

Review Article



The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Intraoperative Anesthesia: A Narrative Review

Neda Rahimian¹, Seyedeh Mahboobeh Hosseini², Ali Moshki³, Seyedeh Zahra Nahardani^{4*}

1. Associate Professor of Internal Medicine, Department of Internal Medicine, School of Medicine, Firoozgar General Hospital. Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Ph.D. Student of Medical Education, Centre for Educational Research in Medical Sciences (CERMS), Department of Medical Education, School of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Hashemi-Nejad Hospital, Iran University of Medical Science, Tehran, Iran.

4. Assistant Professor of Medical Education, Ph.D, Center for Educational Research in Medical Sciences (CERMS), Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Rahimian N, Hosseini SM, Moshki A, Nahardani SZ. [The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Intraoperative Anesthesia: A Narrative Review (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2026; 24(6): 507-518.

doi <https://doi.org/10.22118/jsmj.2025.497970.3786>

ABSTRACT

Background and Objectives Artificial intelligence plays a crucial role in predicting patient conditions, optimizing drug doses, monitoring clinical status, and providing clinical decision support during anesthesia. This narrative review examines the applications of artificial intelligence in the field of anesthesia.

Subjects and Methods This review article was conducted in 2023 [Solar Hijri 1402] by searching international databases, including Scopus, PubMed, IEEE Xplore, and Web of Science, as well as Iranian databases such as IranDoc and SID, for the period 2019–2024.

Results The applications of artificial intelligence in anesthesia include the Infuse-OR system, which operates via magnetic coding, and Stanpump software, designed to automate the anesthetic process and reduce reliance on manual clinical intervention. Furthermore, machine learning models are utilized to determine anesthetic dosages by analyzing input datasets and patient conditions. Neural network algorithms are specifically applied for dose optimization, while Long Short-Term Memory (LSTM) networks are employed to analyze and predict anesthetic performance. For signal classification during anesthesia, a Convolutional Neural Network (CNN) architecture is utilized, consisting of an initial layer with 32 convolutional filters and max-pooling, a second convolutional layer with 32 filters followed by a secondary pooling layer, and a final fully connected layer.

Conclusion Integrating artificial intelligence into anesthesia enhances the quality of medical care, improves diagnostic accuracy, and increases patient safety. However, this integration also presents several challenges such as protecting patient privacy, ensuring responsible AI decision-making, preventing discrimination, improving the transparency of algorithms, clarifying physician responsibility, and addressing the impact of artificial intelligence on the role of physicians.

Keywords Anesthesia, Artificial intelligence, Machine learning, Decision support systems, Neural networks, Perioperative medicine.

Received: 4 Jan 2025

Revised: 27 Oct 2025

Accepted: 4 Nov 2025

* Corresponding Author:

Seyedeh Zahra Nahardani

Address: Center for Educational Research in Medical Sciences (CERMS), Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +989125406857

E-Mail: nahardani.z@iums.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Anesthesia is a fundamental component of surgical procedures, defined as a state of unresponsiveness to stimuli. The primary goal of any anesthesia control system is to determine the exact dosage of anesthetic drugs needed to achieve an optimal depth of anesthesia. Various methods are employed to assess this depth, including measuring mean arterial pressure (MAP), systolic arterial pressure (SAP), electromyography (EMG), and electroencephalography (EEG). Artificial Intelligence (AI) has the potential to enhance the monitoring and management of the anesthesia process significantly. The benefits offered by AI include improved prediction and control of patient conditions during anesthesia, precise drug dosing, accurate monitoring, and response prediction, all of which contribute to increased patient safety. By utilizing automated monitoring systems and advanced algorithms to analyze data, AI improves the accuracy, speed, and overall performance of surgical procedures. This integrated approach minimizes human error, facilitates optimal drug dosing, and enhances post-operative outcomes, playing a crucial role in elevating patient safety and the quality of medical care. The integration of AI into anesthesiology enhances physiological monitoring precision, allows for personalized drug dosage settings, reduces diagnostic errors, improves the prediction of patient responses, and heightens safety during surgical procedures. Machine learning algorithms simplify data analysis, reduce surgical risks, and improve patient outcomes. AI also enables automated monitoring of vital signs—such as heart rate, blood pressure, and blood oxygen levels—allowing clinicians to better evaluate patient responses during anesthesia and react quickly to any changes. AI-driven data analysis assists in predicting patient reactions, enabling more accurate decision-making during critical situations like hemodynamic instability or unexpected respiratory issues. By tailoring drug types and dosages to each patient's physiological status, personalized data analysis minimizes the risk of complications and enhances the performance of the anesthetic team. Additionally, AI contributes to the development of advanced surgical robots capable of performing operations with high precision and sensitivity. Through continuous analysis of patient data during anesthesia, AI identifies patterns and trends, using these insights to improve monitoring. Clinicians can also utilize AI to predict recovery trajectories post-anesthesia and assess the need for additional care, optimizing post-operative management. Consequently, incorporating AI into anesthetic procedures enhances the precision and speed of patient monitoring, ultimately improving the overall quality and safety of anesthesia care.

Methods

This narrative review, conducted in 2023, aimed to explore

the roles, types, and applications of AI in intraoperative anesthesia. Using Mesh terms from the PubMed database, English and Persian keywords were selected, including:

"Artificial Intelligence", "Anesthesia", "Pain Management", "Machine Learning", "DSS in Anesthesia", and their Persian equivalents.

A comprehensive search was done for articles published between 2019 and 2024 in international databases: PubMed, Scopus, Web of Science (WOS), IEEE Xplore, and national repositories such as IranDoc, SID, as well as academic search engines like Google Scholar and Semantic Scholar.

Retrieved studies were imported into EndNote version 20, where duplicates were removed. The inclusion criteria consisted of original articles in English or Persian that examined the role and application of various types of AI in anesthesia, focusing on clinical outcomes and practical experiences. The exclusion criteria included short articles, letters to the editor, conference abstracts, review articles, and studies that were not available in full text or were written in languages other than English or Persian.

Screening was conducted in three stages. In the first stage, article titles were reviewed, and those meeting the inclusion criteria were selected for abstract screening. In the second stage, relevant abstracts were assessed for alignment with the research objectives. Finally, in the third stage, full texts of selected articles were qualitatively analyzed and used to write the final article. Common themes and patterns regarding the application of AI in anesthesia were identified and categorized into three main groups: a) Types of AI technologies used during anesthesia, b) Positive and negative impacts of AI on patient outcomes, anesthesiologist performance, safety, and c) Challenges, limitations, and ethical considerations associated with AI implementation in anesthesiology.

Results

Based on the findings, several AI technologies have been integrated into anesthesiology. These include clinical delivery systems such as Infuse-OR and Stanpump software. For dosage control and predictive modeling, Recurrent Neural Networks (RNNs), Perceptron neural networks, Bayesian models, linear regression, and Random Forest algorithms are frequently utilized. Furthermore, specialized tools are employed for feature extraction from electrocardiogram (ECG) signals, while Convolutional Neural Networks (CNNs) are applied to analyze surface-level anesthesia datasets. Overall, AI facilitates automatic integration of patient data and physiological parameters, enabling prediction of intraoperative responses. This allows physicians to act rapidly during emergency or acute situations.

However, the use of AI in anesthesia presents challenges and ethical concerns, including: patient privacy and data protection, accountability for AI-related errors or incorrect decisions, algorithmic accuracy and reliability, acceptance of AI technologies by clinicians, and broader ethical and data governance issues.

It is important to note that despite advancements in AI and monitoring tools, the anesthesiologist remains the central figure in ensuring patient safety. The critical role of AI in anesthesia is hardly disputable, but it cannot replace the expert judgment and clinical experience of trained professionals.

Conclusion

AI can personalize anesthetic drug dosages based on each patient's physiological profile, preventing overuse and reducing associated risks. Due to its diagnostic precision and low error margin, AI minimizes inappropriate interventions and helps reduce healthcare costs. It also shortens decision-making time and expedites anesthetic procedures, significantly contributing to surgical efficiency.

Overall, the integration of AI into intraoperative anesthesia improves therapeutic performance, reduces risks and errors, enhances patient safety, and elevates the quality of medical care. It also increases diagnostic accuracy and contributes to better clinical outcomes.

As with any technological advancement, this progress comes with its own set of challenges, including ensuring patient privacy and responsible AI decision-making, avoiding algorithmic bias, enhancing transparency in AI systems, and clarifying the roles and responsibilities of physicians in AI-assisted care.

Addressing these challenges requires developing ethical guidelines, improving algorithm transparency, establishing regulations and oversight, and updating training for healthcare professionals and the public.

Furthermore, investment in fostering positive human-AI relationships and creating alternative job opportunities is essential. By considering these ethical and practical aspects, effective and safe application of AI in medical sciences can be achieved, ultimately enhancing surgical care and patient outcomes. To fully harness the potential of AI in anesthesiology, further research, algorithm refinement, and extensive clinical evaluations are necessary.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

In this study, the fundamental principle of ethical considerations in research, including unbiased citation, originality of texts, and maintaining trustworthiness, has been taken into account. Accordingly, every effort has been made to avoid distortion and fabrication, discrimination and exploitation of information, as well as conflicts of interest. In writing the article, attempts were made to refrain from any form of bias, and honesty and trustworthiness in the use of sources were observed. Based on the principle of accountability, we accept responsibility for the results obtained in the dissemination of scientific findings.

Funding

This study received no funding from any organization.

Author's contributions

All authors contributed to all stages of data collection and

manuscript writing.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Acknowledgements

We sincerely express our gratitude for the unwavering support of the research and educational deaneries of Iran University of Medical Sciences

مقاله مروری

نقش هوش مصنوعی در بهینه‌سازی بیهوشی حین عمل: مرور روایتی

ندا رحیمیان^۱، سیده محبوبه حسینی^۲، علی مشکي^۳، سیده زهرا نهاردانی^{۴*}

۱. دانشیار داخلی، گروه داخلی، دانشکده پزشکی، بیمارستان فیروزگر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۲. دکتری آموزش پزشکی، مرکز تحقیقات آموزشی علوم پزشکی (CERMS)، گروه آموزش پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۳. استادیار گروه بیهوشی و درد، بیمارستان هاشمی‌نژاد، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۴. استادیار آموزش پزشکی، مرکز تحقیقات آموزشی علوم پزشکی (CERMS)، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online 	Citation Rahimian N, Hosseini SM, Moshki A, Nahardani SZ. [The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Intraoperative Anesthesia: A Narrative Review (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2026; 24(6):458-469. doi https://doi.org/10.22118/jsmj.2025.497970.3786
--	---

چکیده

زمینه و هدف: هوش مصنوعی، در زمینه‌هایی نظیر پیش‌بینی وضعیت بیمار، بهینه‌سازی دوز داروها، نظارت بر وضعیت بالینی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های بالینی در حین بیهوشی، نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. این مرور روایتی، به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در بیهوشی می‌پردازد.

روش بررسی: این مقاله مروری در سال ۱۴۰۲ با جست‌وجو در بانک‌های اطلاعاتی خارجی IEEE Explore، PubMed، Scopus و WOS و داخلی ایرانداک و SID در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۴ انجام شده است.

یافته‌ها: انواع هوش مصنوعی کاربردی در بیهوشی عبارت‌اند از: سیستم Infuse-O.R که با کدهای مغناطیسی کار می‌کند؛ نرم‌افزار Stan pump که نقش نیروی انسانی متخصص را در پروسه بیهوشی کاهش می‌دهد؛ یادگیری ماشین که با توجه به مقادیر و شرایط مجموعه داده‌های ورودی، سطح داروی بیهوشی را تعیین می‌کند؛ الگوریتم‌های شبکه عصبی که برای تعیین دوز داروی بیهوشی به کار می‌روند؛ شبکه عصبی LSTM که برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی عملکرد بیهوشی استفاده می‌شود. برای تشخیص کلاس سیگنال حین بیهوشی، از ۳۲ فیلتر کانولوشن در شبکه عصبی کانولوشن، لایه‌ای با حداکثر پولینگ، لایه دوم کانولوشنی ۳۲ فیلتر، لایه پولینگ ثانویه و لایه انتهایی کاملاً اتصال یافته بهره گرفته می‌شود.

نتیجه‌گیری: تلفیق هوش مصنوعی در بیهوشی سبب بهبود کیفیت مراقبت‌های پزشکی، افزایش دقت تشخیصی و ایمنی بیماران می‌شود، ولی چالش‌هایی، شامل حفظ حریم شخصی بیماران، تصمیمات مسئولانه هوش مصنوعی، جلوگیری از تبعیض، افزایش شفافیت الگوریتم‌ها، مسئولیت پزشک و تأثیر هوش مصنوعی در نقش پزشکان نیز دارد. باوجود نقش هوش مصنوعی و وجود دستگاه‌ها، که ابزارهای کمکی حیاتی هستند، حضور و هوشیاری متخصص بیهوشی به‌عنوان بهترین «مانیتور» تضمین‌کننده ایمنی بیمار است.

کلیدواژه‌ها: بیهوشی، تحلیل داده‌های بیهوشی، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در بیهوشی، فناوری‌های نوین، مدیریت درد، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین.



تاریخ دریافت: ۱۵ دی ۱۴۰۳
دریافت اصلاحات: ۵ آبان ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳ آبان ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

سیده زهرا نهاردانی

نشانی: مرکز تحقیقات آموزشی علوم پزشکی (CERMS)، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

تلفن: ۰۹۱۲۵۴۰۶۸۵۷

رایانامه: nahardani.z@iums.ac.ir

ناحیه‌ای یا مرکزی می‌شوند. از دیدگاه فارماکولوژیکی، تحریک و سرکوب دستگاه عصبی مرکزی به بیهوشی عمومی منجر خواهد شد. همچنین داروهایی تحت عنوان ANALGESIC در مدیریت درد بیمار مؤثرند و اثر خود را در درجات مختلفی به‌صورت کاهش حس درد نشان می‌دهند [۶]. در جدول ۱، چند اصطلاح مربوط به آثار داروی بیهوشی و ضد درد به‌اختصار توضیح داده شده است [۷].

در این میان، برای بهبود نظارت و مدیریت بر پروسه بیهوشی، می‌توان از هوش مصنوعی کمک گرفت. مزایایی که هوش مصنوعی ارائه می‌کند، سبب پیش‌بینی و کنترل بهتر وضعیت بیماران در طول بیهوشی می‌شود. با به‌کارگیری هوش مصنوعی در پروسه بیهوشی، نظارت دقیق بر پروسه، تنظیم دقیق دوز دارو و پیش‌بینی واکنش‌ها راحت‌تر می‌شود و ایمنی بیمار را ارتقا می‌دهد [۸].

هوش مصنوعی با آنالیز داده‌ها، سیستم‌های نظارت خودکار و الگوریتم‌های پیشرفته سبب بهبود دقت، سرعت و عملکرد جراحی می‌شود. به‌طور کلی، این نوع عملکرد ترکیبی به کاهش خطا منجر می‌شود، تعیین دقیق دوز داروهای بیهوشی را تسهیل می‌کند و سبب بهبود خروجی بعد از عمل می‌شود. همه این عوامل در افزایش ایمنی و بهبود کیفیت مراقبت‌های پزشکی نقش بسزایی دارند [۸].

هوش مصنوعی (AI) حوزه‌ای بسیار گسترده و نقطه تلاقی بسیاری از علوم است، اما تا به امروز، دانشمندان تعریف دقیق و جامعی از آن ارائه نکرده‌اند و کاملاً قابل درک نیست؛ زیرا واژه اصلی سازنده آن، هوش، هنوز تعریف دقیق و جامعی ندارد. برطبق تعریف کلی، هوش مصنوعی مطالعه چگونگی توانمندسازی کامپیوترها برای انجام کارهایی است که قبلاً انسان انجام می‌داده است [۹]. برطبق این تعریف، چالش اصلی هوش مصنوعی انجام کارهایی است که برای انسان ساده و برای سیستم کامپیوتر دشوار است و برای کارکرد هوش مصنوعی باید از تئوری‌های پیچیده ریاضی استفاده کرد [۱۰].

علوم پزشکی به‌خودی‌خود برای تشخیص بیماری و درمان آن با پیچیدگی همراه است و به همین دلیل، استفاده از روش‌های هوش مصنوعی برای ایجاد سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مورد توجه متخصصان حوزه پزشکی قرار گرفته است. یکی از انواع هوش مصنوعی، شبکه عصبی مصنوعی (ANN) است. ANN به‌طور ساده‌تر، شبکه عصبی سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوین برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش و به‌کارگیری این دانش برای پیش‌بینی پاسخ خروجی سیستم‌های پیچیده است [۱۰].

ایده اصلی پشت این نوع شبکه‌ها از نحوه عملکرد سیستم عصبی موجودات در پردازش داده‌ها و اطلاعات برای یادگیری و ایجاد دانش الهام گرفته است. هدف اصلی این ایده، ایجاد ساختارهای جدید سامانه پردازش اطلاعات است. این نوع سیستم تعداد زیادی عنصر پردازشی به‌هم‌پیوسته با نام نورون دارد که برای حل مسئله به‌طور هماهنگ با هم کار می‌کنند و اطلاعات را به‌واسطه سیناپس‌ها (ارتباطات الکترومغناطیسی) انتقال می‌دهند [۱۱].

بیهوشی یکی از اصلی‌ترین ارکان هر عمل جراحی محسوب می‌شود و به‌صورت بی‌پاسخی و عدم عکس‌العمل به تحریکات تعریف می‌شود. پروسه بیهوشی، که به‌اصطلاح سفری تا مرز مرگ است، بسیار دشوار و پیچیده است و حتماً باید متخصصان بیهوشی آن را انجام دهند که مرز بین مرگ و زنده‌بودن بیمار را تشخیص دهند و پس از اتمام جراحی، قادر به بازگردانی بیمار به وضعیت عادی باشند. برای این منظور، آن‌ها برای ایجاد اختلال در هوشیاری بیمار، عملکرد تنفسی و تنظیم وضعیت قلب بیمار از داروهایی استفاده می‌کنند که حرکت عضلات را مهار می‌کنند [۱].

باوجود اینکه درک دقیق مکانیسم بیهوشی هنوز کاملاً مشخص نیست، همه متخصصان بیهوشی معتقدند که بیهوشی سه بخش عملکردی دارد که شامل خواب مصنوعی (هوشیارنبودن که با عمق بیهوشی مشخص می‌شود)، بی‌دردی و بی‌حرکتی (شل شدن عضلات) است [۲].

لازمه بیهوشی مناسب دوز مشخص و بهینه داروی بیهوشی، مسکن درد و شل‌کننده‌های عضلانی است. ممکن است پروسه بیهوشی انجام شود و بیمار به خواب برود، ولی به‌دلیل سرکوب نامناسب درد و ادراک حسی بیمار، در حین عمل درد را حس کند. شایان ذکر است که باید دوز داروی بیهوشی به‌نحوی انتخاب شود که عدم هوشیاری و پاسخ‌ندادن به تحریکات حین جراحی، بدون ایجاد مسمومیت دارویی ایجاد شود [۳]. امروزه، داروهای بیهوشی مختلف به دو فرم گاز استنشاقی (سوفلوران، ایزوفلوران) و تزریقی وریدی (پروپوفول) وجود دارند [۴].

هدف هر سیستم کنترل بیهوشی، تعیین دقیق دوز داروی مورد استفاده برای دستیابی به عمق مناسب بیهوشی است. برای سنجش عمق بیهوشی از روش‌های مختلفی، مانند اندازه‌گیری متوسط فشار خون شریانی (MAP)، سنجش فشار سیستولی (SAP)، کمک‌گرفتن از سیگنال‌های ماهیچه‌ای و مغزی یا الکتروانسفالوگرام (EMG) استفاده می‌شود [۵]. تا به امروز برای مدل‌سازی بیهوشی تلاش‌های بسیاری انجام شده است که هدف اصلی آن‌ها اتوماسیون‌شدن فرایند بیهوشی است. منظور از مدل‌سازی در بیهوشی، بررسی رابطه دوز داروی بیهوشی و اثر آن روی بیمار است و اگر قصد طراحی کنترلر داشته باشیم، باید از مدل توصیفی مناسبی استفاده کنیم. در گذشته، مدیریت تزریق داروی بیهوشی به بیمار به‌صورت کاملاً تجربی بود و تشخیص عمق بیهوشی با استفاده از ارزیابی‌های بالینی و کلینیکی انجام می‌شد، ولی امروزه، از کنترل حلقه بسته استفاده می‌کنند که کیفیت آن را افزایش داده است، وابستگی پروسه را به مهارت و تجربه متخصص کمتر می‌کند و حتی می‌توان آن را خودکار نیز انجام داد [۶].

اصطلاح بیهوشی از واژه یونانی Anesthesia الهام گرفته شده است که به معنی insensibility یا فقدان حس در تمام بدن یا بخشی از بدن است. داروهای بیهوشی سبب کاهش فعالیت بافت عصبی موضعی،

حاصل شده بهتر می شوند. هوش مصنوعی توان نظارت خودکار بر داده های فیزیولوژیک بیماران، از جمله ضربان قلب، فشار خون و سطح اکسیژن خون را دارد. نظارت بر این داده ها به پزشکان کمک می کند تا واکنش های بیمار را طی بیهوشی بهتر بررسی کنند و به سرعت به هر تغییری پاسخ دهند [۱۷].

همچنین، تجزیه و تحلیل داده ها با کمک هوش مصنوعی به پیش بینی واکنش بیماران کمک کرده است. در نتیجه، پزشکان قادرند در شرایط بحرانی، مانند ناپایداری فشار خون یا مشکلات تنفسی ناخواسته، تصمیمات صحیح تر بگیرند. با کمک هوش مصنوعی می توان داده های هر بیمار را دقیق تر تجزیه و تحلیل کرد و در نتیجه، بسته به شرایط فیزیولوژیک هر بیمار، دارو و دوز آن را سفارشی کرد [۱۸].

این اتفاق سبب می شود که ریسک بروز اتفاقات ناخواسته به حداقل برسد و عملکرد تیم در پروسه بیهوشی بهتر شود. با استفاده از هوش مصنوعی می توان به توسعه و پیشرفته تر کردن ربات های جراحی کمک کرد که عمل ها را دقیق و با حساسیت زیاد انجام می دهند. این ربات ها سبب افزایش قدرت و دقت عمل جراحی روی انسان می شوند. هوش مصنوعی با بهره بردن از الگوریتم های یادگیری ماشینی، داده های بیمار را در طول بیهوشی تحلیل، الگوها و تغییرات را شناسایی و از مجموع این اطلاعات برای نظارت بهتر بر بیماران استفاده می کند [۱۹].

پزشکان نیز با استفاده از هوش مصنوعی قادر به پیش بینی چگونگی ریکاوری بیمار بعد از بیهوشی و اینکه نیاز به تدابیر خاصی وجود دارد یا خیر خواهند بود. این اتفاق به مدیریت بهتر نتایج حاصل از عمل جراحی کمک می کند. بنابراین، تلفیق هوش مصنوعی و پروسه بیهوشی سبب افزایش دقت و سرعت نظارت بر بیماران می شود، کیفیت پروسه بیهوشی را افزایش و میزان ایمنی بیمار را ارتقا می دهد [۲۰].

در این شبکه، در صورت آسیب یک سلول، سلول های دیگر نبود آن را جبران و به بازسازی آن نیز کمک می کنند. این شبکه ها به صورت تطبیقی قدرت یادگیری دارند، یعنی براساس هر ورودی، وزن سیناپس ها به نحوی تغییر می کند که پاسخ صحیح انتقال داده شود. یادگیری عمیق به عنوان زیرشاخه ای از یادگیری ماشینی است که از لایه های تبدیلات خطی متنوع، سیگنال های حسی مانند صدا و تصویر را پردازش می کند [۱۲].

در این روش، هر مفهوم پیچیده ای با ماشین ساده می شود، تا حدی که به مفاهیم پایه ای برسد و بتواند بر آن اساس تصمیم گیری کند و به مشخص کردن اطلاعات به کمک انسان نیاز نداشته باشد. در یادگیری ماشینی نحوه عرضه اطلاعات بسیار مهم است. ارائه اطلاعات به ماشین باید به صورتی باشد که بتواند در حداقل زمان ممکن اطلاعات کلیدی مورد نیاز تصمیم گیری را دریافت کند. در شبکه عصبی کانولوشن (CNN)، هر نورون تعداد زیادی ورودی را دریافت و حاصل ضرب وزن ورودی ها را محاسبه و با یک تابع تبدیل غیرخطی، نتیجه را ارائه می کند [۱۳].

شبکه در کل یک تابع امتیاز مشتق پذیر را ارائه می کند. این مدل شبکه ها تابع هزینه (مثل SVM Soft ax) و یک لایه تماماً مرتبط به عنوان لایه آخر را دارند. شبکه عصبی بازگشتی (RNN)، مختص پردازش سیگنال های دنباله دار هستند. در شبکه های عصبی معمولی، تمام ورودی و خروجی ها مستقل هستند که همیشه ایده آل نیست. برای مثال، زمانی که می خواهید کلمه بعدی در یک جمله حدس زده شود، اگر شبکه روابط بین کلمات آموزش ندیده باشد، پیش بینی صحیحی از کلمه بعدی ندارد. در این شبکه ها تمام اطلاعات وارد شده برای استفاده بعدی ضبط می شود. باور غلط این است که برخی فکر می کنند این شبکه ها اطلاعات دنباله دار طولانی را برای استفاده ضبط می کنند، ولی ضبط اطلاعات نیز محدودیت هایی دارد؛ به این صورت که تنها اطلاعات مربوط به چند مرحله قبل ضبط می شود [۱۴].

یک نوع شبکه عصبی مصنوعی، شبکه پیش خور (FNN) است که در آن، اتصال واحدهای تشکیل دهنده به صورت چرخه نیست و با شبکه عصبی بازگشتی تفاوت دارد. شبکه ANN اولین و ساده ترین نوع شبکه مصنوعی است و تنها در جهت روبه جلو حرکت می کند. در واقع، اطلاعات فقط از نورون ورودی وارد می شوند و از لایه های پنهان (در صورت وجود) عبور می کنند و به سمت گره خروجی می روند و هیچ شبکه حلقه ای وجود ندارد [۱۵].

عمل ادغام هوش مصنوعی و بیهوشی به افزایش دقت نظارت بر فیزیولوژی بیماران و سفارشی سازی دوز دارویی برای هر بیمار منجر می شود. این حالت سبب کاهش خطا در تشخیص می شود و باعث می شود پیش بینی واکنش ها و ارتقای ایمنی در فرایند جراحی به درستی انجام شود [۱۶].

به علاوه، با استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشینی، تجزیه و تحلیل داده ها راحت تر می شود، خطرهای جراحی کاهش می یابد و نتایج

جدول ۱. تعاریف مهم در بیهوشی

ردیف	اصطلاح	تعریف
۱	Analgesic	پاسخ‌ن دادن به تحریک با دردهای آزاردهنده است. مسکن‌ها داروهایی هستند که درد را تسکین می‌دهند. برخلاف داروهایی که برای بیهوشی در حین جراحی استفاده می‌شوند، مسکن‌ها اعصاب را سرکوب نمی‌کنند، توانایی حس کردن اطراف را تغییر نمی‌دهند، یا هوشیاری را تغییر نمی‌دهند.
۲	Pain	حس و تجربه عاطفی ناخوشایند به‌همراه آسیب بافتی بالقوه است و برای شرح آسیب به کار می‌رود.
۳	Tranquilization	تغییر رفتاری که به دنبال ایجاد آرامش بعد از رفع اضطراب و نگرانی رخ می‌دهد. Tranquilizerها داروهایی هستند که آثار آرام‌بخشی دارند. بسیاری از افراد برای داروهای کاهنده اضطراب و آرام‌بخش، به جای این لغت از لغات anxiolytic یا anti-anxiety استفاده می‌کنند.
۴	Sedation	حالتی که با سرکوب سیستم عصبی مرکزی همراه است و باعث خواب‌آلودگی می‌شود. بیمار به محیط اطرافش آگاهی ندارد، ولی به تحریکات پاسخ می‌دهد.
۵	Narcosis	داروهای القاگر خواب عمیق هستند که بعد از رفع اثر آن، بیمار به راحتی از خواب بیدار می‌شود. این داروها می‌توانند در برخی افراد سبب بی‌دردی شوند.
۶	Hypnosis	القای حالت خواب مصنوعی یا شبه‌خواب به‌همراه سرکوب CNS است که بیمار در این حالت تحریک‌پذیری دارد.
۷	Local Anesthesia	به معنی بی‌حسی موضعی و کاهش حس درد در برخی نواحی بدن است.
۸	General Anesthesia	بیهوشی القایی با دارو قابل کنترل است که سرکوب سیستم اعصاب مرکزی و بی‌دردی در آن برگشت‌پذیر است. در این وضعیت بیمار در پاسخ به تحریکات بسیار شدید بیدار نمی‌شود و دچار کاهش حس و حرکت و رفلکس‌های خودمختار می‌شود.
۹	Surgical General Anesthesia	نوعی از بیهوشی است که به دلیل عدم هوشیاری، فراموشی، شلی عضلانی و بی‌دردی برای جراحی مناسب است.
۱۰	Balanced Anesthesia	بیهوشی متعادل به دلیل استفاده هم‌زمان از چند دارو و تکنیک ایجاد می‌شود. هر دارو برای هدف قراردادن بخش مجزایی از روند بیهوشی است که این بخش‌ها شامل، فراموشی، بی‌دردی، شلی عضلانی و تغییر رفلکس اتونومیک هستند.
۱۱	Dissociative Anesthesia	بیهوشی انفکاک‌ی به سبب داروهایی مانند کتامین القا می‌شود که به طور خاص در سیستم لیمبیک و بخش تالاموسی اثر می‌گذارد. شاخصه این نوع بیهوشی، سفتی عضلانی است؛ به این نحو که چشم‌ها باز هستند و رفلکس بلع نیز فعال است، انقباض عضلات اسکلری نیز عادی است؛ به استثنای شرایطی که در آن داروی آرام‌بخش قوی یا شل‌کننده عضلات محیطی یا مرکزی نیز تجویز شود.

روش بررسی

ایرانداک، SID و موتور جست‌وجوهای Google scholar و semantic scholar، مقالات حاوی کلیدواژه‌های مذکور جست‌وجو شدند.

مطالعات بازایی شده براساس استراتژی جست‌وجو، وارد نرم‌افزار اندنوت نسخه ۲۰ و ابتدا مقالات تکراری حذف شدند. معیارهای ورود به این مطالعه شامل مقالات اصیل فارسی و انگلیسی بود که به بررسی نقش و کاربرد انواع هوش مصنوعی در بیهوشی و نتایج بالینی و تجربیات عملی در استفاده از هوش مصنوعی در بیهوشی پرداخته بودند. تمام مقالات کوتاه، نامه به سردبیر، چکیده همایش‌ها، مقالات مروری و همچنین مقالاتی که نسخه کامل آن‌ها در دسترس نبود یا به زبان‌های دیگری غیر از انگلیسی و فارسی بودند، از مطالعه خارج شدند.

سپس براساس معیارهای ورود و خروج، در سه مرحله غربالگری انجام شد. در مرحله اول، عنوان مقاله مطالعه شد و مقالاتی که واجد معیارهای ورود بودند، وارد مرحله دوم غربالگری و مقالات واجد معیارهای خروج، از مطالعه خارج شدند. در مرحله دوم، چکیده مقالات مطالعه شد و مقالاتی که با هدف پژوهش مرتبط و درجهت پاسخ به سؤال پژوهش بودند، وارد مرحله سوم و مقالات غیرمرتبط حذف شدند. در مرحله سوم نیز متن کامل

این مقاله با هدف بررسی نقش، انواع و کاربرد هوش مصنوعی در بیهوشی در حین عمل جراحی، به روش مرور روایتی و در سال ۱۴۰۲ انجام شده است. با توجه به اینکه سبک استاندارد و واحدی برای نگارش یک مقاله مرور روایتی، همانند آنچه در مرور نظام‌مند انجام می‌شود، در دسترس نیست، انتخاب سبک نگارش در این روش پژوهش کاملاً بسته به انتخاب و سلیقه محقق است. لذا، در این مطالعه به ترتیب زیر عمل شد. ابتدا با استفاده از mesh term های موجود در پایگاه اطلاعاتی پابمد، کلیدواژه‌های انگلیسی و فارسی DSS in Anesthesia, Artificial Intelligence, Anesthesia, pain Machin Learning management و بیهوشی، هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی، فناوری‌های نوین، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در بیهوشی، مدیریت درد و تحلیل داده‌های بیهوشی انتخاب شدند. سپس در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۲۴ در بانک‌های اطلاعاتی خارجی شامل Scopus، PubMed، IEEE Explore.WOS و پایگاه‌های داخلی نظیر

در سال ۲۰۲۰ پارک و همکارانش روشی بر پایه شبکه عصبی کانولوشن برای مجموعه داده سطحی هنگام بیهوشی در بیشتر از ۲۰۵۷۴۳ بیمار برای سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام ارائه کردند که بر بستر پایتون ۳ و یادگیری عمیق تنسورفلو بود. برای تشخیص کلاس سیگنال حین بیهوشی از ۳۲ فیلتر کانولوشن در شبکه عصبی کانولوشن، لایه‌ای با حداکثر پولینگ، لایه دوم کانولوشنی ۳۲ فیلتر، لایه پولینگ ثانویه و لایه انتهایی کاملاً اتصال یافته استفاده می‌شود [۲۶].

ب. کاربرد هوش مصنوعی حین بیهوشی

به‌طور کلی، هوش مصنوعی با متجلی کردن خودکار داده‌های بیماران و اطلاعات فیزیولوژیک هر فرد، می‌تواند واکنش‌های بیمار را در طول بیهوشی پیش‌بینی کند. در نتیجه، پزشکان قادرند با سرعت بیشتری در شرایط اورژانسی و حاد عکس‌العمل نشان دهند [۲۷].

وضعیت فیزیولوژیک هر بیمار مختص به خود او است. هوش مصنوعی با در نظر گرفتن این وضعیت، فرایند بیهوشی را برای هر فرد شخصی‌سازی می‌کند؛ این عمل سبب افزایش ایمنی و بهبود عملکرد درمانی می‌شود. همچنین، هوش مصنوعی اطلاعات و داده‌ها را دقیق و بدون اشتباه تحلیل می‌کند و در نتیجه، خطاهای ناشی از اشتباهات انسانی را به حداقل می‌رساند. بنابراین، می‌تواند خطرها و عواقب ناخواسته طی پروسه جراحی را کاهش دهد [۲۸].

در جمع‌بندی می‌توان گفت هوش مصنوعی کاربردهای متعددی در بیهوشی دارد که عبارت‌اند از: پیش‌بینی وضعیت بیمار، نظارت بر وضعیت بیمار و بهینه‌سازی داروها، سیستم‌های پشتیبانی در تصمیم‌گیری بالینی، شبیه‌سازی در آموزش بیهوشی، تحلیل و پردازش داده‌های بزرگ در بیهوشی.

ج. چالش‌ها و مسائل اخلاقی استفاده از هوش مصنوعی در بیهوشی

یک چالش اخلاقی بزرگ در استفاده از هوش مصنوعی حفظ حریم شخصی بیماران است؛ زیرا هوش مصنوعی برای عملکرد بهینه، به دسترسی به اطلاعات حساس بیماران نیازمند است. چالش اخلاقی دیگر پذیرش مسئولیت اخذ تصمیمات توسط هوش مصنوعی است. بنابراین، نحوه توسعه الگوریتم‌ها و اعتبارسنجی دقیق آن‌ها به‌منظور جلوگیری از تصمیمات نادرست و ناخواسته حائز اهمیت است. از آنجاکه همه الگوریتم‌های هوش مصنوعی و داده‌های حاصل از آن‌ها قابلیت تعمیم به همه گروه‌های بیماران را ندارند، امکان تبعیض در ارائه خدمات به بیماران خاص وجود دارد [۲۹].

الگوریتم‌های هوش مصنوعی پیچیدگی زیادی دارند و اغلب دارای شبکه‌های عصبی عمیقی هستند که برای ما کاملاً قابل تفسیر نیستند. در نتیجه، این عدم شفافیت سبب می‌شود تا چالش‌های اخلاقی بسیاری در این مسیر وجود داشته باشد. پذیرفتن مسئولیت خطاها و تصمیمات نادرستی که هوش مصنوعی گرفته، بسیار چالش‌برانگیز است. همین

مقالات مطالعه و به‌صورت کیفی تحلیل شدند و برای نگارش مقاله نهایی استفاده شدند.

در مقالات نهایی انتخاب‌شده، الگوها و تم‌های مشترک در کاربرد هوش مصنوعی در بیهوشی، شناسایی و در سه طبقه دسته‌بندی شدند. موارد زیر در متن کامل مقالات بررسی شد: نوع تکنولوژی‌های هوش مصنوعی مورد استفاده در حین بیهوشی، کاربرد و تأثیرات مثبت و منفی هوش مصنوعی روی نتایج بیهوشی بیماران، ایمنی و کارایی متخصصان بیهوشی و در نهایت، چالش‌ها، محدودیت‌ها و ملاحظات اخلاقی در پیاده‌سازی هوش مصنوعی در حین بیهوشی.

یافته‌ها

پس از بررسی و تحلیل مطالعات نهایی وارد شده به مطالعه جاری، یافته‌ها در سه دسته توصیف و طبقه‌بندی شدند.

الف. انواع هوش مصنوعی کاربردی در بیهوشی

در سال ۲۰۱۷، شال‌باف و همکاران سیستم Infuse-O.R را که با کدهای مغناطیسی کار می‌کند و نرم‌افزار Stan pump را که به‌منظور کاهش نقش نیروی انسانی متخصص در پروسه بیهوشی ابداع شده بود، با روش‌های کنترل حلقه بسته استفاده کردند [۲۱].

در سال ۲۰۱۹، شاهی و همکاران روشی مستقل از رفلکس عضلانی و با قابلیت اطمینان بالا ارائه کردند که در آن، متخصص بیهوشی از علائم کلینیکی مانند فشار خون، میزان تعریق، اشک و حرکت بدن و غیره و اندازه‌گیری بر خط برای تعیین وضعیت بیمار استفاده می‌کرد. بعد از مصرف بلاک‌کننده‌های عصبی عضلانی، اهمیت این علائم کاهش می‌یابد [۲۲].

جیونگ و همکاران در سال ۲۰۱۹، درباره یادگیری ماشین به این نتیجه رسیدند که شبکه عصبی بازگشتی با توجه به مقادیر و شرایط مجموعه داده‌های ورودی، سطح داروی بیهوشی را تعیین می‌کند [۲۳].

کینگ و همکارانش در سال ۲۰۲۰، از استخراج ویژگی با الگوریتم‌های شبکه عصبی پرسپترون، بیزین‌نیو، رگرسیون خطی و جنگل تصادفی استفاده کردند. ویژگی‌های مدنظر برای تعیین دوز داروی بیهوشی، سن، جنسیت، قد، وزن، آزمایش‌های خون، مانند هیپاتیت و غیره، بودند. معیار صحت همه ویژگی‌ها در الگوریتم شبکه عصبی پرسپترون ۷۰/۷، الگوریتم جنگل تصادفی ۷۶/۲۸، رگرسیون خطی ۶۲/۰۱ و نیویز ۵۴/۷۴ برای داده‌های ورودی بود [۲۴].

لی و همکارانش در سال ۲۰۲۰ از روشی مبتنی بر استخراج ویژگی در سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام حین بیهوشی (بعد تزریق دارو) استفاده کردند و تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی عملکرد با کمک شبکه عصبی LSTM انجام شد. سیگنال‌های حاصل از استخراج ۴۶ ویژگی مهم و مقایسه عملکرد آن‌ها به‌عنوان ورودی شبکه عصبی بازگشتی در تشخیص طبقه متناظر در نظر گرفته شدند [۲۵].

مسئله سبب شده است تا به نظارت دقیق تر و گاهی حتی دخالت پزشک در تصمیم گیری ها نیاز وجود داشته باشد [۱].

همزمان با توسعه هوش مصنوعی و کاربرد آن در علم پزشکی، نقش پزشکان نیز تغییر کرده است و به سمت مدیریت مسائل اخلاقی در ارتباط بیمار و پزشک، جلب اعتماد بیمار به سیستم هوش مصنوعی و اخلاق حرفه ای پزشکی می رود. همزمان با رشد هوش مصنوعی و ربات ها، تغییرات در بازار کاری حوزه پزشکی و حرفه های مرتبط با آن ایجاد شده است که نگرانی های اخلاقی و اقتصادی را در پی دارد [۳۰].

به منظور رفع درک نادرست از نقش هوش مصنوعی در حوزه پزشکی، به آموزش جامع و کافی پزشکان و جامعه عمومی درباره عملکرد و کارایی هوش مصنوعی و مسائل اخلاقی مربوط به آن نیاز است. برای جلوگیری از سوء استفاده از مسائل اخلاقی، ایجاد قوانین و استانداردهای ملی و بین المللی برای نظارت بر استفاده از هوش مصنوعی در حوزه بیهوشی و جراحی ضروری است و این به معنای ایجاد تعامل بین انسان و هوش مصنوعی است، به نحوی که تصمیمات هوش مصنوعی در جهت تصمیمات انسانی باشد تا از مسائل اخلاقی جلوگیری شود [۳۰].

بنابراین، با توجه به چالش هایی همچون دقت الگوریتم ها، پذیرش تکنولوژی توسط پزشکان و مسائل اخلاقی و حریم خصوصی داده ها، توسعه هوش مصنوعی در بیهوشی باید با دقت و با در نظر گرفتن استانداردهای بالای پزشکی و اخلاقی انجام شود. در آینده، ممکن است شاهد تحولات بزرگی در بهره برداری از هوش مصنوعی در بیهوشی باشیم که به ارتقای کیفیت خدمات درمانی، کاهش خطاهای پزشکی و بهبود نتایج بالینی بیماران منجر شود.

د. نقاط ضعف حیاتی استفاده از هوش مصنوعی در بیهوشی

همان گونه که مبرهن است، بهترین مانیتورینگ در بیهوشی، خود متخصص بیهوشی است، یعنی با وجود هوش مصنوعی، دستگاه ها و ابزارهای پیشرفته برای مانیتورینگ علائم حیاتی بیمار، نقش اساسی و کلیدی در ایمنی بیمار همچنان برعهده متخصص بیهوشی است؛ چراکه هوش مصنوعی معمولاً داده های کمی و عددی ارائه می دهد، اما تفسیر این داده ها، تشخیص تغییرات ظریف و شناسایی مشکلات بالقوه به تخصص و تجربه انسانی نیاز دارد.

متخصص بیهوشی می تواند داده ها را در کنار هم بگذارد و تصمیم گیری صحیح انجام دهد و نباید صرفاً به داده های هوش مصنوعی اعتماد کند. به عبارت دیگر، هوش مصنوعی و دستگاه های مانیتورینگ اطلاعات را به صورت مجزا ارائه می دهند. متخصص بیهوشی این داده ها را با وضعیت بالینی بیمار، نوع عمل جراحی، داروهای مورد استفاده و سایر عوامل ترکیب می کند و تصمیمات دقیق می گیرد [۳۱].

متخصص بیهوشی می تواند براساس نشانه های ظاهری بیمار (مانند رنگ پوست، حرکات قفسه سینه، یا واکنش های عصبی) مشکلاتی را تشخیص دهد که ممکن است هوش مصنوعی به تنهایی قادر به شناسایی آن ها نباشد. حتی اگر در حین بیهوشی مشکلی مانند افت فشار خون، هیپوکسی،

یا آریتمی قلبی پیش بیاید، هوش مصنوعی و دستگاه مانیتورینگ فقط هشدار می دهند و این متخصص بیهوشی است که باید سریعاً اقدامات لازم را انجام دهد. از همه مهم تر اینکه متخصص بیهوشی علاوه بر پایش بیمار، در ارتباط و هماهنگی با تیم جراحی برای تطبیق وضعیت بیمار در حین روند جراحی نقش مهمی دارد، در صورتی که هوش مصنوعی در برقراری این ارتباط ناتوان است [۳۲].

بنابراین، با وجود نقش هوش مصنوعی و دستگاه ها به عنوان ابزارهای کمکی حیاتی، حضور و هوشیاری متخصص بیهوشی به عنوان بهترین مانیتور، تضمین کننده ایمنی بیمار است و این موضوع بر اهمیت تخصص، تجربه و نقش انسانی در بیهوشی در عصر پیشرفت تکنولوژی تأکید دارد.

بحث

هوش مصنوعی می تواند براساس وضعیت فیزیولوژیک هر بیمار، دوز داروی او را به طور دقیق تنظیم کند و در نتیجه، مانع از سوء مصرف داروهای بیهوشی و کاهش خطرهای ناشی از آن شود. با استفاده از هوش مصنوعی در تحقیقات مربوط به داده های بیماران در پروسه بیهوشی و بررسی نتایج آن، اطلاعات فیزیولوژیک و بالینی مفیدی به دست خواهد آمد که در بهبود مدیریت بیهوشی و ارتقای فرایندها کمک کننده هستند.

هوش مصنوعی به دلیل دقت تشخیصی زیاد و ریسک خطای کم، از درمان های نامناسب جلوگیری می کند و هزینه های درمانی را کاهش می دهد. به علاوه، سبب کاهش زمان تصمیم گیری و اجرای پروسه بیهوشی می شود که خود، کمک بزرگی به سیستم جراحی است. به طور کلی، تلفیق هوش مصنوعی در بیهوشی حین پروسه جراحی، سبب بهبود عملکرد درمانی، کاهش ریسک ها و خطاها، بهبود ایمنی بیماران حین جراحی، بهبود کیفیت مراقبت های پزشکی و افزایش دقت تشخیصی می شود.

این پیشرفت ها، مانند توسعه هر حوزه دیگری، با چالش ها و مسائل اخلاقی روبه رو است. چالش های این مسیر، حفظ حریم شخصی بیماران، تصمیمات مسئولانه هوش مصنوعی، جلوگیری از تبعیض، افزایش شفافیت الگوریتم ها، مسئولیت پزشک و تأثیر هوش مصنوعی در نقش پزشکان است. این چالش ها را می توان با توسعه رویکردها و استانداردهای اخلاقی، افزایش شفافیت در الگوریتم ها، ایجاد قوانین و نظارت های قوی بر عملکرد هوش مصنوعی و آموزش به روز پزشکان و عموم جامعه در زمینه هوش مصنوعی و اخلاق حاکم بر آن تا حدی برطرف کرد.

نتیجه گیری

باید در زمینه ایجاد روابط مثبت بین انسان و هوش مصنوعی و ایجاد فرصت های شغلی جایگزین جدید سرمایه گذاری کرد. با در نظر گرفتن این چالش ها و رویکردهای اخلاقی، امکان استفاده مؤثر و ایمن از هوش

مصنوعی در حوزه علوم پزشکی به منظور ارتقا کیفیت مراقبت از بیمار و جراحی فراهم می‌شود. با این حال، برای بهره‌برداری کامل از قابلیت این فناوری، به تحقیقات بیشتر، بهبود الگوریتم‌ها و ارزیابی‌های بالینی گسترده‌تر نیاز است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مطالعه، اصل بنیادین ملاحظات اخلاقی در پژوهش، شامل استناد بی‌طرفانه، اصالت متون و حفظ امانت‌داری مورد توجه قرار گرفته است. سعی بر آن بوده است تا از تحریف و ساخت، تبعیض و استثمار اطلاعات و تعارض منافع جلوگیری شود. در نگارش مقاله تلاش شد تا از هر نوع سوگیری خودداری و صداقت و امانت‌داری در استفاده از منابع رعایت شود. براساس اصل مسئولیت‌پذیری، در انتشار یافته‌های علمی مسئولیت نتایج به‌دست‌آمده را می‌پذیریم.

حامی مالی

این مطالعه از هیچ سازمانی پشتیبانی مالی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در تمامی مراحل جمع‌آوری اطلاعات و نگارش مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

صمیمانه از حمایت‌های بی‌وقفه معاونت‌های پژوهش و آموزشی دانشگاه علوم پزشکی ایران ابراز سپاسگزاری می‌کنیم

References

- Singh M, Nath G. Artificial intelligence and anesthesia: A narrative review. *Saudi journal of anaesthesia*. 2022 Jan 1;16(1):86-93. [[10.4103/sja.sja_669_21](#)] [[PMID](#)]
- Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, Meireles O, Rosman G. Artificial intelligence in anesthesiology: current techniques, clinical applications, and limitations. *Anesthesiology*. 2020 Feb;132(2):379. [[10.1097/ALN.0000000000002960](#)] [[PMID](#)]
- Alexander JC, Romito BT, Çobanoğlu MC. The present and future role of artificial intelligence and machine learning in anesthesiology. *International anesthesiology clinics*. 2020 Oct 1;58(4):7-16. [[10.1097/AIA.0000000000000294](#)] [[PMID](#)]
- Connor CW. Artificial intelligence and machine learning in anesthesiology. *Anesthesiology*. 2019 Dec;131(6):1346. [[10.1097/ALN.0000000000002694](#)] [[PMID](#)]
- Bowness J, Varsou O, Turbitt L, Burkett-St Laurent D. Identifying anatomical structures on ultrasound: assistive artificial intelligence in ultrasound-guided regional anesthesia. *Clinical Anatomy*. 2021 Jul;34(5):802-9. [[10.1002/ca.23742](#)] [[PMID](#)]
- Wang X, Liu J, Zuo YX, Zhu QM, Wei XC, Zou XH, Luo AL, Zhang FX, Li YL, Zheng H, Li H. Effects of ciprofol for the induction of general anesthesia in patients scheduled for elective surgery compared to propofol: a phase 3, multicenter, randomized, double-blind, comparative study. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*. 2022 Mar 1;26(5). [[10.26355/eurrev_202203_28228](#)] [[PMID](#)]
- Obara S, Hirata N, Hagihira S, Yoshida K, Kotake Y, Takagi S, Masui K. What are standard monitoring devices for anesthesia in future?. *Journal of Anesthesia*. 2024 Aug;38(4):537-41. [[10.1007/s00540-024-03347-z](#)] [[PMID](#)]
- Guo W, Zang Q, Xu B, Xu T, Chen Z, Zhou M. Progress of artificial intelligence in anesthesia and perioperative medicine. *Perioper Precip Med*. 2024;2(1):1-0.
- Kaul V, Enslin S, Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal endoscopy*. 2020 Oct 1;92(4):807-12. [[10.1016/j.gie.2020.06.040](#)] [[PMID](#)]
- Szlovits P. Artificial intelligence and medicine. In *Artificial intelligence in medicine* 2019 Mar 13 (pp. 1-19). Routledge.
- Briganti G, Le Moine O. Artificial intelligence in medicine: today and tomorrow. *Frontiers in medicine*. 2020 Feb 5;7:509744. [[10.3389/fmed.2020.00027](#)] [[PMID](#)]
- Kumar Y, Koul A, Singla R, Ijaz MF. Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. *Journal of ambient intelligence and humanized computing*. 2023 Jul;14(7):8459-86. [[10.1007/s12652-021-03612-z](#)] [[PMID](#)]
- Mirbabaie M, Stieglitz S, Frick NR. Artificial intelligence in disease diagnostics: A critical review and classification on the current state of research guiding future direction. *Health and Technology*. 2021 Jul;11(4):693-731.
- Shen J, Zhang CJ, Jiang B, Chen J, Song J, Liu Z, He Z, Wong SY, Fang PH, Ming WK. Artificial intelligence versus clinicians in disease diagnosis: systematic review. *JMIR medical informatics*. 2019 Aug 16;7(3):e10010. [[10.2196/10010](#)] [[PMID](#)]
- Subramanian M, Wojtuszczyński A, Favre L, Boughorbel S, Shan J, Letaief KB, Pitteloud N, Chouchane L. Precision medicine in the era of artificial intelligence: implications in chronic disease management. *Journal of translational medicine*. 2020 Dec;18(1):472. [[10.1186/s12967-020-02658-5](#)] [[PMID](#)]
- Liu X, McGrath S, Flanagan C, Lei Y, Zeng L. Perioperative Anesthesia Data: Visualization, Effects, Analysis with Artificial Intelligence. In *2024 IEEE 4th International Conference on Electronic Communications, Internet of Things and Big Data (ICEIB) 2024 Apr 19 (pp. 746-751)*. IEEE.
- De Cassai A, Dost B. Concerns regarding the uncritical use of ChatGPT: a critical analysis of AI-generated references in the context of regional anesthesia. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2024 May 1;49(5):378-80. [[10.1136/rapm-2023-104771](#)] [[PMID](#)]
- Bowness J, El-Boghdady K, Burkett-St Laurent D. Artificial intelligence for image interpretation in ultrasound-guided regional anaesthesia. *Anaesthesia*. 2021 May;76(5):602-7. [[10.1111/anae.15212](#)] [[PMID](#)]
- McKendrick M, Yang S, McLeod GA. The use of artificial intelligence and robotics in regional anaesthesia. *Anaesthesia*. 2021 Jan;76:171-81. [[10.1111/anae.15274](#)] [[PMID](#)]
- Shimizu Y, Saeki N, Ohshimo S, Doi M, Oue K, Yoshida M, Takahashi T, Oda A, Sadamori T, Tsutsumi YM, Shime N. Usefulness of new acoustic respiratory sound monitoring with artificial intelligence for upper airway assessment in obese patients during monitored anesthesia care. *The Journal of Medical Investigation*. 2023;70(3.4):430-5. [[10.2152/jmi.70.430](#)] [[PMID](#)]
- Sadeghian Shahi MR. Skeletal muscle fatigue and increased endurance time with breathing heliox in healthy humans.
- Shalbaf A, Saffar M, Sleigh JW, Shalbaf R. Monitoring the depth of anesthesia using a new adaptive neurofuzzy system. *IEEE journal of biomedical and health informatics*. 2017 May 29;22(3):671-7. [[10.1109/JBHI.2017.2709841](#)] [[PMID](#)]
- Jeong YS, Kang AR, Jung W, Lee SJ, Lee S, Lee M, Chung YH, Koo BS, Kim SH. Prediction of blood pressure after induction of anesthesia using deep learning: A feasibility study. *Applied Sciences*. 2019 Nov 27;9(23):5135.
- Kang AR, Lee J, Jung W, Lee M, Park SY, Woo J, Kim SH. Development of a prediction model for hypotension after induction of anesthesia using machine learning. *PloS one*. 2020 Apr 16;15(4):e0231172. [[10.1371/journal.pone.0231172](#)] [[PMID](#)]
- Li R, Wu Q, Liu J, Wu Q, Li C, Zhao Q. Monitoring depth of anesthesia based on hybrid features and recurrent neural network. *Frontiers in neuroscience*. 2020 Feb 7;14:26. [[10.3389/fnins.2020.00026](#)] [[PMID](#)]
- Park Y, Han SH, Byun W, Kim JH, Lee HC, Kim SJ. A real-time depth of anesthesia monitoring system based on deep neural network with large EDO tolerant EEG analog front-end. *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*. 2020 May 28;14(4):825-37. [[10.1109/TBCAS.2020.2998172](#)] [[PMID](#)]

27. Wingert T, Lee C, Cannesson M. Machine learning, deep learning, and closed loop devices—anesthesia delivery. *Anesthesiology clinics*. 2021 Sep 1;39(3):565-81. [10.1016/j.anclin.2021.03.012] [[PMID]]
28. Wang Y, Lei L, Ji M, Tong J, Zhou CM, Yang JJ. Predicting postoperative delirium after microvascular decompression surgery with machine learning. *Journal of clinical anesthesia*. 2020 Nov 1;66:109896. [10.1016/j.jclinane.2020.109896] [[PMID]]
29. Cascella M, Tracey MC, Petrucci E, Bignami EG. Exploring artificial intelligence in anesthesia: a primer on ethics, and clinical applications. *Surgeries*. 2023 May 29;4(2):264-74.
30. Gandotra S, Gupta S. Challenges to AI use in anesthesia and healthcare: An anesthesiologist's perspective. *Indian Journal of Clinical Anaesthesia*. 2023;10(4):371-5.
31. Bsisu I, Alqassieh R, Aloweidi A, Abu-Humdan A, Subuh A, Masarweh D. Attitudes of Jordanian Anesthesiologists and Anesthesia Residents towards Artificial Intelligence: A Cross-Sectional Study. *Journal of Personalized Medicine*. 2024 Apr 25;14(5):447. [10.3390/jpm14050447] [[PMID]]
32. Singam A. Revolutionizing patient care: a comprehensive review of artificial intelligence applications in anesthesia. *Cureus*. 2023 Dec 4;15(12). [10.7759/cureus.49887] [[PMID]]



Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by [Ahvaz Jundishapur University of Medical Science](#). This article is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).