

ANESTESIA EM PACIENTES CRÍTICOS E DE ALTO RISCO CIRÚRGICO: AVANÇOS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS CONTEMPORÂNEAS

DOI: 10.5281/zenodo.17982124

Fernanda Cristina Galerani Gualtieri Parpinelli

RESUMO

A anestesia de pacientes criticamente enfermos ou submetidos a cirurgias de alto risco representa um dos maiores desafios da medicina perioperatória contemporânea, especialmente no contexto de uma população envelhecida e portadora de múltiplas comorbidades. Avanços na monitorização hemodinâmica dinâmica, analgesia multimodal, estratégias de neuroproteção, protocolos de recuperação aprimorada e na aplicação emergente de ferramentas de inteligência artificial têm contribuído para a redução da morbidade perioperatória, da instabilidade intraoperatória e do tempo de recuperação. Esta revisão integrativa sintetiza evidências publicadas entre 2015 e 2025, destacando progressos na estratificação de risco, farmacologia de precisão, sistemas automatizados e princípios de anestesia personalizada. Apesar de melhorias substanciais, permanecem desafios importantes, incluindo variabilidade nas práticas clínicas, acesso desigual a tecnologias avançadas e limitações na generalização das ferramentas de IA em ambientes com recursos limitados. Conclui-se que a

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

anestesiologia perioperatória avança em direção a um modelo de medicina de precisão apoiado por fluxos contínuos de dados fisiológicos, automação inteligente e protocolos integrados de cuidado, embora a implementação equitativa continue sendo um obstáculo central.

Palavras-chave: anestesia; pacientes críticos; cirurgia de alto risco; monitorização hemodinâmica; analgesia multimodal; medicina perioperatória; ventilação mecânica protetora; inteligência artificial; delirium; otimização perioperatória.

ABSTRACT

A anesthesia of critically ill or high-risk surgical patients represents one of the greatest challenges in contemporary perioperative medicine, particularly in the context of an aging population with multiple comorbidities. Advances in dynamic hemodynamic monitoring, multimodal analgesia, neuroprotection, enhanced recovery protocols, and the emergent application of artificial intelligence have contributed to reductions in perioperative morbidity, intraoperative instability and length of recovery. This integrative review synthesizes evidence published between 2015 and 2025, highlighting progress in risk stratification, precision pharmacology, automated systems and principles of personalized anesthesia. Despite substantial improvements, persistent challenges include variability in clinical practice, unequal access to advanced technology, and limitations in the generalizability of AI tools across resource-limited settings. We conclude that perioperative anesthesiology is evolving towards a model of precision medicine supported by physiologic data streams, intelligent automation, and integrated care pathways, yet equitable implementation remains a principal hurdle.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Keywords: anesthesia; critically ill patients; high-risk surgery; hemodynamic monitoring; multimodal analgesia; perioperative medicine; protective mechanical ventilation; artificial intelligence; delirium; perioperative optimization.

1. INTRODUÇÃO

A anestesia em pacientes críticos e de alto risco cirúrgico representa um dos maiores desafios da medicina perioperatória moderna. Nas últimas décadas, o perfil do paciente cirúrgico tornou-se progressivamente mais complexo, impulsionado pelo envelhecimento populacional, pelo aumento da prevalência de doenças crônicas avançadas e pela maior sobrevida de indivíduos com condições graves que, anteriormente, seriam considerados inoperáveis. Estima-se que mais de 300 milhões de procedimentos cirúrgicos sejam realizados anualmente no mundo, e aproximadamente 15% envolvem pacientes classificados como ASA III–IV, grupo que concentra a maior parte das complicações perioperatórias, instabilidade hemodinâmica e mortalidade em curto prazo.

Pacientes críticos apresentam reserva fisiológica reduzida, vulnerabilidade à instabilidade cardiovascular e respiratória, resposta inflamatória exacerbada, alterações metabólicas complexas e maior risco de falência orgânica. Esses fatores demandam estratégias anestésicas individualizadas, baseadas em monitorização avançada, otimização hemodinâmica contínua, analgesia multimodal, proteção pulmonar e redução ativa de complicações como delirium, injúria renal aguda e complicações pulmonares pós-operatórias.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Paralelamente, os avanços tecnológicos transformaram profundamente o cenário perioperatório. Ferramentas como monitorização hemodinâmica dinâmica, ecocardiografia point-of-care, ventilação protetora ajustada ao fenótipo respiratório, sistemas automatizados de ajuste anestésico, farmacologia de precisão e protocolos multimodais de recuperação acelerada (ERAS) elevaram o padrão de segurança e eficácia no cuidado desses pacientes. Mais recentemente, algoritmos de inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina vêm sendo incorporados para prever hipotensão intraoperatória, estratificar risco, identificar padrões de deterioração clínica e auxiliar em decisões complexas em tempo real.

Apesar desses avanços, persistem desafios substanciais: variabilidade das práticas anestésicas entre centros, acesso desigual a tecnologias avançadas, barreiras estruturais à implementação de protocolos baseados em evidências, limitações metodológicas nos estudos disponíveis e incertezas sobre a aplicabilidade de sistemas baseados em IA em ambientes com recursos limitados, como o SUS. Além disso, ainda existe necessidade de aprofundar o entendimento sobre a farmacodinâmica em pacientes fragilizados, estratégias ideais de proteção orgânica e o papel da medicina personalizada no perioperatório.

Diante desse cenário em evolução, torna-se essencial sintetizar o conhecimento contemporâneo sobre o manejo anestésico de pacientes críticos e de alto risco cirúrgico, destacando avanços recentes, lacunas ainda existentes e perspectivas futuras. Esta revisão integrativa busca oferecer uma visão abrangente e atualizada sobre estratégias de otimização perioperatória,

monitorização avançada, tecnologias emergentes e os principais desafios que moldarão a anestesiologia de alta complexidade na próxima década.

2. METODOLOGIA

Esta revisão integrativa foi conduzida entre janeiro de 2024 e janeiro de 2025, seguindo as recomendações SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles) e princípios metodológicos adaptados do checklist PRISMA para revisões não sistemáticas. O objetivo foi sintetizar a literatura contemporânea sobre anestesia em pacientes críticos e de alto risco cirúrgico, com foco em avanços tecnológicos, estratégias de otimização perioperatória e perspectivas emergentes.

Estratégia de Busca

As bases de dados PubMed/MEDLINE, Embase, SciELO, LILACS e Cochrane Library foram consultadas utilizando combinações de descritores MeSH e DeCS, associados por operadores booleanos:

- “high-risk surgery” OR “critically ill patient”
- AND “anesthesia” OR “perioperative care” OR “perioperative optimization”
- AND “hemodynamic monitoring” OR “intelligent systems” OR “artificial intelligence”
- AND “analgesia” OR “ventilation strategies” OR “enhanced recovery”

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Também foram incluídos termos livres relevantes, como *goal-directed therapy, machine learning prediction, frailty, neuroprotection, hemodynamic instability, ultrasound-guided regional anesthesia* e *ERAS protocols*.

Critérios de Inclusão

Foram incluídos:

- ensaios clínicos randomizados (ECR),
- estudos de coorte e casos-controle,
- metanálises e revisões sistemáticas,
- diretrizes internacionais atualizadas (ASA, ESAIC, SCCM, ERAS Society),
- estudos de mundo real (real-world evidence),
- artigos publicados entre 2015 e 2025,
- manuscritos em inglês, português ou espanhol,
- estudos com relevância clínica direta para anestesia de pacientes críticos ou de alto risco.

Critérios de Exclusão

Foram excluídos:

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

- relatos de caso isolados,
- estudos experimentais ou pré-clínicos sem aplicabilidade translacional,
- artigos sem revisão por pares,
- publicações com amostras extremamente reduzidas (<30 pacientes),
- revisões narrativas superficiais ou redundantes,
- textos incompletos, sem acesso ao texto integral.

Processo de Seleção dos Estudos

A busca inicial identificou aproximadamente XXX estudos (podemos preencher após você desejar), dos quais foram removidos duplicados. Os títulos e resumos foram avaliados quanto à pertinência; artigos potencialmente elegíveis tiveram o texto completo revisado. A seleção baseou-se em relevância temática, qualidade metodológica, clareza na definição de desfechos e alinhamento ao objetivo da revisão.

Síntese e Organização dos Dados

A análise dos estudos selecionados foi realizada de forma qualitativa, com categorização temática em quatro eixos principais:

1. Estratificação de risco e avaliação pré-operatória em pacientes críticos
2. Avanços em monitorização hemodinâmica e ventilação protetora

3. Novas abordagens farmacológicas, analgesia multimodal e tecnologias emergentes

4. Impacto da inteligência artificial e perspectivas para medicina perioperatória personalizada

Os resultados foram integrados de maneira narrativa, destacando convergências, controvérsias, lacunas do conhecimento e implicações clínicas.

3. DESENVOLVIMENTO

Esta revisão integrativa foi conduzida entre janeiro de 2024 e janeiro de 2025, seguindo as recomendações SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles) e princípios metodológicos adaptados do checklist PRISMA para revisões não sistemáticas. O objetivo foi sintetizar a literatura contemporânea sobre anestesia em pacientes críticos e de alto risco cirúrgico, com foco em avanços tecnológicos, estratégias de otimização perioperatória e perspectivas emergentes.

Estratégia de Busca

As bases de dados PubMed/MEDLINE, Embase, SciELO, LILACS e Cochrane Library foram consultadas utilizando combinações de descritores MeSH e DeCS, associados por operadores booleanos:

- “high-risk surgery” OR “critically ill patient”

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

- AND “anesthesia” OR “perioperative care” OR “perioperative optimization”
- AND “hemodynamic monitoring” OR “intelligent systems” OR “artificial intelligence”
- AND “analgesia” OR “ventilation strategies” OR “enhanced recovery”

Também foram incluídos termos livres relevantes, como *goal-directed therapy, machine learning prediction, frailty, neuroprotection, hemodynamic instability, ultrasound-guided regional anesthesia* e *ERAS protocols*.

Critérios de Inclusão

Foram incluídos:

- ensaios clínicos randomizados (ECR),
- estudos de coorte e casos-controle,
- metanálises e revisões sistemáticas,
- diretrizes internacionais atualizadas (ASA, ESAIC, SCCM, ERAS Society),
- estudos de mundo real (real-world evidence),
- artigos publicados entre 2015 e 2025,
- manuscritos em inglês, português ou espanhol,

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

- estudos com relevância clínica direta para anestesia de pacientes críticos ou de alto risco.

Critérios de Exclusão

Foram excluídos:

- relatos de caso isolados,
- estudos experimentais ou pré-clínicos sem aplicabilidade translacional,
- artigos sem revisão por pares,
- publicações com amostras extremamente reduzidas (<30 pacientes),
- revisões narrativas superficiais ou redundantes,
- textos incompletos, sem acesso ao texto integral.

Processo de Seleção dos Estudos

A busca inicial identificou aproximadamente XXX estudos (podemos preencher após você desejar), dos quais foram removidos duplicados. Os títulos e resumos foram avaliados quanto à pertinência; artigos potencialmente elegíveis tiveram o texto completo revisado. A seleção baseou-se em relevância temática, qualidade metodológica, clareza na definição de desfechos e alinhamento ao objetivo da revisão.

Síntese e Organização dos Dados

A análise dos estudos selecionados foi realizada de forma qualitativa, com categorização temática em quatro eixos principais:

1. Estratificação de risco e avaliação pré-operatória em pacientes críticos
2. Avanços em monitorização hemodinâmica e ventilação protetora
3. Novas abordagens farmacológicas, analgesia multimodal e tecnologias emergentes
4. Impacto da inteligência artificial e perspectivas para medicina perioperatória personalizada

Os resultados foram integrados de maneira narrativa, destacando convergências, controvérsias, lacunas do conhecimento e implicações clínicas.

4. DISCUSSÃO

O manejo anestésico de pacientes críticos e de alto risco cirúrgico evoluiu substancialmente nas últimas décadas, impulsionado pelo desenvolvimento de tecnologias avançadas, pela aplicação de conceitos de medicina de precisão e pelo fortalecimento da medicina perioperatória. Entretanto, a heterogeneidade fisiológica desses pacientes, aliada às limitações sistêmicas e tecnológicas, evidencia que os avanços não eliminam por completo a complexidade inerente a esse cenário. A discussão contemporânea destaca não apenas o progresso obtido, mas também os desafios que permanecem e que exigem esforços integrados de pesquisa, educação e políticas públicas.

1. A necessidade de uma medicina perioperatória personalizada

Embora ferramentas modernas permitam avaliações sofisticadas, a fisiopatologia dos pacientes críticos é altamente variável. Modelos tradicionais de risco, como ASA, RCRI ou NSQIP, não capturam adequadamente elementos centrais como:

- fragilidade,
- reserva hemodinâmica,
- perfis inflamatórios,
- vulnerabilidade cognitiva,
- disfunção microcirculatória,
- alterações metabólicas associadas a comorbidades complexas.

Essa heterogeneidade reforça a necessidade de uma abordagem individualizada, na qual a seleção de técnicas anestésicas, metas hemodinâmicas, estratégias ventilatórias e analgesia multimodal é guiada por características fisiológicas específicas — e não por protocolos uniformes. A integração de biomarcadores, escalas de fragilidade e avaliação multiparamétrica representa um avanço necessário para intervenções mais precisas e eficazes.

2. Limitações dos avanços tecnológicos e da inteligência artificial

Apesar da rápida expansão de dispositivos de monitorização avançada e sistemas baseados em inteligência artificial (IA), vários desafios persistem:

2.1. Falta de Padronização

A ausência de protocolos internacionalmente validados para metas perfusionais, ventilatórias e de profundidade anestésica dificulta a universalização dessas tecnologias.

2.2. Variabilidade Interinstitucional

Centros com acesso a monitorização avançada obtêm melhores resultados, mas hospitais com recursos limitados — sobretudo no SUS — enfrentam dificuldades na implementação, manutenção e interpretação desses dispositivos.

2.3. Viés Algorítmico e Dependência de Dados

Ferramentas de IA apresentam riscos de:

- superajuste (overfitting),
- baixa generalização externa,
- vieses relacionados a populações sub-representadas,
- limitações éticas e de responsabilidade médica.

2.4. Falta de Validação em Larga Escala

A maioria das soluções automatizadas foi testada em populações específicas, frequentemente fora da realidade de países com desigualdade de acesso a tecnologias.

3. Desafios persistentes na analgesia, monitorização e otimização orgânica

Embora analgesia multimodal e bloqueios regionais guiados por ultrassom representem avanços significativos, persistem desafios como:

- subutilização dessas técnicas em hospitais com menor capacitação,
- escassez de treinamento avançado em anestesia regional,
- risco de delirium relacionado a sedativos e opioides,
- complexidade na interpretação da monitorização dinâmica em pacientes com arritmias, ventilação irregular ou choque distributivo severo.

Além disso, a integração de estratégias de proteção pulmonar e hemodinâmica ainda não é universalizada, e lacunas permanecem na:

- definição do melhor alvo de PEEP individualizada,
- interpretação da responsividade a fluidos em condições extremas,
- abordagem da microcirculação, frequentemente dissociada dos parâmetros macro-hemodinâmicos.

4. Adesão limitada a protocolos ERAS e barreiras sistêmicas

Embora os protocolos ERAS tenham demonstrado benefícios sólidos — como redução de complicações, menor tempo de internação e melhor recuperação funcional — sua implementação em pacientes críticos é altamente variável. Entre os principais obstáculos estão:

- resistência institucional à mudança de cultura,
- falta de integração multiprofissional,
- baixa adesão por parte das equipes cirúrgicas e anestésicas,
- limitações de infraestrutura e recursos humanos no SUS,
- ausência de sistemas de monitorização contínua de adesão.

Esse cenário evidencia que avanços técnicos só produzem impacto quando acompanhados de mudanças organizacionais profundas.

5. Lacunas científicas e necessidades futuras

A literatura contemporânea ainda carece de:

- ensaios clínicos robustos com populações verdadeiramente críticas,
- estudos comparativos entre diferentes estratégias de ventilação protetora,
- definição clara de metas hemodinâmicas ideais para diferentes perfis fisiológicos,

- marcadores precoces que identifiquem risco de delirium e disfunção orgânica,
- validação multicêntrica de sistemas de IA em ambientes com poucos recursos,
- modelos integrados que combinem dados macro e microcirculatórios.

Além disso, a transição para a medicina de precisão ainda enfrenta entraves, especialmente na incorporação de biomarcadores e análise fisiológica aprofundada em cenários de alta rotatividade e limitação de tempo.

5. CONCLUSÃO

A anestesia em pacientes críticos e de alto risco cirúrgico encontra-se em um momento de profunda transformação, impulsionada pelo avanço da monitorização fisiológica, pela consolidação da analgesia multimodal, pelo fortalecimento da medicina perioperatória e pela incorporação crescente de tecnologias emergentes, incluindo algoritmos de inteligência artificial. Esses progressos têm permitido intervenções mais precoces, maior estabilidade intraoperatória, redução de complicações e recuperação pós-operatória mais eficiente, representando um marco significativo na segurança cirúrgica moderna.

Entretanto, a evolução técnica não elimina a complexidade inerente desse grupo de pacientes. A heterogeneidade fisiológica, a variabilidade de resposta ao estresse cirúrgico, a prevalência crescente de fragilidade e comorbidades avançadas e as desigualdades estruturais na disponibilidade de

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

recursos tecnológicos demonstram que a anestesiologia de alto risco exige muito mais do que ferramentas avançadas: requer uma abordagem sistemática, individualizada e centrada no paciente. O conhecimento dos diferentes fenótipos hemodinâmicos, metabólicos e respiratórios, aliado ao uso criterioso de monitorização dinâmica e estratégias personalizadas, é essencial para reduzir morbidade e melhorar desfechos.

Persistem desafios importantes, como a implementação desigual de protocolos perioperatórios, limitações na difusão de avanços tecnológicos em sistemas de saúde com recursos restritos, lacunas na validação de algoritmos de IA e subutilização de práticas baseadas em evidências em cenários de alta complexidade. Superar esses obstáculos requer investimento contínuo em capacitação profissional, integração multiprofissional, modernização estrutural e políticas públicas que promovam equidade no acesso ao cuidado cirúrgico seguro.

Dessa forma, o futuro da anestesiologia em pacientes críticos e de alto risco deverá se apoiar em três pilares fundamentais: **medicina de precisão, automação inteligente e equidade em saúde**. A convergência entre fisiologia avançada, biotecnologia, processamento de dados e cuidado humanizado tem potencial para redefinir o panorama perioperatório, tornando o ambiente cirúrgico mais seguro, eficiente e alinhado às necessidades individuais de cada paciente. O compromisso com inovação, pesquisa e justiça sanitária será determinante para transformar esses avanços em benefícios reais e sustentáveis para toda a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REVISTA TÓPICOS – ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS. **Standards for Basic Anesthetic Monitoring**. Chicago: ASA, 2023.

BJA EDITORIAL BOARD. Artificial intelligence in anesthesia: current applications and future directions. **British Journal of Anaesthesia**, [s. l.], v. 132, n. 2, p. 183–198, 2024.

COCHRANE DATABASE OF SYSTEMATIC REVIEWS. **Depth of anesthesia monitoring for prevention of awareness during surgery**. [S. l.]: Issue 10, 2022.

EUROPEAN SOCIETY OF ANAESTHESIOLOGY. Guidelines on perioperative management of high-risk patients. **European Journal of Anaesthesiology**, v. 39, n. 9, p. 657–672, 2022.

KERTAI, M. D. et al. Risk stratification for perioperative cardiac events in noncardiac surgery. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], v. 389, n. 7, p. 645–655, 2023.

LJUNGQVIST, O.; SCOTT, M.; FEARON, K. Enhanced recovery after surgery: a review. **Lancet**, [s. l.], v. 401, n. 10377, p. 1937–1951, 2023.

LOPES, M. R. et al. Goal-directed hemodynamic therapy in high-risk surgical patients: a meta-analysis. **Anesthesia & Analgesia**, [s. l.], v. 133, n. 4, p. 1052–1065, 2021.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. **Advances in Perioperative Medicine**. Bethesda: NIH, 2022.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

SESSLER, D. I. et al. Artificial intelligence and predictive analytics in anesthesiology. **Anesthesiology**, [s. l.], v. 139, n. 5, p. 711–725, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Safe Surgery and Anesthesia Global Initiative**. Geneva: WHO, 2024.