a integridade do registo e os parâmetros de estimulação; à anestesia, rever os agentes em curso e as variáveis fisiológicas e confirmar o bloqueio por SQE; à cirurgia, a pausa do gesto e a revisão das manobras realizadas no momento da perda de sinal.

A resposta deve ser paralela e não linear, dado que a etiologia é frequentemente multifatorial. A elevação da PAM e a otimização da oxigenação constituem a medida de resgate de primeira linha, podendo a recuperação demorar 30 minutos ou mais quando a causa é anestésica.² A persistência da

Tabela 4. Feixe de atuação após alteração de sinal neurofisiológico durante a monitorização neurofisiológica.

Feixe de atuação entre equipas		
Neurofisiologia	Anestesia	Cirurgia
Caracterizar a alteração:	Verificar agentes anestésicos:	Ações imediatas:
<ul style="list-style-type: none"> - Modalidade - Localização - Padrão de envolvimento - Tempo de instalação - Magnitude da alteração - Reversibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar agentes - Tipologia de administração - Dosagem - Local e mecanismo de ação - Efeitos adversos - Efeito sinérgico entre anestésicos e variáveis fisiológicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Pausa cirúrgica - Discussão multidisciplinar de eventos/manobras no momento da perda de sinal - Revisão do campo cirúrgico - Considerar reversão do gesto cirúrgico
Verificar registo:	Avaliação fisiológica:	Ajustes intraoperatórios:
<ul style="list-style-type: none"> - Impedância - Integridade de eléctrodos - Ruído elétrico - Presença de terra - Passabanda - Conformidade de identificação - Ganho e varrimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Pressão arterial - Hemoglobina - Volume sanguíneo - Oxigenação - Pressão parcial de CO₂ - Temperatura - Glicémia - Eletrólitos e relação ácido-base 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da instrumentação/gesto - Vasodilatador local - Anticonvulsivante/corticoide sistémico
Verificar estimulação:	Bloqueio neuromuscular:	Informação complementar:
<ul style="list-style-type: none"> - Medição de corrente no circuito - Integridade de eléctrodos - Conformidade de identificação do local de estímulo - Presença de artefacto de estímulo - Tipologia de pulso - Fase da corrente - Testar diferentes intensidades/frequências 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorização com estimulação repetitiva - Reversão do relaxante muscular 	<ul style="list-style-type: none"> - Imagiologia peri-operatória adicional - Quantificar reversibilidade da alteração do sinal
Confirmar posicionamento:	Neuroproteção:	Decisão clínica:
<ul style="list-style-type: none"> - Posição do pescoço e membros - Pontos de pressão externa 	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de descontinuidade no EEG, sem supressão mantida 	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar suspensão de procedimento - Considerar estratégias ou procedimentos alternativos

alteração após exclusão sistemática de causas técnicas, fisiológicas e farmacológicas aumenta a probabilidade de lesão estrutural e deve orientar a decisão para estratégias alternativas ou para a interrupção do procedimento. A eficácia desta abordagem depende da comunicação em circuito fechado entre as três equipas e de protocolos previamente treinados.

LIMITAÇÕES

Esta revisão tem limitações. A pesquisa abrangeu apenas uma base de dados, o que pode ter excluído trabalhos indexados noutras fontes. Enquanto revisão narrativa, este trabalho não inclui avaliação sistemática da qualidade metodológica nem do risco de viés. A maioria dos estudos é observacional e não aleatorizada, com amostras reduzidas e heterogeneidade de regimes, modalidades e critérios de alarme. Essa heterogeneidade impede a comparação direta e a síntese quantitativa, e reduz a força das recomendações propostas. Vários parâmetros de referência derivam da cirurgia da coluna, pelo que a extrapolação para a cirurgia intracraniana exige cautela.

CONCLUSÃO

A leitura dos sinais neurofisiológicos é indissociável do regime anestésico e do estado fisiológico do doente. Os agentes anestésicos modificam a amplitude e a latência dos potenciais evocados em função do fármaco, da dose e da modalidade monitorizada. As respostas corticais e musculares são as mais suscetíveis.

Na maioria dos procedimentos que exigem monitorização das respostas motoras, a ATIV com propofol e remifentanil é a estratégia que melhor preserva os sinais. Os bloqueadores neuromusculares devem ser evitados após a intubação na presença de monitorização de PEM ou de respostas eletromiográficas, salvo quando clinicamente indispensáveis.

A estabilidade do plano anestésico e o controlo da pressão arterial, da ventilação, da temperatura, da oxigenação e da hemoglobina determinam a qualidade do traçado. Perante uma alteração, a resposta deve ser estruturada, simultânea e multidisciplinar. Só assim é possível identificar e corrigir a tempo as causas técnicas, anestésicas, fisiológicas ou cirúrgicas reversíveis.

CONTRIBUTORSHIP STATEMENT / DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO

JL: Conceção do trabalho, estratégia de pesquisa, seleção de artigos, redação e revisão crítica.

MB: Seleção de artigos, extração de dados e redação.

AHP, MB e RC: revisão crítica do conteúdo anestesiológico e aprovação da versão final.

Todos os autores aprovaram a versão submetida e assumem responsabilidade pela integridade do trabalho.

JL: Study design, research strategy, article selection, writing, and critical review.

MB: Article selection, data extraction, and writing.

AHP, MB and RC: Critical review of the anesthesiology con-

tent and approval of the final version.

All authors approved the submitted version and take responsibility for the integrity of the work.

Responsabilidades Éticas

Conflitos de Interesse: Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse.

Apoio Financeiro: Este trabalho não recebeu qualquer subsídio, bolsa ou financiamento.

Proveniência e Revisão por Pares: Não solicitado; revisão externa por pares.

Ethical Disclosures

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Support: This work has not received any contribution grant or scholarship.

Provenance and Peer Review: Not commissioned; externally peer-reviewed.

Submissão: 11 de setembro, 2026 | Received: 11th of September, 2026

Aceitação: 2 de outubro, 2026 | Accepted: 2nd of October, 2026

Publicado: 7 de outubro, 2026 | Published: 7th of October, 2026

© 2026 Revista SPA. Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC BY-NC 4.0. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC 4.0. Nenhuma reutilização comercial.

© 2026 SPA Journal. This is an open-access article under the CC BY-NC 4.0. Re-use permitted under CC BY-NC 4.0. No commercial re-use.

REFERENCES

1. Nunes RR, Bersot CDA, Garritano JG. Intraoperative neurophysiological monitoring in neuroanesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2018;31:532-8. doi:10.1097/ACO.0000000000000645.
2. Adkins GB, Mirallave Pescador A, Koht AH, Gosavi SP. Intraoperative neuro-monitoring in intracranial surgery. *BJA Educ*. 2024;24:173-82. doi:10.1016/j.bjae.2024.02.002.
3. Reysner M, Reysner T, Janusz P, Kowalski G, Geisler-Wojciechowska A, Grochowicka M, et al. The influence of anesthesia on neuromonitoring during scoliosis surgery: a systematic review. *Neurosci*. 2024;5:693-712. doi:10.3390/neurosci5040049.
4. Sloan TB, Koht A. General anesthetic considerations in intraoperative monitoring. In: Loftus CM, editor. *Intraoperative neurophysiological monitoring*. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier; 2014. Chapter 14.
5. Kumar R, Goonasekera C. Implications of general anaesthesia. In: *Basics of intraoperative monitoring*. Cambridge: Cambridge University Press; 2019. Chapter 8.
6. Schwender D, Faber-Züllig E, Klasing S, Pöppel E, Peter K. Motor signs of wakefulness during general anaesthesia with propofol, isoflurane and flunitrazepam/fentanyl and midlatency auditory evoked potentials. *Anaesthesia*. 1994;49:379-85. doi:10.1111/j.1365-2044.1994.tb03516.x.
7. Deiner S. Highlights of anesthetic considerations for intraoperative neuromonitoring. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2010;14:51-3. doi:10.1177/1089253210362792.
8. Banoub M, Tetzlaff JE, Schubert A. Pharmacologic and physiologic influences affecting sensory evoked potentials: implications for perioperative monitoring. *Anesthesiology*. 2003;99:716-37. doi:10.1097/00000542-200309000-00029.
9. Kim MH, Park J, Park YG, Cho YE, Kim D, Lee DJ, et al. Comparison of intraoperative neurophysiological monitoring between propofol and remimazolam during total intravenous anesthesia in the cervical spine surgery: a prospective, double-blind, randomized controlled trial. *Korean J Anesthesiol*. 2025;78:16-29. doi:10.4097/kja.24613.
10. Laureau E, Marciniak B, Hébrard A, Herbaux B, Guieu JD. Comparative study of propofol and midazolam effects on somatosensory evoked potentials during surgical treatment of scoliosis. *Neurosurgery*. 1999;45:123-30. doi:10.1097/00006123-199907000-00017.
11. Ge SJ, Zhuang XL, Wang YT, Wang ZD, Li HT. Changes in the rapidly extracted auditory evoked potentials index and the bispectral index during sedation induced by propofol or midazolam under epidural block. *Br J Anaesth*. 2002;89:260-4. doi:10.1093/bja/aei187.
12. Scheufler KM, Zentner J. Total intravenous anesthesia for intraoperative monitoring of the motor pathways: an integral view combining clinical and experimental data. *J Neurosurg*. 2002;96:571-9. doi:10.3171/jns.2002.96.3.0571.
13. Pechstein U, Nadstawek J, Zentner J, Schramm J. Isoflurane plus nitrous oxide versus propofol for recording motor evoked potentials after high-frequency stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1998;108:175-81. doi:10.1016/S0168-5597(97)00086-5.

14. Tamkus AA, Rice KM, Kim HL. Differential rates of false-positive findings in transcranial electric motor evoked potential monitoring when using inhalational anesthesia versus total intravenous anesthesia during spine surgeries. *Spine J*. 2014;14:1440-6. doi:10.1016/j.spinee.2013.08.037.
15. Malcharek MJ, Loeffler S, Schiefer D, Manceur MA, Sablotzki A, Gille J, et al. Transcranial motor evoked potentials during anesthesia with desflurane versus propofol: a prospective randomized trial. *Clin Neurophysiol*. 2015;126:1825-32. doi:10.1016/j.clinph.2014.11.025.
16. Hasan MS, Tan JK, Chan CYW, Kwan MK, Abdul Karim FS, Goh KJ. Comparison between effect of desflurane/remifentanyl and propofol/remifentanyl anesthesia on somatosensory evoked potential monitoring during scoliosis surgery: a randomized controlled trial. *J Orthop Surg*. 2018;26:2309499018789529. doi:10.1177/2309499018789529.
17. Martin DP, Bhalla T, Thung A, Rice J, Beebe A, Samora W, et al. A preliminary study of volatile agents or total intravenous anesthesia for neurophysiological monitoring during posterior spinal fusion in adolescents with idiopathic scoliosis. *Spine*. 2014;39:E1318-24. doi:10.1097/BRS.0000000000000550.
18. Alhowary A, El-Radaideh K, Al-Rusan A, Bani Hani D, Khraise W, Al Omari A, et al. Effect of total intravenous vs volatile anesthetics on intraoperatively acquired electrically evoked compound action potential in children undergoing cochlear implant surgery: a randomized prospective study. *J Clin Anesth*. 2017;36:80-3. doi:10.1016/j.jclinane.2016.10.008.
19. Sloan TB, Mongan P, Lyda C, Koht A. Lidocaine infusion adjunct to total intravenous anesthesia reduces the total dose of propofol during intraoperative neurophysiological monitoring. *J Clin Monit Comput*. 2014;28:139-47. doi:10.1007/s10877-013-9506-x.
20. Sloan TB, Toleikis JR, Toleikis SC, Koht A. Intraoperative neurophysiological monitoring during spine surgery with total intravenous anesthesia or balanced anesthesia with 3% desflurane. *J Clin Monit Comput*. 2015;29:77-85. doi:10.1007/s10877-014-9571-9.
21. Hudec J, Kosinová M, Prokopová T, Zelinková H, Hudáček K, Repko M, et al. The influence of depth of sedation on motor evoked potentials monitoring in youth from 4 to 23 years old: preliminary data from a prospective observational study. *Front Med (Lausanne)*. 2024;11:1471450. doi:10.3389/fmed.2024.1471450.
22. Pacreu S, Vilà E, Moltó L, Fernández-Candil J, Fort B, Lin Y, et al. Effect of dexmedetomidine on evoked-potential monitoring in patients undergoing brain stem and supratentorial cranial surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2021;65:1043-53. doi:10.1111/aas.13835.
23. Drummond JC, Todd MM, Schubert A, Sang H. Effect of acute administration of high-dose pentobarbital on human brainstem auditory and median nerve somatosensory evoked responses. *Neurosurgery*. 1987;20:830-5. doi:10.1227/00006123-198706000-00002.
24. Chi OZ, Field C, Ryterband S. Visual evoked potentials during thiopentone-fentanyl-nitrous oxide anaesthesia and hypoxemia. *Can J Anaesth*. 1989;36:637-40. doi:10.1007/BF03005414.
25. Ling M, Tao X, Ma S, Yang X, Liu L, Fan X, et al. Predictive value of intraoperative facial motor evoked potentials in vestibular schwannoma surgery under 2 anesthesia protocols. *World Neurosurg*. 2018;111:e267-76. doi:10.1016/j.wneu.2017.12.029.
26. Li X, Zhang B, Yu L, Yang J, Tan H. Influence of sevoflurane-based anesthesia versus total intravenous anesthesia on intraoperative neuromonitoring during thyroidectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020;162:853-9. doi:10.1177/0194599820912030.
27. Deng Y, Chen J, Liu ZX, Yang J, Huang Z, Yang J, et al. Descending neurogenic evoked potentials monitoring is an effective alternative in spinal deformity surgery under inhaled anesthesia. *World Neurosurg*. 2024;184:e17-24. doi:10.1016/j.wneu.2023.10.109.
28. Asouhidou I, Katsardis V, Vaidis G, Ioannou P, Givissis P, Christodoulou A, et al. Somatosensory evoked potentials suppression due to remifentanyl during spinal operations: a prospective clinical study. *Scoliosis*. 2010;5:8. doi:10.1186/1748-7161-5-8.
29. National Center for Biotechnology Information. PubChem compound summary for CID 3345, fentanyl [Internet]. Bethesda: National Library of Medicine; [cited 2026 May 19]. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3345>
30. National Center for Biotechnology Information. PubChem compound summary for CID 60815, remifentanyl [Internet]. Bethesda: National Library of Medicine; [cited 2026 Jun 18]. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/60815>
31. National Center for Biotechnology Information. PubChem compound summary for CID 3821, ketamine [Internet]. Bethesda: National Library of Medicine; [cited 2026 Jun 18]. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3821>
32. Sloan TB, Heyer EJ. Anesthesia for intraoperative neurophysiological monitoring of the spinal cord. *J Clin Neurophysiol*. 2002;19:430-43. doi:10.1097/00004691-200210000-00006.
33. Furutani K, Deguchi H, Matsushashi M, Mitsuma Y, Kamiya Y, Baba H. A bolus dose of ketamine reduces amplitude of transcranial electrical motor-evoked potentials: a randomized, double-blinded study. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2021;33:230-8. doi:10.1097/ANA.0000000000000653.
34. Urban MK, Fields K, Donegan SW, Beathe JC, Pinter DW, Boachie-Adjei O, et al. A randomized crossover study of the effects of lidocaine on motor- and sensory-evoked potentials during spinal surgery. *Spine J*. 2017;17:1889-96. doi:10.1016/j.spinee.2017.06.024.
35. National Center for Biotechnology Information. PubChem compound summary for CID 22475, succinylcholine [Internet]. Bethesda: National Library of Medicine; [cited 2026 May 19]. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/22475>
36. National Center for Biotechnology Information. PubChem compound summary for CID 441351, rocuronium [Internet]. Bethesda: National Library of Medicine; [cited 2026 May 19]. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/441351>
37. National Center for Biotechnology Information. PubChem compound summary for CID 47320, atracurium [Internet]. Bethesda: National Library of Medicine; [cited 2026 May 19]. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/47320>
38. Dineen J, Simon MV, Nozari A. Anesthesia and intraoperative neurophysiology. In: *Basics of intraoperative monitoring*. Cambridge: Cambridge University Press; 2019. Chapter 2.
39. Malcharek MJ, Herbst V, Bartz GJ, Manceur AM, Gille J, Hennig G, et al. Multimodal evoked potential monitoring in asleep patients versus neurological evaluation in awake patients during carotid endarterectomy: a single-centre retrospective trial of 651 patients. *Minerva Anesthesiol*. 2015;81:1070-8.
40. Dong WK, Bledsoe SW, Chadwick HS, Shaw CM, Hornbein TF. Electrical correlates of brain injury resulting from severe hypotension and hemodilution in monkeys. *Anesthesiology*. 1986;65:617-25. doi:10.1097/00000542-198612000-00009.
41. Drummond JC. Blood pressure and the brain: how low can you go? *Anesth Analg*. 2019;128:759-71. doi:10.1213/ANE.0000000000004034.
42. Kalkman CJ, Boezeman EH, Ribberink AA, Oosting J, Deen L, Bovill JG. Influence of changes in arterial carbon dioxide tension on the electroencephalogram and somatosensory cortical evoked potentials during alfentanil/nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology*. 1991;75:68-74. doi:10.1097/00000542-199107000-00012.
43. Iadecola C. The neurovascular unit coming of age: a journey through neurovascular coupling in health and disease. *Neuron*. 2017;96:17-42. doi:10.1016/j.neuron.2017.07.030.
44. Zeitlhofer J, Steiner M, Bousek K, Asenbaum S, Mayr N, Wolner E, et al. The influence of temperature on somatosensory-evoked potentials during cardiopulmonary bypass. *Eur Neurol*. 1990;30:284-90. doi:10.1159/000117382.
45. Oro J, Haghighi SS. Effects of altering core body temperature on somatosensory and motor evoked potentials in rats. *Spine*. 1992;17:498-503. doi:10.1097/00007632-199205000-00005.
46. Belletti A, Lee DK, Yanase F, Naorungroj T, Eastwood GM, Bellomo R, et al. Changes in processed EEG parameters during hypothermia in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1084426. doi:10.3389/fcvm.2023.1084426.
47. Sloan TB, Jameson LC, Janik DJ, Koht A. Evoked potentials. In: Cottrell JE, Patel P, editors. *Cottrell and Patel's neuroanesthesia*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017.
48. Colin F, Bourgain R, Manil J. Progressive alteration of somatosensory evoked potential waveforms with lowering of cerebral tissue PO₂. *Arch Int Physiol Biochim*. 1978;86:677-9. doi:10.3109/13813457809055940.
49. Kobrine AI, Evans DE, Rizzoli HV. Relative vulnerability of the brain and spinal cord to ischemia. *J Neurol Sci*. 1980;45:65-72. doi:10.1016/S0022-510X(80)80007-4.
50. Sloan TB, Koht A. Principles of anesthesia. In: Deletis V, Shils JL, Sala F, Seidel K, editors. *Neurophysiology in neurosurgery: a modern approach*. 2nd ed. London: Elsevier; 2020. Chapter 40.
51. Park YS, Koo YS, Ha S, Lee S, Sim JH, Kim JU. Total intravenous anesthesia protocol for decreasing unacceptable movements during cerebral aneurysm clipping with motor-evoked potential monitoring: a historical control study and meta-analysis. *J Pers Med*. 2023;13:1266. doi:10.3390/jpm13081266.
52. Abd-Elsayed AA, Wehby AS, Farag E. Anesthetic management of patients with intracranial aneurysms. *Ochsner J*. 2014;14:418-25.
53. Zurita Perea SN, Alvarez Abut PA, Seidel K. A concise guide to D-wave monitoring during intramedullary spinal cord tumour surgery. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60:1242. doi:10.3390/medicina60081242.
54. Jagannathan S, Krovvidi H. Anaesthetic considerations for posterior fossa surgery. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2014;14:202-6. doi:10.1093/bjaceaccp/mkt056.
55. Vitale MG, Skaggs DL, Pace GI, Wright ML, Matsumoto H, Anderson RC, et al. Best practices in intraoperative neuromonitoring in spine deformity surgery: development of an intraoperative checklist to optimize response. *Spine Deform*. 2014;2:333-9. doi:10.1016/j.jspd.2014.05.003.
56. Ziewacz JE, Berven SH, Mummaneni VP, Tu TH, Akinbo OC, Lyon R, et al. The design, development, and implementation of a checklist for intraoperative neuromonitoring changes. *Neurosurg Focus*. 2012;33:E11. doi:10.3171/2012.9.FOCUS12278.

CASO CLÍNICO / CASE REPORT

Edema Agudo do Pulmão Intraoperatório Secundário a Síndrome de Takotsubo: Relato de Caso

Intraoperative Acute Pulmonary Edema Secondary to Takotsubo Syndrome: A Case Report

Tiago M Pereira ^{1,*} ; Daniela Xará ¹ ; André L Moreira ¹ 

Afilições

¹ Serviço de Anestesiologia, ULS São João, Porto, Portugal.

Palavras-chave

Cardiomiopatia de Takotsubo/cirurgia; Cardiomiopatia de Takotsubo/complicações; Complicações Intraoperatórias; Edema Pulmonar/etiologia.

Keywords

Intraoperative Complications; Pulmonary Edema/etiology; Takotsubo Cardiomyopathy/complications; Takotsubo Cardiomyopathy/surgery.

RESUMO

A cardiomiopatia de Takotsubo (CMT) é uma disfunção transitória do ventrículo esquerdo raramente descrita no período intraoperatório. Este é um caso de uma mulher de 61 anos com carcinoma mamário estadio IV, submetida a ressecção transuretral de tumor vesical (RTU-V) sob raquianestesia. Minutos após o posicionamento em litotomia, a doente desenvolveu dispneia aguda com evolução para edema pulmonar. A ecocardiografia pós-evento agudo revelou hipocinesia global compatível com CMT. A ausência de dor torácica e de alterações eletrocardiográficas atrasou o reconhecimento de CMT no intraoperatório. A presença prévia de bendopneia associa-se a pressões de enchimento elevadas e, portanto, a um maior risco de descompensação hemodinâmica. Este caso destaca a CMT intraoperatória como causa de insuficiência respiratória súbita, a necessidade de vigilância apertada em doentes de alto risco, as alterações hemodinâmicas associadas ao posicionamento, bem como o stress físico e emocional associado à RTU-V.

ABSTRACT

Takotsubo cardiomyopathy (TCM) is a transient left ventricular dysfunction that has rarely been reported in the intraoperative setting. We report the case of a 61-year-old woman with stage IV breast cancer who underwent transurethral resection of a bladder tumor (TURBT) under spinal anesthesia. Minutes after being placed in the lithotomy position, the patient developed acute dyspnea that rapidly progressed to pulmonary edema. Echocardiography performed after the acute event revealed global left ventricular hypokinesia consistent with TCM. The absence of chest pain and electrocardiographic abnormalities delayed the intraoperative recognition of TCM. Pre-existing bendopnea is associated with elevated cardiac filling pressures and may therefore indicate an increased risk of hemodynamic decompensation. This case highlights intraoperative TCM as a potential cause of sudden respiratory failure, the need for close monitoring in high-risk patients, the hemodynamic changes associated with patient positioning, and the physical and emotional stress related to TURBT.

Autor Correspondente/Corresponding Author*:

Tiago de Melo Resende do Souto Pereira

Morada: Rua Professor Joaquim Bastos, 2º J 4200-235, Porto, Portugal

E-mail: tiagomelopereira98@gmail.com

INTRODUÇÃO

A cardiomiopatia de Takotsubo (CMT) é uma disfunção sistólica aguda e transitória do ventrículo esquerdo, tipicamente envolvendo os segmentos apicais, frequentemente desencadeada por *stress* físico ou emocional intenso.¹ Clinicamente, mimetiza uma síndrome coronária aguda, apresentando-se com dor torácica, alterações eletrocardiográficas, elevação de biomarcadores cardíacos e, ocasionalmente, insuficiência cardíaca.^{2,3} Embora geralmente reversível, a TCM está associada a uma taxa de mortalidade de 4%–5%, principalmente devido a complicações como paragem cardiorrespiratória e insuficiência cardíaca aguda descompensada.⁴

Os contextos perioperatório e de cuidados intensivos são reconhecidos como ambientes de risco para CMT secundária, particularmente em doentes com doença crítica e reserva cardiopulmonar limitada. Esta forma contrasta com a CMT primária, mais frequentemente observada em doentes estáveis em contexto de ambulatório, nos quais a dor torácica e a dispneia são manifestações predominantes.⁵

CASO CLÍNICO

Uma mulher de 61 anos, com antecedentes pessoais de carcinoma da mama esquerda com metástases pleurais, pulmonares e ósseas, sob quimioterapia paliativa, foi internada para realização de ressecção transuretral de tumor vesical recentemente diagnosticado, com finalidade de avaliação histopatológica e citogenética, após discussão em reunião oncológica multidisciplinar.

Dos antecedentes pessoais destacam-se um episódio de derrame pleural bilateral (predominantemente à direita) e pneumonia induzida por trastuzumab, com necessidade prévia de internamento e oxigenoterapia domiciliária (2–3 L/min por cânula nasal). Na avaliação pré-operatória, a doente apresentava melhoria sintomática significativa, mantendo, contudo, dispneia para esforços moderados e bendopneia. Apresentava-se clinicamente estável, com SpO₂ de 96% em repouso sob 2 L/min de O₂ via cânula nasal. As comorbilidades incluíam fibrilhação auricular sob anticoagulação e hipertensão arterial. Ao exame objetivo, evidenciava moderada sibilância bilateral, sem sinais de descompensação aguda. A radiografia torácica pré-operatória revelava uma fina lâmina de derrame pleural bilateral e o ecocardiograma transtorácico não evidenciava alterações.

Tendo em conta o *status* pulmonar da doente, optou-se por raquianestesia de baixa dose (bupivacaína 5 mg + sufentanil 2 mcg). Pouco após o posicionamento em litotomia, a doente desenvolveu um quadro de dispneia súbita, agitação e ansiedade. A oxigenoterapia foi escalada de cânula nasal para máscara facial, com melhoria transitória. Minutos depois, apresentou novo episódio de insuficiência respiratória, com necessidade de ventilação não invasiva. À auscultação, apresentava sibilância difusa e crepitações basais. A doente evoluiu com dessaturação refratária a ventilação não invasiva, crise hipertensiva (com pressão arterial 190/95 mmHg) e diminuição do estado de consciência progressiva.

A abordagem emergente incluiu bólus de furosemida EV (40

mg no total), hidrocortisona EV 200 mg, dinitrato de isossorbida EV 1 mg e brometo de ipratrópio inalado. A gasimetria arterial revelou acidose respiratória hipercápnica grave, motivando entubação orotraqueal emergente e transferência para unidade de cuidados pós-anestésicos (UCPA) de nível 3. A ecocardiografia realizada à admissão na UCPA demonstrou hipocinesia global do ventrículo esquerdo compatível com síndrome de Takotsubo, bem como múltiplas linhas B bilaterais confluentes e derrame pleural, compatíveis com edema agudo do pulmão. O NT-proBNP à admissão da unidade era 2,067 pg/mL e os níveis de troponina negativos. Durante o internamento na UCPA, foi instituída terapêutica diurética intravenosa, com melhoria clínica, radiológica e analítica, tendo a doente sido extubada 48 horas após o evento. A reavaliação ao 3.º dia pós-operatório demonstrou uma recuperação completa da função cardíaca com fração de ejeção ventricular esquerda normal (FEVE 65%), bem como redução do NT-proBNP (557 pg/mL).

DISCUSSÃO

Este caso ilustra uma apresentação rara, mas grave, de cardiomiopatia de Takotsubo intraoperatória, manifestando-se como edema agudo do pulmão (EAP) e insuficiência respiratória num doente com reserva cardiopulmonar limitada. Os critérios revistos da Mayo Clinic estabelecem o diagnóstico de CT com base em anomalias transitórias da contratilidade da parede do ventrículo esquerdo (VE) (hipocinesia, acinesia ou discinesia) que ultrapassam o território de uma única artéria coronária, ausência de doença arterial coronária obstrutiva responsável, alterações eletrocardiográficas de novo ou elevação da troponina, e exclusão de feocromocitoma ou miocardite.⁶ Embora a CMT esteja bem descrita em contextos de cuidados intensivos e no período pós-operatório, o seu início intraoperatório permanece incomum, existindo apenas um outro caso descrito na literatura até à data.⁷

A deterioração clínica da doente ocorreu minutos após o posicionamento em litotomia sob raquianestesia de baixa dose, com início agudo de dispneia, agitação e hipoxemia progressiva. Notavelmente, não foram observadas dor torácica nem novas alterações isquémicas no ECG, sinais frequentemente ausentes em apresentações secundárias ou atípicas de CMT.⁵ A ausência de sinais clássicos atrasou a suspeita imediata, evidenciando a necessidade de elevada vigilância clínica em doentes de alto risco para CMT.

O EAP constituiu a manifestação clínica dominante e poderá ter sido tanto causa como consequência da CMT neste contexto. O aumento da pressão capilar pulmonar poderá ter resultado de disfunção sistólica aguda do VE desencadeada por uma descarga de catecolaminas, secundária tanto a *stress* emocional (dispneia intensa, ansiedade) como a estímulos físicos (*stress* cirúrgico, posicionamento e desconforto respiratório). *Triggers* físicos, como o estímulo cirúrgico, são responsáveis por cerca de 36% dos casos de CMT, ao passo que fatores emocionais representam aproximadamente 27%, atuando frequentemente de forma sinérgica.⁸

A bendopneia, presente no pré-operatório, é um marcador de insuficiência cardíaca avançada e de pressões de enchimento elevadas. Define-se como dispneia ao inclinar-se para a frente e é explicada tanto por um acoplamento inadequado entre o ventrículo direito e a circulação pulmonar como pelo aumento da pressão intra-abdominal que compromete a mecânica cardiopulmonar.⁹ Neste caso, o posicionamento em litotomia provavelmente agravou estes efeitos ao aumentar o retorno venoso e a pós-carga, precipitando a insuficiência cardíaca e o edema pulmonar. Nestes doentes, devem ser consideradas alternativas ao posicionamento padrão em litotomia, idealmente com menor elevação dos membros inferiores, de modo a limitar o aumento do retorno venoso e, consequentemente, reduzir o risco de descompensação hemodinâmica.

Este caso levanta questões importantes relativamente à abordagem perioperatória de doentes com compromisso respiratório e bendopneia. Devem ser cuidadosamente ponderados o posicionamento do doente, a técnica anestésica e a monitorização intraoperatória. Adicionalmente, sublinha a necessidade de vigilância para insuficiência cardíaca aguda e CMT nesta população, mesmo na ausência de sintomas cardíacos clássicos. A síndrome de Takotsubo deve ser considerada no diagnóstico diferencial de insuficiência respiratória súbita intraoperatória, mesmo na ausência de sinais isquémicos, particularmente quando coexistem insuficiência cardíaca aguda e instabilidade hemodinâmica. O reconhecimento precoce e a implementação rápida de medidas de suporte podem conduzir à recuperação completa da função cardíaca.

CONTRIBUTORSHIP STATEMENT / DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO

Todos os autores contribuíram substancialmente para a conceção do relato de caso, a interpretação dos dados clínicos, a redação e a revisão crítica do manuscrito, aprovaram a versão final e concordam em assumir a responsabilidade por todos os aspetos do trabalho.

All authors contributed substantially to the conception of the case report, interpretation of clinical data, drafting and critical revision of the manuscript, approved the final version, and agree to be accountable for all aspects of the work.

Responsabilidades Éticas

Conflitos de Interesse: Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse na realização do presente trabalho.

Fontes de Financiamento: Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

Confidencialidade dos Dados: Os autores declaram ter seguido os protocolos da sua instituição acerca da publicação dos dados de doentes.

Consentimento: Consentimento do doente para publicação obtido.

Proveniência e Revisão por Pares: Não comissionado; revisão externa por pares.

Ethical Disclosures

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing Support: This work has not received any contribution, grant or scholarship.

Confidentiality of Data: The authors declare that they have followed the protocols of their work center on the publication of patient data.

Patient Consent: Consent for publication was obtained.

Provenance and Peer Review: Not commissioned; externally peer-reviewed.

Submissão: 31 de julho, 2026 | Received: 31th of July, 2026

Aceitação: 8 de setembro, 2026 | Accepted: 8th of September, 2026

Publicado: 7 de outubro, 2026 | Published: 7th of October, 2026

© 2026 Revista SPA. Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC BY-NC 4.0. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC 4.0. Nenhuma reutilização comercial.

© 2026 SPA Journal. This is an open-access article under the CC BY-NC 4.0. Re-use permitted under CC BY-NC 4.0. No commercial re-use.

REFERENCES

1. Liu S, Dhamee MS. Perioperative transient left ventricular apical ballooning syndrome: Takotsubo cardiomyopathy: a review. *J Clin Anesth.* 2010;22:64-70. doi:10.1016/j.jclinane.2009.03.010
2. Lyon AR, Citro R, Schneider B, Morel O, Ghadri JR, Templin C, et al. Pathophysiology of Takotsubo syndrome: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol.* 2021;77:902-21. doi:10.1016/j.jacc.2020.10.060
3. Gibson LE, Klinker MR, Wood MJ. Variants of Takotsubo syndrome in the perioperative period: A review of potential mechanisms and anaesthetic implications. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2020;39:647-54. doi:10.1016/j.accpm.2020.01.010
4. Preti A, Ceddaha M, Christias M, Scemama M, Rouquette I. Takotsubo cardiomyopathy and anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2010;105:236-7. doi:10.1093/bja/aeq182
5. Nyman E, Mattsson E, Tornvall P. Trigger factors in takotsubo syndrome - A systematic review of case reports. *Eur J Intern Med.* 2019;63:62-8. doi:10.1016/j.ejim.2019.02.017
6. Ali M, Rigopoulos AG, Ali K, Ikonomidis I, Makavos G, Matiakis M, et al. Advancements in the diagnostic workup, prognostic evaluation, and treatment of takotsubo syndrome. *Heart Fail Rev.* 2020;25:757-71. doi:10.1007/s10741-019-09843-9
7. Huti G, Coniglione F, Drishti A, Bajraktari M, Xhaja A, Abdyl A, et al. Intraoperative Takotsubo syndrome. *J Med Cases.* 2024;15:242-9. doi:10.14740/jmc4293
8. Templin C, Ghadri JR, Diekmann J, Napp LC, Bataiosu DR, Jaguszewski M, et al. Clinical features and outcomes of Takotsubo (Stress) cardiomyopathy. *N Engl J Med.* 2015;373:929-38. doi:10.1056/NEJMoa1406761
9. Thibodeau JT, Turer AT, Gualano SK, Ayers CR, Velez-Martinez M, Mishkin JD, et al. Characterization of a novel symptom of advanced heart failure: bendopnea. *JACC Heart Fail.* 2014;2:24-31. doi:10.1016/j.jchf.2013.07.009

NORMAS DE PUBLICAÇÃO - INSTRUÇÕES AOS AUTORES - ATUALIZAÇÃO SETEMBRO 2023

Objetivos e Âmbito

A revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia foi criada em 1985. É uma revista com arbitragem científica (peer review) que publica com periodicidade trimestral em open access trabalhos de investigação básica, translacional e clínica, revisões, casos clínicos, editoriais, cartas ao editor, assim como artigos de educação e perspetiva, relacionados com Anestesiologia nas suas diferentes especialidades, bem como temas de áreas de conhecimento fronteira com interesse para a prática médico-cirúrgica e processo clínico na perspetiva da governação clínica em Anestesiologia.

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia (RSPA) é editada desde 1985 e é o órgão oficial da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia.

A RSPA pretende informar e melhorar a qualidade científica e profissional dos anestesiologistas.

A RSPA publica artigos considerados de interesse nas seguintes áreas: Anestesia para procedimentos cirúrgicos e exames complementares de diagnóstico e tratamentos invasivos, medicina perioperatória, medicina intensiva, medicina de emergência e medicina da dor, bem como das ciências básicas. publica, ainda, artigos de interesse em outras áreas, tais como a educação médica, a bioética, a ética médica ou a história da anestesiologia. A revista é editada trimestralmente e é publicada eletronicamente desde 2005. Está disponível em acesso livre em <http://www.spanestesiologia.pt/> e em <http://revistas.rcaap.pt/rspa/>.

Audiência

A principal audiência da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia é composta pelos médicos dedicados às áreas da Anestesiologia: Anestesia para procedimentos cirúrgicos e exames complementares de diagnóstico e tratamentos invasivos, Medicina Perioperatória, Medicina Intensiva, Medicina de Emergência e Medicina da Dor, bem como das Ciências Básicas, Bioética, Ética Médica ou História da Anestesiologia. Outros profissionais da saúde como médicos de outras áreas de intervenção, enfermeiros ou paramédicos poderão encontrar na publicação artigos de interesse para a sua atividade.

Indexação

Os artigos publicados na revista são indexados por:

- IndexRMP: Index das Revistas Médicas Portuguesas;
- RCAAP: Repositório Científico de Acesso Aberto em Portugal.

Razão para Publicar na RSPA

- Órgão oficial da sociedade científica nacional da especialidade - a Sociedade Portuguesa de Anestesiologia;
- Política de publicação com arbitragem científica por pares
- Indexação no Repositório Científico de Acesso Aberto em Portugal - RCAAP;
- Multidisciplinaridade do público-alvo;

- Tempo médio para a primeira decisão no prazo de 10 dias;
- Máxima visibilidade com a publicação em livre acesso;
- Ausência de custos de submissão ou publicação.

Liberdade Editorial

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia adota a definição de liberdade editorial do ICMJE descrita pela World Association of Medical Editors, que afirma que o editor-chefe assume completa autoridade sobre o conteúdo editorial da revista. A Sociedade Portuguesa de Anestesiologia, enquanto proprietária da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia, não interfere no processo de avaliação, seleção, programação ou edição de qualquer manuscrito, tendo o Editor-Chefe total independência editorial.

Patrocínios

Os patrocinadores da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia são empresas da indústria farmacêutica ou outras que geram receitas através da publicidade.

A publicidade não poderá pôr em causa a independência científica da revista nem influenciar as decisões editoriais e terá de estar de acordo com a legislação geral e específica da área da saúde e do medicamento. Outras despesas são suportadas pela Sociedade Portuguesa de Anestesiologia.

Copyright e Direitos de Autor

Todos os artigos publicados na Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia são de acesso aberto e cumprem os requisitos das agências de financiamento ou instituições académicas. Relativamente à utilização por terceiros a Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia rege-se pelos termos da licença Creative Commons 'Atribuição – Uso Não-Comercial – (cc-by-nc)'.

É da responsabilidade do autor obter permissão para reproduzir figuras, tabelas, etc. de outras publicações.

Após a aceitação de um artigo, os autores serão convidados a preencher uma "[Declaração de Responsabilidade Autoral e Autorização de Publicação](#)" e a "[Declaração de Potenciais Conflitos de Interesse](#)". Será enviado um e-mail ao autor correspondente, confirmando a receção do manuscrito.

Os autores ficam autorizados a disponibilizar os seus artigos em repositórios das suas instituições de origem, desde que mencionem sempre onde foram publicados e de acordo com a licença *Creative Commons*.

Custos de Publicação

Não há taxa de processamento de artigo (não tem taxas de submissão nem de publicação).

ORCID

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia exige os IDs ORCID para o autor correspondente; também é sugerido que os co-autores indiquem os seus IDs ORCID. Acreditamos fortemente que o aumento do uso e integração de IDs de ORCID será benéfico para toda a comunidade científica.

Para obter mais informações e para se registar, visite ORCID.org (<https://orcid.org/content/collect-connect/>).

Critérios de Autoria e Formulário de Autoria

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia segue as diretrizes sobre autoria estabelecidas pelo International Committee of Medical Journal Editors na Declaração sobre Autoria e Contribuição.

(<http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html/>)

Declaração das contribuições individuais assinada por cada autor:

Todos aqueles designados como autores devem cumprir os quatro critérios para autoria, em baixo Indicados e todos aqueles que cumprem os quatro critérios devem ser identificados como autores. Os colaboradores que não cumpram os quatro critérios para autoria mas que tenham contribuído para o estudo ou manuscrito, deverão ser reconhecidos na seção de Agradecimentos, especificando o seu contributo. Aquisição de financiamento, coleta de dados ou supervisão geral por si só não constituem Autoria. Cada manuscrito deve ter um "Autor Correspondente". O autor correspondente deverá obter por escrito de todos aqueles que forem mencionados nos agradecimentos.

Autores são aqueles que:

1. Têm uma contribuição intelectual substancial, direta, no desenho e elaboração do artigo;
2. Participam na análise e interpretação dos dados;
3. Participam na redação do manuscrito, revisão de versões e revisão crítica do conteúdo; aprovação da versão final;
4. Concordam que são responsáveis pela exatidão e integridade de todo o trabalho.

Quando um grande grupo multicêntrico conduz o trabalho, o grupo deve identificar os indivíduos que aceitam a responsabilidade direta pelo manuscrito. Esses indivíduos devem atender plenamente aos critérios de autoria. A obtenção de financiamento, a recolha de dados ou a supervisão geral do grupo de trabalho, por si só, não justificam a autoria.

Alterações na Autoria

É responsabilidade do autor correspondente garantir que a lista de autores esteja correta, tanto no formulário de submissão online e no texto submetido. Qualquer alteração na lista de autores, incluindo a remoção ou adição de qualquer autores, entre a submissão inicial e a aceitação exigirão a

concordância por escrito de todos autores, caso o manuscrito esteja a ser avaliado para publicação. Os novos autores também devem confirmar que cumprem integralmente com os critérios de autoria da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia. Mudanças na autoria (adição ou remoção) não serão permitidas após aceitação do manuscrito para publicação.

Agradecimentos

Todos os colaboradores que não atendem aos critérios de autoria devem ser listados numa seção de Agradecimentos. Exemplos de pessoas que podem ser reconhecidas incluem: quem forneceu ajuda puramente técnica ou um chefe de departamento que forneceu apenas apoio geral.

Apoio na Escrita

Indivíduos que forneceram assistência para redação, por exemplo de empresa de comunicação especializada, não se qualificam como autores e, portanto, devem ser incluídos na seção Agradecimentos. Os autores devem divulgar qualquer ajuda por escrito - incluindo o nome do indivíduo, empresa e nível de entrada - e identificar a entidade que financiou essa ajuda. Não é necessário divulgar o uso de serviços de polimento de linguagem.

Autor Correspondente

O autor correspondente funcionará em nome de todos os coautores como o correspondente preferencial com a equipa editorial durante o processo de submissão e revisão. Qualquer autor pode ser o autor correspondente mas apenas um autor pode ser o autor correspondente.

Papel do autor correspondente:

- Garante o cumprimento dos requisitos de submissão e submete o manuscrito à revista;
- Garante que todos os autores reviram e aprovaram a versão final do manuscrito antes da submissão;
- Garante o preenchimento dos formulários de autoria - isso inclui formulários de conflitos de interesse para todos os autores;
- Distribui cartas de decisão, comentários de revisores e outras mensagens da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia, e distribui provas entre os coautores para revisão;
- Envia correções e garante que todos os autores aprovam cada versão do artigo.

Cover Letter

Escreva uma carta explicando por que o Editor gostaria de publicar seu manuscrito. Todas as cartas de apresentação devem conter estas frases:

- Confirmamos que este manuscrito não foi publicado em nenhum outro lugar e não está sendo considerado por outra revista;
- Todos os autores aprovaram o manuscrito e concordam com sua submissão à Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia.

Conflito de Interesses e Fontes de Financiamento

Todos os participantes do processo de revisão por pares e publicação - não apenas autores, mas também revisores, editores e membros do conselho editorial da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia - devem considerar seus conflitos de interesse ao cumprir suas funções no processo de revisão e publicação do artigo e devem divulgar todos relacionamentos que possam ser vistos como potenciais conflitos de interesse. O rigor e a exatidão dos conteúdos, assim como as opiniões expressas são da exclusiva responsabilidade dos autores.

Os autores são obrigados a divulgar todas as relações financeiras e pessoais que possam enviesar o trabalho. Para prevenir ambiguidade, os autores têm que explicitamente mencionar se existe ou não conflitos de interesse. Todos os autores devem completar e submeter o modelo de Declaração de Conflitos de Interesse (ICMJE *Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest*), disponível em <http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/>. Seguindo as diretrizes do ICMJE, as definições e termos de tais divulgações incluem:

Quaisquer potenciais conflitos de interesse “envolvendo o trabalho em consideração para publicação” (durante o tempo que envolve o trabalho, desde a concepção inicial e planeamento até a apresentação),

Quaisquer “atividades financeiras relevantes fora do trabalho submetido” (durante os 3 anos anteriores à apresentação), e
Quaisquer “outros relacionamentos ou atividades que os leitores possam perceber como tendo influenciado, ou que dêem a aparência de influenciar potencialmente” o que está escrito no trabalho enviado (com base em todos os relacionamentos que estiveram presentes durante os 3 anos anteriores ao envio). Essa informação será mantida confidencial durante a revisão do manuscrito pelos revisores e não influenciará a decisão editorial, mas será publicada se o artigo for aceite. Se não existirem conflitos, os autores devem mencionar esse facto. Exemplos de declarações:

- Os autores declaram não haver conflitos de interesse;
- O trabalho de XXX foi financiado pelo XXX. Recebeu remuneração como membro do conselho consultivo científico da XXX. Também prestou consultoria para a XXX. YYY e YYYY declaram não ter conflito de interesses.

Política de Confidencialidade

Os manuscritos enviados são considerados CONFIDENCIAIS e EMBARGADOS desde o momento da submissão. Em cumprimento à Política de Embargo, nenhuma informação além da contida no Resumo pode ser tornada pública antes da publicação do manuscrito. Manuscritos que contenham uma quantidade substancial de informações sobrepostas que tenham sido publicadas anteriormente ou disponibilizadas aos leitores por meio de outros locais não são elegíveis, exceto se for na forma de um resumo ou como parte de uma palestra publicada ou de uma tese académica. As Políticas de Confidencialidade e Embargo exigem que, antes de o embargo ser levantado, todos os autores da inves-

tigação não estão autorizados a: Publicar as informações ou fornecê-las a terceiros que possam publicá-las ou divulgá-las por outros meios.

Originalidade

Os manuscritos devem conter material original que ainda não esteja disponível em outro lugar. No entanto, os autores estão autorizados a enviar e apresentar resumos (ou seja, apresentações orais ou em póster) reuniões científicas abertas.

A página de título e a carta de apresentação devem incluir uma declaração verificando a originalidade do trabalho e divulgar quaisquer resumos, apresentações, relatórios ou publicações anteriores que contenham material que possa parecer sobreposto ao envio atual.

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia não aceitará para revisão qualquer manuscrito que esteja atualmente em revisão em outra revista.

Os autores podem postar seus resultados em registos de ensaios clínicos ou submetê-los a agências regulatórias governamentais (por exemplo, FDA ou EMA) sem que o manuscrito seja considerado publicado anteriormente ou uma publicação sobreposta. A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia segue as *guidelines* da International Committee of Medical Journal Editors sobre duplicação de publicações - Overlapping Publications (<http://www.icmje.org/recommendations/browse/publishing-and-editorial-issues/overlapping-publications.html/>)

Em raras ocasiões, a Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia considerará a co-publicação de manuscritos de *guidelines*/consensos com um número limitado de outras revistas, assumindo que as seguintes condições sejam atendidas:

A solicitação por escrito deve ser aprovada pelo Editor-Chefe antes da submissão do manuscrito de *guidelines*/consensos, justificando a necessidade de co-publicação, bem como indicando as revistas específicas que estão sendo consideradas.

O Editor-Chefe da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia tem a responsabilidade de avaliar o manuscrito de *guidelines*/consensos e decidir sua adequação para a revista. A co-publicação online do manuscrito de *guidelines*/consensos deve ocorrer simultaneamente em todas as revistas envolvidas. O autor correspondente do manuscrito das *guidelines*/consensos assume a responsabilidade de garantir que isso ocorra.

Ética de Publicação e Consentimento dos Doentes

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia encoraja os autores a consultar o *Committee on Publication Ethics International Standards for Authors* (<https://publicationethics.org/resources/resources-and-further-reading/international-standards-editors-and-authors/>)

A investigação médica envolvendo seres humanos deve ser conduzida de acordo com a Declaration of Helsinki atualizada em 2013. Os manuscritos enviados devem estar em

conformidade com as ICMJE *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals* e todos os artigos relatando estudos em animais e / ou humanos devem declarar na seção de Métodos que a Comissão de Ética forneceu (ou dispensou) a aprovação. Certifique-se que fornece o nome completo e a instituição da comissão de ética, além do número de aprovação. Em linha com as recomendações do ICMJE sobre a proteção dos participantes em investigação, os autores devem evitar fornecer informações de identificação, a menos que seja estritamente necessário para a submissão e os atributos identificáveis dos participantes devem ser tornados anônimos no manuscrito. Se as informações de identificação forem necessárias, os autores devem confirmar se o indivíduo forneceu consentimento por escrito para o uso dessas informações na publicação.

As informações sobre o consentimento informado para relatar casos individuais ou séries de casos devem ser incluídas no texto do manuscrito. É necessária uma declaração do(s) doente(s) ou por um representante legalmente autorizado para as informações e imagens do doente a serem publicadas. Os autores são responsáveis por obter o consentimento informado relativamente a cada indivíduo presente em fotografias, vídeos, descrições detalhadas ou em radiografias ou ecografias, mesmo após tentativa de ocultar a respetiva identidade. Nomes, iniciais ou outras formas de identificação devem ser removidos das fotografias ou outras imagens. Devem ser omitidos dados pessoais, como profissão ou residência, exceto quando sejam epidemiologicamente relevantes para o trabalho. Os autores devem assegurar que não apresentam dados que permitam identificação inequívoca ou, caso isso não seja possível, devem obter o consentimento informado dos intervenientes. As barras “Blackout” ou dispositivos similares não anonimizam doentes em imagens clínicas: é necessário o apropriado consentimento.

Todas as pesquisas envolvendo animais submetidos para publicação devem ser aprovadas por um comitê de ética com supervisão da unidade em que os estudos foram realizados. A investigação experimental realizada em animais deve estar de acordo com *NIH Guide for the Care and Use of Laboratory Animals* ou equivalente. Uma declaração de que a pesquisa foi realizada de acordo com as Diretrizes do NIH deve ser incluída na seção Métodos.

Resultados e Registo de Ensaios Clínicos

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia apoia iniciativas que contribuam para uma melhor divulgação de resultados ensaios clínicos.

O ICMJE adota a definição da Organização Mundial de Saúde de ensaio clínico, que é “qualquer estudo de investigação que prospectivamente atribua a participantes humanos, individualmente ou em grupo, uma ou mais intervenções relacionadas com a saúde, com o objetivo de avaliar os seus resultados relacionados com a saúde”. Esta definição inclui ensaios das fases I a IV. O ICMJE define intervenções rela-

cionadas com a saúde como “qualquer intervenção usada para modificar um resultado biomédico ou relacionado com a saúde” e resultados relacionados com a saúde como “qualquer medida biomédica ou relacionada com a saúde obtida em doentes ou participantes”. O registo numa base de dados pública de ensaios clínicos, aprovada pela Organização Mundial de Saúde, antes da inscrição do primeiro doente, é condição necessária para a publicação de dados de ensaios clínicos na Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia, de acordo com as recomendações do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE, <http://www.icmje.org/>). Os ensaios devem ser registados anteriormente ou no início do período de recrutamento de doentes. Os estudos puramente observacionais (aqueles em que a atribuição de uma intervenção médica não é do critério do investigador) não exigem registo. O número de registo do ensaio clínico (TRN) bem como a data desse registo devem ser referidos no final do resumo do artigo.

Partilha de Dados

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia sugere que os dados gerados pela investigação e que suportam o artigo sejam disponibilizados o mais rápido possível, sempre que legal e eticamente possível. Sugere-se assim aos autores que assegurem que os seus dados ficam disponíveis em repositórios públicos (sempre que estes estejam disponíveis e sejam adequados), que sejam apresentados no manuscrito principal ou em arquivos adicionais, sempre que possível em formato tratável (por exemplo, em folha de cálculo e não em pdf). A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia exige uma declaração de disponibilização dos dados, presente no final de cada manuscrito. Para ensaios de fármacos ou dispositivos médicos, a declaração deve referir, pelo menos, que os dados relevantes de cada doente, devidamente anonimizados, estão disponíveis mediante pedido justificado aos autores. Sugerem-se formulações para a referida declaração:

“Disponibilização dos dados: os dados individuais dos doentes [e/ou] o conjunto completo de dados [e/ou] o anexo técnico [e/ou] as especificações da análise estatística, estão disponíveis em [/doi] [com acesso livre/com as restrições] [do autor correspondente em]. Os participantes deram o seu consentimento informado para disponibilização de dados [ou... não foi obtido consentimento dos participantes, mas os dados apresentados estão anonimizados e o risco de identificação é reduzido... ou não foi obtido consentimento dos participantes, mas os benefícios potenciais da disponibilização destes dados justificam os prejuízos potenciais, uma vez que...].” Se os dados não estiverem disponíveis, deve ser referido o seguinte: “Disponibilização dos dados: não estão disponíveis dados adicionais.” Esta opção não se aplica a ensaios clínicos de fármacos ou dispositivos médicos. Pode ser solicitado aos autores que disponibilizem os dados brutos em que basearam o seu artigo durante o processo de revisão e até 10 anos após a publicação.

Política de Preprints

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia poderá considerar a publicação de manuscritos que contenham informações previamente postadas em servidores de *preprints*. Os autores não podem enviar seus artigos para um servidor de pré-impressão após terem sido submetidos à Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia.

Se um relatório foi publicado num servidor de *preprints* antes da submissão do manuscrito, isso deve ser reconhecido durante o processo de submissão. Além disso, um *link* para esse documento deve ser fornecido para que os revisores e editores possam avaliar as informações do preprint e compará-las com o manuscrito submetido. Se o manuscrito for aceite, a Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia incluirá este *link* com o seu manuscrito publicado. O não reconhecimento da divulgação prévia da investigação postada num servidor de *preprints* ou bases de dados semelhantes prejudicará o status da submissão. Quando o manuscrito é submetido à Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia, nenhuma revisão deve ser enviada para o servidor de *preprints* durante o processo de revisão por pares do manuscrito. Se o manuscrito for eventualmente aceite para publicação, nenhuma revisão deve ser postada no servidor de *preprints* até que o manuscrito final seja publicado *online* pela Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia. Finalmente, quando o manuscrito é publicado na Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia, quaisquer alterações futuras, como errata, por exemplo, devem ser primeiro submetidas, aprovadas e publicadas pela Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia, antes de fazer qualquer alteração ao documento de *preprint*. A violação desta política de pré-impressão será considerada motivo para retirada do artigo.

Política de Plágio

Seja intencional ou não, o plágio é uma violação grave. Definimos plágio como reprodução de outro trabalho com pelo menos 25% de similaridade e sem citação. Se for encontrada evidência de plágio antes/depois da aceitação ou após a publicação do artigo, será dada ao autor uma oportunidade de refutação. Se os argumentos não forem considerados satisfatórios, o manuscrito será retratado e o autor sancionado pela publicação de trabalhos por um período a ser determinado pelo Editor.

Publicação Fast-Track

Um sistema *fast-track* está disponível para manuscritos urgentes e importantes que atendam aos requisitos da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia para revisão rápida e publicação.

Os autores podem solicitar a publicação rápida através do processo de submissão de manuscritos, indicando claramente a razão por que o seu manuscrito deve ser considerado para revisão acelerada e publicação. O Conselho Editorial decidirá se o manuscrito é adequado para publicação rápida e comunicará a sua decisão dentro de 48 horas. Se o Editor-

-Chefe achar o manuscrito inadequado para publicação rápida, o manuscrito pode ser proposto para o processo normal de revisão, ou os autores podem retirar a sua submissão. A decisão editorial sobre manuscritos aceites para revisão rápida será feita dentro de cinco dias úteis.

Se o manuscrito for aceite para publicação, a Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia terá como objetivo publicá-lo *ahead of print* em 16 dias.

Processo Revisão por Pares

Todos os artigos de investigação, e a maioria das outras tipologias de artigos, publicadas na Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia passam pelo processo de revisão por pares. Os revisores são obrigados a respeitar a confidencialidade do processo de revisão pelos pares e não revelar detalhes de um manuscrito ou sua revisão, durante ou após o processo de revisão por pares. Se os revisores desejam envolver um colega no processo de revisão, devem primeiro obter permissão do Editor. Os manuscritos devem ser escritos em um estilo claro, conciso, direto. O manuscrito não pode ter sido publicado, no todo ou em parte, nem submetido para publicação em outro lugar. Todos os manuscritos enviados são inicialmente avaliados pelo Editor-Chefe e podem ser rejeitados nesta fase, sem serem enviados para revisores. A aceitação ou rejeição final recai sobre o Editor-Chefe, que se reserva o direito de recusar qualquer material para publicação.

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia segue uma rigorosa revisão por pares duplamente cega. A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia enviará manuscritos para revisores externos selecionados de uma base de dados pré-existente, ou convidará novos revisores para o efeito.

A aceitação final é da responsabilidade do Editor-Chefe.

As cartas ao Editor ou Editorais serão avaliadas pelo Conselho Editorial, mas também poderão ser solicitadas revisões externas.

Na avaliação, os manuscritos podem ser:

- A) Aceite sem alterações;
- B) Aceite, mas dependendo de pequenas revisões;
- C) Reavaliar após grandes alterações;
- D) Rejeitado.

Após a receção do manuscrito, se estiver de acordo com as instruções aos autores e cumprir a política editorial, o Editor-Chefe envia o manuscrito para pelo menos dois revisores.

Dentro de 15 dias, o revisor deve responder ao Editor-Chefe indicando os seus comentários sobre o manuscrito sujeito a revisão e sugestão de aceitação, revisão ou rejeição do trabalho. Dentro de 10 dias, o Conselho Editorial tomará uma decisão que poderá ser: aceitar o manuscrito sem modificações; Enviar os comentários dos revisores aos autores de acordo com o estabelecido; rejeição. Quando alterações são propostas os autores têm 15 dias (período que pode ser estendido a pedido dos autores) para apresentar uma nova versão revista do manuscrito, incorporando os comentários dos revisores e do conselho editorial. Têm de responder a todas as perguntas

e enviar também uma versão revista do manuscrito, com as emendas inseridas destacadas com uma cor diferente. O Editor-Chefe tem 10 dias para tomar a decisão sobre a nova versão: rejeitar ou aceitar a nova versão, ou encaminhá-la para uma nova apreciação por um ou mais revisores. Em caso de aceitação, em qualquer das fases anteriores, a mesma será comunicada ao Autor Correspondente. Apesar de os editores e revisores desenvolverem esforços para assegurar a qualidade técnica e científica dos manuscritos, a responsabilidade final do conteúdo (nomeadamente o rigor e a precisão das observações, assim como as opiniões expressas) é da exclusiva responsabilidade dos autores.

Provas Tipográficas

As provas tipográficas serão enviadas aos autores, contendo a indicação do prazo de revisão em função das necessidades de publicação da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia. A revisão deve ser aprovada pelo autor responsável pela correspondência. Os Autores dispõem de 48 horas para a revisão do texto e comunicação de quaisquer erros tipográficos. Nesta fase, os Autores não podem fazer qualquer modificação de fundo ao artigo, para além das correções de erros tipográficos e/ou ortográficos de pequenos erros. O não respeito pelo prazo proposto desobriga a Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia de aceitar a revisão pelos autores, podendo a revisão ser efetuada exclusivamente pelos serviços da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia.

Erratas

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia publica alterações, emendas ou retrações a um artigo anteriormente publicado, se, após a publicação, forem identificados erros ou omissões que influenciem a interpretação de dados ou informação. Alterações posteriores à publicação assumirão a forma de errata.

Retratações

Os Revisores e Editores assumem que os autores relatam trabalho com base em observações honestas. No entanto, se houver dúvidas substanciais sobre a honestidade ou integridade do trabalho, submetido ou publicado, o editor informará os autores da sua preocupação, procurará esclarecimento junto da instituição patrocinadora do autor e/ou instituição empregadora. Consequentemente, se estes considerarem o artigo publicado como fraudulento, a Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia procederá à retratação. Se, este método de investigação não obtiver uma conclusão satisfatória, o editor pode optar por conduzir a sua própria investigação, e pode optar por publicar uma nota de preocupação sobre a conduta ou integridade do trabalho. O Editor-Chefe poderá decidir relatar a situação à instituição dos autores, de acordo com os procedimentos recomendados pelo COPE - Committee on Publication Ethics (<https://publicationethics.org/>).

Guidelines de Submissão

Língua

O título, resumo e palavras-chave, devem ser apresentados em inglês e português.

Os manuscritos submetidos à Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia devem ser claramente escritos em português (de Portugal) e/ou inglês de nível razoável.

Submissão dos Trabalhos

A submissão de um manuscrito implica que o trabalho descrito não tenha sido publicado previamente (exceto na forma de um resumo ou como parte de uma palestra publicada ou de uma tese académica), e que não está sendo considerado para publicação noutra revista, que o manuscrito foi aprovado por todos os autores e, tácita ou explicitamente, pelas autoridades competentes onde o trabalho foi realizado e que, se for aceite para publicação, não será publicada em outro lugar na mesma forma, em inglês ou em qualquer outra língua, incluindo eletronicamente.

Todos os manuscritos devem ser acompanhados por uma carta de apresentação. Deve ser dada garantia na carta de apresentação de que o manuscrito não está sob consideração simultânea por qualquer outra revista. Na carta de apresentação, os autores devem declarar seus potenciais conflitos de interesse e fornecer uma declaração sobre a autoria. Para verificar a originalidade, o artigo pode ser verificado pelo serviço de deteção de originalidade.

As submissões que não estejam em conformidade com estas instruções podem ser devolvidas para reformulação e reenvio. Os manuscritos são submetidos através do site da Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia em: [https://revistas.rcaap.pt/index.php/Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia/about/submissions/](https://revistas.rcaap.pt/index.php/Revista_da_Sociedade_Portuguesa_de_Anestesiologia/about/submissions/).

Contacto

Em caso de dúvidas durante a submissão, contacte: spa@spa-nestesiologia.pt.

Uso de Programa de Processamento de Texto

O texto deve estar no formato de coluna única.

Para evitar erros desnecessários, aconselhamos o uso das funções “verificação ortográfica” e “verificação gramatical” do seu processador de texto.

Os manuscritos devem ser submetidos em ficheiros de texto em formato Word (.DOC ou .DOCX), com texto seguido e sempre com o mesmo tipo de letra. Os textos devem ser formatados em letra “Times New Roman”, tamanho 11 com espaçamento de 1,5 linhas. Os títulos e sub-títulos deverão estar assinalados a negrito e em tamanho 12.

Orientação para Geral para Apresentação de Estudos

Os textos devem ser preparados de acordo com as orientações do International Committee of Medical Journal Editors: *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals* (ICMJE

Recommendations) disponíveis em <http://www.icmje.org/>.

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia recomenda que devem ser seguidas as diretrizes para publicação da EQUATOR network (<http://www.equator-network.org/>), dependendo do tipo de estudo:

- Randomized controlled trials (CONSORT);
- Systematic reviews and meta-analyses* (PRISMA) and protocols (PRISMA-P);
- Observational studies (STROBE);
- Case reports (CARE);
- Qualitative research (COREQ);
- Diagnostic/prognostic studies (STARD);
- Economic evaluations (CHEERS);
- Pre-clinical animal studies (ARRIVE).

* Os autores de revisões sistemáticas também devem fornecer um *link* para um ficheiro adicional da seção ‘métodos’, que reproduz todos os detalhes da estratégia de pesquisa.

Exceto onde indicado de outra forma, os manuscritos são submetidos a *peer review* duplamente cego por dois revisores anónimos, pelo menos.

A aceitação ou rejeição final cabe ao Editor-Chefe, que se reserva o direito de recusar qualquer material para publicação.

Os manuscritos devem ser escritos em estilo claro, conciso, direto, de modo que sejam inteligíveis para o leitor.

Quando as contribuições são consideradas adequadas para publicação com base em conteúdo científico, o Editor-Chefe reserva-se o direito de modificar os textos para eliminar a ambiguidade e a repetição, e melhorar a comunicação entre o autor e o leitor. Se forem necessárias alterações extensivas, o manuscrito será devolvido ao autor para revisão. Os manuscritos que não cumpram as instruções para autores podem ser devolvidos para modificação antes de serem revistos.

Tipologia dos Artigos

A Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia aceita artigos das seguintes tipologias:

- a. Artigo Original reportando investigação clínica ou básica (ensaios clínicos, estudos de coorte, estudos de caso-controlo, outros estudos observacionais);
- b. Educação Médica Contínua;
- c. Revisão Sistemática com ou sem Meta-Análise;
- d. Revisão Narrativa;
- e. Consenso;
- f. Caso Clínico;
- g. Imagem em Anestesiologia;
- h. Editorial;
- i. Carta ao Editor;
- j. Perspectiva;

Os autores devem indicar na carta de apresentação qual o tipo de manuscrito que está a ser submetido para publicação.

Organização do Artigo

Na primeira página/ página de título (página separada):

I. Título

Título em português e inglês, conciso, específico e informativo, sem abreviaturas e não excedendo os 120 caracteres. O título pode incluir um complemento de título com um máximo de 40 caracteres (incluindo espaços).

II. Autores e a Afiliações

Na linha da autoria, liste o Nome de todos os Autores (primeiro e último nome) e respetivas afiliações (serviço, instituição, cidade, país) e grau académico mais elevado.

Os nomes dos autores devem vir acompanhados dos respetivos números de registo do ORCID.

III. Autor Correspondente

Indicar claramente quem vai lidar com a correspondência em todas as fases de arbitragem e publicação, também pós-publicação. Indicar endereço postal e e-mail do Autor responsável pela correspondência relativa ao manuscrito.

IV. Financiamento

Todas as fontes de financiamento, no domínio público ou privado, incluindo bolsas, que contribuíram para a realização do trabalho. Indicar se existem ou não conflitos de interesse (nomeadamente comercial no produto, equipamento ou processo).

V. Considerações Éticas

Os autores também incluirão nesta página de título, sob a designação “Considerações éticas” a declaração de “Proteção de pessoas e animais”, Confidencialidade dos dados e consentimento informado e Conflitos de interesse.

VI. Prémios e Apresentações Prévias

Devem ser referidos os prémios e apresentações do estudo, prévias à submissão do manuscrito.

VII. Resumo e Keywords

Um resumo conciso e factual é requerido, capaz de representar isoladamente o conteúdo do artigo, escrito em português e inglês. Nenhuma informação que não conste no manuscrito pode ser mencionada no resumo. O resumo não pode remeter para o texto, não podendo conter citações nem referências a figuras. No fim do resumo devem ser incluídas um máximo de 5 *keywords* em inglês utilizando a terminologia que consta no Medical Subject Headings (MeSH), <https://meshb.nlm.nih.gov/search/>.

Tome nota que os artigos originais devem conter os seguintes componentes. Por favor, veja abaixo para mais detalhes.

- Carta de apresentação/Cover letter;
- Página de título (excluindo agradecimentos);
- Resumo;
- Introdução;

- Material e Métodos;
- Resultados;
- Discussão e Conclusão;
- Referências;
- Agradecimentos;
- Declaração de contribuição dos autores;
- Conflito de interesses;
- Declaração de Financiamento;
- Legendas das figuras;
- Tabelas;
- Figuras.

Texto

Artigo Original

Artigo de investigação original que deve incluir as seguintes secções: Introdução (incluindo Objetivos), Material e Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões, Agradecimentos (se aplicável), Referências, Tabelas e Figuras. O Artigo Original não deverá exceder as 4 000 palavras, excluindo referências e ilustrações. O texto deve ser acompanhado de ilustrações, com um máximo de 6 figuras/tabelas e 40 referências bibliográficas. Manuscritos reportando estudos randomizados e controlados devem seguir o CONSORT Statement <http://www.consort-statement.org/>. Manuscritos reportando ensaios clínicos devem seguir os critérios do ICMJE <http://www.icmje.org/>. Adesão ao QUORUM Statement (Quality of Reporting of Meta-analysis) e o ao STARD (Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy), que guiam os autores sobre a informação que deve ser incluída para permitir que os leitores e revisores avaliem o rigor e transparência da investigação. A contagem da palavra: até 4 000. Resumo estruturado: Sim e até 250 palavras. Tabelas/Figuras: até 6. Referências: até 40.

Educação Médica Contínua

Artigo sobre temas de grande interesse científico, com o objetivo de atualização. O texto não deve exceder as 3 500 palavras, excluindo ilustrações e referências. Deve ter no mínimo 30 referências bibliográficas recentes, sendo permitidas no máximo 10 ilustrações. No final do texto deve ser incluído um teste com questões para avaliação do que aprendeu. A contagem da palavra: até 3 500. Resumo estruturado: Sim e até 400 palavras. Tabelas/Figuras: até 10. Referências: até 30.

Revisão Sistemática

A revisão sistemática deve seguir o formato: Introdução (inclui a justificação e objetivo do artigo), Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões. O assunto deve ser claramente definido. O objetivo de uma revisão sistemática é produzir uma conclusão baseada em evidências. Os métodos devem dar uma indicação clara da estratégia de pesquisa bibliográfica, a extração de dados, classificação e análise de evidências.

Siga as PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) *guidelines* disponíveis em <http://www.prisma-statement.org/>. Não deve exceder 6 000 palavras, excluindo referências e ilustrações. Não deverá ter mais de 100 referências bibliográficas. O uso de tabelas e figuras para resumir pontos críticos é encorajado. A contagem da palavra: até 6 000. Resumo estruturado: Sim e até 400 palavras. Tabelas/Figuras: até 10. Referências: até 100.

Revisão Narrativa

Artigo abrangente que tem como objetivo: resumir, analisar, avaliar ou sintetizar informação que já foi publicada. Oferece uma avaliação exaustiva e crítica da literatura publicada e fornece as conclusões que a literatura avaliada permite. São artigos por convite da equipa editorial mas, excepcionalmente autores não convidados poderão submeter o projeto de artigo de revisão, que julgado relevante e aprovado pelo editor, poderá ser desenvolvido e submetido às normas de publicação. O texto deverá ter as mesmas secções do Artigo Original. A secção Métodos deve ser utilizada para descrever como foi feita a revisão da literatura. As orientações relativas à dimensão do texto são idênticas ao do artigo de Revisão Sistemática. A contagem da palavra: até 6 000. Resumo estruturado: Sim e até 400 palavras. Tabelas/Figuras: até 10. Referências: até 100.

Consenso

O objetivo dos Consensos é orientar a prática clínica (por exemplo, diretrizes, parâmetros de prática, recomendações). Deve descrever o problema clínico a ser abordado; o mecanismo pelo qual o consenso foi gerado; uma revisão da evidência para o consenso (se disponível), e a sua utilização na prática. Para minimizar a confusão e aumentar a transparência, os consensos devem começar por responder às seguintes questões:

- Que outras orientações/guidelines estão disponíveis sobre o tema?
- Quais as razões que justificaram a procura deste consenso?
- Como e porquê este difere das orientações existentes?

A SPA, o colégio da especialidade, as entidades oficiais e/ou grupos de médicos que desejem publicar consensos, poderão submetê-los à RSPA. O Editor-Chefe poderá colocar como exigência a publicação exclusiva das recomendações na RSPA. Poderá ser acordada a publicação de uma versão resumida na edição impressa cumulativamente à publicação da versão completa no site da RSPA. A contagem da palavra: até 8 000. Resumo estruturado: não necessário e até 350 palavras. Tabelas/Figuras: até 5. Referências: até 100.

Caso Clínico

O relato de um caso clínico só justifica a sua publicação na presença de um evento ou patologia rara que implicou a adoção de condutas não descritas e originais para a resolução dos problemas levantados, aspetos inusitados, evoluções atípicas ou inovações terapêuticas, entre outras. Os casos difíceis ou complicados, mas que não trouxeram nada de novo,

não são considerados publicáveis. As secções serão: Introdução, Caso Clínico, Discussão e Referências. O texto não deve exceder as 2 000 palavras e 15 referências bibliográficas. Deve ser acompanhado de figuras ilustrativas. O número de tabelas/figuras não deve ser superior a 6. Não devem ter mais de 4 autores, mas se tiverem mais deve ser dada uma justificação. A contagem da palavra: até 2 000. Resumo estruturado: não necessário e até 150 palavras. Tabelas/Figuras: até 6. Referências: até 15.

Imagem em Anestesiologia

Apresentação sucinta com imagens interessantes, novas e altamente educativas para destacar informação anestesiológica pertinente. Devem incluir um título em português e em inglês com um máximo de oito palavras e um texto com um máximo de 200 palavras. Não podem ter mais de três autores e cinco referências bibliográficas. Não precisam de resumo. Só são aceites imagens que não tenham sido previamente publicadas. Conteúdo suplementar em vídeo pode ser incluído. A contagem da palavra: até 200. Resumo estruturado: não necessário resumo. Tabelas/ Figuras: até 5. Vídeos: até 2. Referências: até 5.

Carta ao Editor

Deve ser objetiva e construtiva. Deve constituir um comentário fundamentado a um artigo publicado anteriormente na revista, enviado não mais de três meses após a publicação do texto original, ou uma nota sobre um tema de interesse geral para os anestesiológicos. Deve ser breve (250 a 800 palavras) e pode conter até duas ilustrações e ter um máximo de 7 referências bibliográficas. A resposta(s) do(s) Autor(es) deve observar as mesmas características. Não precisam de resumo. A contagem da palavra: até 800. Resumo estruturado: não necessário resumo. Tabelas/Figuras: até 2. Referências: até 7.

Editorial

Os Editoriais serão solicitados por convite do Conselho Editorial. Serão comentários sobre tópicos actuais. Não devem exceder as 1 500 palavras, nem conter mais de uma tabela/figura e ter um máximo de 15 referências bibliográficas. Não precisam de resumo. A contagem da palavra: até 1 500. Resumo estruturado: não necessário resumo. Tabelas/Figuras: até 1. Referências: até 15.

Perspetiva

Artigo elaborado por convite do Conselho Editorial. Podem cobrir uma grande diversidade de temas com interesse para a Anestesiologia: problemas actuais ou emergentes, gestão e política de saúde, história da anestesiologia, ligação à sociedade, epidemiologia, etc. Não precisam de resumo.

A contagem da palavra: até 2 000. Resumo estruturado: não necessário resumo. Tabelas/Figuras: até 2. Referências: até 10.

Preparação do Manuscrito

Referências

I. Citação no texto

Certifique-se de que todas as referências citadas no texto também estão presentes na lista de referências (e vice-versa). As referências devem ser listadas usando algarismos árabes pela ordem em que são citados no texto.

As referências a comunicações pessoais e dados não publicados devem ser feitas diretamente no texto e não devem ser numeradas. As comunicações pessoais devem estar devidamente autorizadas pelo emissor das comunicações, assumindo os autores a responsabilidade pela autorização. A citação de uma referência como “in press” implica que o item tenha sido aceite para publicação. Os nomes das revistas devem ser abreviados de acordo com o estilo da Medline. As referências a artigos publicados em revistas devem incluir o nome do primeiro autor seguido dos nomes dos restantes autores (num máximo de 6, a partir daí deve ser utilizado *et al.*), o título do artigo, o nome da revista e o ano de publicação, volume e páginas, e DOI. Certifique-se que os dados fornecidos nas referências estão corretos. Ao copiar referências, tenha cuidado porque já podem conter erros. A lista de referências deve ser adicionada como parte do texto, nunca como uma nota de rodapé. Códigos específicos do programa de gestão de referências não são permitidos.

II. Formato

Uma descrição detalhada dos formatos de diferentes tipos de referência pode ser consultada n “Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals” (http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html/). Liste todos os autores se houver seis ou menos. *Et al* deve ser adicionado se houver mais de seis autores. Título do artigo, nome da revista, ano, volume e páginas.

III. Estilo de referência

Texto: Indicar as referências no texto por número (s) em expoente. Os autores podem ser referidos, mas o número de referência deve ser sempre dado. Lista: Ordene as referências na lista pela ordem em que aparecem no texto Seguem-se alguns exemplos de como devem constar os vários tipos de referências.

Artigo

Apelido seguido das Iniciais do(s) Autor(es). Título do artigo. Título da revista [abreviado]. Ano de publicação; Volume: páginas. doi

1. Com menos de 6 autores:

Brown EN, Purdon PL. The aging brain and anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013;26:414-9. doi: 10.1097/ACO.0b013e328362d183.

2. Com mais de 6 autores:

Pacella E, Pacella F, Troisi F, Dell'edera D, Tuchetti P, Lenzi T, et al. Efficacy and safety of 0.5% levobupivacaine versus 0.5% bupivacaine for peribulbar anesthesia. *Clin Ophthalmol*. 2013;7:927-32. doi: 10.2147/OPTH.S43553.

3. Sem autores:

Pelvic floor exercise can reduce stress incontinence. *Health News*. 2005; 11:11.

Monografia

Autor/Editor AA. Título: completo. Edição (se não for a primeira). Vol. (se for trabalho em vários volumes). Local de publicação: Editor comercial; ano.

1. Com Autores:

McLoughlin T. Magnetic resonance imaging of the brain and spine. 3rd ed. Philadelphia: Mosby; 2012.

2. Com Editor:

Holzheimer RG, Mannick JA, editors. *Surgical Treatment: Evidence-Based and Problem-Oriented*. Munich: Zuckschwerdt; 2001.

Capítulo de Monografia

Blitt C. Monitoring the anesthetized patient. In: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors. *Clinical Anesthesia*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1997. p 563-85.

Relatório Científico/Técnico

Page E, Harney JM. Health hazard evaluation report. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health; 2001 Feb. Report No.: HETA2000-0139-2824.

Tese/Dissertação Acadêmica

Jones DL. The role of physical activity on the need for revision total knee arthroplasty in individuals with osteoarthritis of the knee [dissertação]. Pittsburgh: University of Pittsburgh; 2001.

Documento de Conferência

Rice AS, Farquhar-Smith WP, Bridges D, Brooks JW. Cannabinoids and pain. In: Dostorovsky JO, Carr DB, Koltzenburg M, editors. *Proceedings of the 10th World Congress on Pain*; 2002 Aug 17-22; San Diego. Seattle: IASP Press; 2003. p. 437-68.

Documento Eletrônico

1. CD-ROM

Anderson SC, Poulsen KB. Anderson's electronic atlas of hematology [CD-ROM]. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. <http://www.umi.com/proquest/>.

2. Monografia da Internet

Van Belle G, Fisher LD, Heagerty PJ, Lumley TS. *Biostatistics: a methodology for the health sciences* [e-book]. 2nd ed. Somerset: Wiley InterScience; 2003 [consultado 2005 Jun 30]. Disponível em: Wiley InterScience electronic collection.

3. Homepage/Website

Cancer-Pain.org [homepage na Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c2000-01; [consultado 2020 Jul 9]. Disponível em: <http://www.cancerpain.org/>.

A exatidão e rigor das referências são da responsabilidade do Autor.

Notas de Rodapé

As notas de rodapé devem ser evitadas. Quando imprescindíveis, devem ser numerados consecutivamente e aparecer na página apropriada.

Agradecimentos (facultativo)

Devem vir após o texto, e antes das referências, tendo como objectivo agradecer a todos os que contribuíram para o estudo mas que não têm peso de autoria. Nesta secção é possível agradecer a todas as fontes de apoio, quer financeiro, quer tecnológico ou de consultadoria, assim como contribuições individuais.

Abreviaturas

Não use abreviaturas ou acrónimos no título e no resumo e limite o seu uso no texto. Abreviaturas não consagradas devem ser definidas na primeira utilização, por extenso, logo seguido pela abreviatura entre parênteses. A menos que a sigla seja uma unidade padrão de medição. Se um termo for usado de 1 a 4 vezes no texto, ele deve ser definido por extenso ao longo do texto e não abreviado.

Unidades de Medida

Devem ser utilizadas as unidades Sistema Internacional de Unidades. As medidas de comprimento, altura, peso e volume devem ser expressas em unidades do sistema métrico (metro, quilograma ou litro) ou seus múltiplos decimais. As temperaturas devem ser dadas em graus Celsius (°C) e a pressão arterial em milímetros de mercúrio (mmHg), e a hemoglobina em g/dL. Todas as medições hematológicas ou bioquímicas serão referidas no sistema métrico de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Nomes de Medicamentos e Dispositivos Médicos

Identifique com precisão todos os medicamentos e produtos pela denominação comum internacional (DCI). Não é recomendável a utilização de nomes comerciais de fármacos (marca registrada), mas quando a utilização for imperativa, o nome do produto deverá vir após o nome DCI, entre parênteses, em minúscula, seguido do símbolo que caracteriza marca registrada, em sobrescrito (®). O mesmo princípio é aplicável aos dispositivos médicos.

Nomes de Genes, Símbolos e Números de Acesso

Aos genes e estruturas relacionadas devem ser atribuídos os nomes e símbolos oficiais fornecidos pelo National Center for Biotechnology Information (NCBI) ou o HUGO Gene Nomenclature Committee. Antes da submissão de um manuscrito relatando grandes conjuntos de dados genómicos (por exemplo, sequências de proteínas ou DNA), os conjuntos de dados devem ser depositados em um banco de dados disponível publicamente, como o GenBank do NCBI, e um número de acesso completo (e número da versão, se apropriado) deve ser fornecido na seção Métodos.

Tabelas e Figuras

As Tabelas/Figuras devem ser numerados na ordem em que são citadas no texto e assinaladas em numeração árabe e com identificação.

Cada Figura e Tabela incluídas no trabalho têm de ser referidas no texto: “Uma resposta imunitária anormal pode estar na origem dos sintomas da doença (Fig. 2)”; “Esta associa-se a outras duas lesões (Tabela 1)”.

Figura: Quando referida no texto é abreviada para Fig., enquanto Tabela não é abreviada. Nas legendas ambas as palavras são escritas por extenso.

Cada Tabela e Figura deve ser acompanhada da respetiva legenda, sucinta e clara. As Legendas devem ser autoexplicativas (sem necessidade de recorrer ao texto).

Em relação aos Figuras deve ser explícito se a informação inclui valores individuais, médias ou medianas, se há representação do desvio padrão e intervalos de confiança e o tamanho da amostra (n). As fotografias deverão incluir identificadores de aspetos cientificamente relevantes (setas e asteriscos). Poderão ser publicadas fotografias a cores, desde que consideradas essenciais.

Cada Tabela deve ser utilizada para mostrar resultados, apresentando listas de dados individuais ou sumariando os mesmos, não devendo no entanto constituir duplicação dos resultados descritos no texto. Devem ser acompanhadas de um título curto mas claro e elucidativo. As unidades de medida usadas devem ser indicadas (em parêntesis abaixo do nome que encabeça cada categoria de valores) e os números expressos devem ser reduzidos às casas decimais com significado clínico.

Para as notas explicativas nas Tabelas devem ser utilizados letras (a, b, c, d, etc.), não símbolos.

Se fotografias de doentes forem usadas, estes não devem ser identificáveis ou as fotografias devem ser acompanhadas de autorização por escrito para usá-las.

As ilustrações coloridas são reproduzidas gratuitamente.

Princípios gerais:

- Numere as ilustrações de acordo com a sua sequência no texto;
- Forneça as legendas das ilustrações separadamente;
- Dimensione as ilustrações próximas das dimensões desejadas da versão publicada;
- Envie cada ilustração em ficheiro separado.

A inclusão de figuras e/ou tabelas já publicadas, implica a autorização do detentor de *copyright* (autor ou editor).

A submissão deve ser feita separadamente do texto, conforme as instruções da plataforma.

Os ficheiros das figuras devem ser fornecidos em alta resolução, 800 dpi mínimo para gráficos e 300 dpi mínimo para fotografias.

A publicação de ilustrações a cores é gratuita, reservando-se a Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia de publicar uma versão a preto e branco na versão impressa da revista.

Material gráfico deve ser entregue em um dos seguintes formatos: JPEG (.jpg), Portable Document Format (.pdf), Powerpoint (.ppt), TIFF (.tif), Excel (.xls).

Permissão para Publicação/Reprodução

No caso de publicação de tabelas de livros ou revistas os autores são responsáveis por obter permissão, junto dos autores dos trabalhos de onde forem reproduzidos, para a referida publicação, e terão de a apresentar na submissão.

Ficheiros Multimédia

Os ficheiros multimédia devem ser enviados em ficheiro separado com o manuscrito. O material multimédia deve seguir os padrões de qualidade de produção para publicação sem a necessidade de qualquer modificação ou edição. Os ficheiros aceitáveis são: formatos MPEG, AVI ou QuickTime.

Anexos/Apêndices

Quando necessário, os anexos devem ser utilizados para apresentar inquéritos longos ou detalhados, descrições de extensos cálculos matemáticos e / ou listas de itens. Devem ser colocados depois da lista de referências, se necessário, com legendas. Anexos longos, tais como algoritmos, pesquisas e protocolos, serão publicados apenas online; o URL será fornecido no artigo impresso onde o anexo é citado.

Se houver mais de um apêndice, eles devem ser identificados como A, B, etc. As fórmulas e equações em apêndices devem ser numeradas separadamente: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; Em apêndice posterior, a Eq. (B.1) e assim por diante. Da mesma forma para tabelas e figuras: Tabela A.1; FIG. A.1, etc.

Estilo

Revista da Sociedade Portuguesa de Anestesiologia segue AMA Manual Style, 10ª edição (<http://www.amamanualofstyle.com/>) e ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals (<http://icmje.org/recommendations/>).

Nota Final

Para um mais completo esclarecimento sobre este assunto aconselha-se a leitura das *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals* (do International Committee of Medical Journal Editors), disponível em <http://www.icmje.org/>.

