



Research Article

Evaluating the effectiveness of simulation in medical curricula: A qualitative study

* Hossein Ostadhasanloo¹ , Firooz Mahmoodi¹ 

1. Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Tabriz, Tabriz, Iran.



Citation: Ostadhasanloo H, Mahmoodi F. Evaluating the effectiveness of simulation in medical curricula: A qualitative study. *Development Strategies in Medical Education*. 2025; 12(3):275-290. [In Persian]

 10.48312/DSME.12.3.442.2

Article Info:

Received: 5 Jun 2025

Accepted: 8 Nov 2025

Available Online: 20 Dec 2025

ABSTRACT

Introduction: Simulation has gained significant attention as an innovative educational method in medical education. This systematic review aims to comprehensively examine the effectiveness of simulation in improving clinical skills, medical knowledge, and the readiness of students for real clinical environments. Additionally, this article explores the challenges and barriers in implementing simulation and provides strategies for optimizing its use.

Methods: This research employed a meta-synthesis approach to review and analyze findings from articles published in reputable international databases between 2010 and 2024. A systematic search was conducted in databases to identify relevant sources. After screening based on inclusion and exclusion criteria, 58 sources were selected for final analysis. Data were analyzed using inductive qualitative content analysis, and the findings were validated by experts.

Results: The results of this study demonstrate that simulation is effective in improving students' knowledge, clinical skills, confidence, critical thinking, and readiness for clinical environments. Additionally, simulation offers benefits such as creating a safe practice environment, providing opportunities for repetitive practice, immediate feedback, and enhancing the satisfaction of students and instructors. However, challenges such as high costs, the need for instructor training, and technical limitations exist. Innovative applications of simulation, including virtual reality and artificial intelligence, hold the potential to further enhance the method's effectiveness.

Discussion: Simulation is a valuable educational tool in medical education that can improve student learning outcomes and, ultimately, the quality of healthcare. However, to fully leverage the potential of simulation, the existing challenges must be addressed, and necessary actions should be taken to effectively integrate it into medical curricula.

Key Words:

Simulation, Medical Education, Simulation in Medical Education, Meta-Synthesis.

* Corresponding Author:

Dr Hossein Ostadhasanloo

Address: University of Tabriz, Tabriz, Iran.

E-mail: hasanloo@tabrizu.ac.ir



Copyright © 2025 The Author[s];
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License [CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>], which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction:

Simulation-based education (SBE) has emerged as one of the most transformative innovations in medical education over the past two decades. By providing a safe, controlled, and interactive environment that mirrors real-world clinical contexts, simulation allows learners to acquire, practice, and refine both technical and non-technical skills without jeopardizing patient safety. This approach addresses many of the challenges inherent in traditional medical education, such as limited clinical exposure, ethical concerns regarding patient involvement, and the need for standardized learning experiences. The growing body of literature on simulation underscores its effectiveness in enhancing clinical reasoning, decision-making, teamwork, and professional communication competencies that are essential for high-quality patient care. Despite these advantages, the integration of simulation into medical curricula remains inconsistent, often constrained by factors such as high costs, limited instructor expertise, and infrastructural barriers. Furthermore, the diversity of simulation modalities from task trainers and high-fidelity mannequins to virtual and augmented reality systems poses challenges for evaluating and comparing outcomes. Given the rapid technological evolution and the pedagogical shift toward competency-based education, a comprehensive synthesis of current evidence is needed to clarify the impact, challenges, and future directions of simulation in medical education. Therefore, this meta-synthesis study aims to provide an integrative understanding of the effectiveness of simulation-based learning in medical curricula by systematically analyzing research published between 2010 and 2024. The study explores the benefits, challenges, innovative applications, and curricular implications of simulation, as well as its influence on both educational and clinical outcomes.

Methods:

This research employed a meta-synthesis approach, which is designed to interpret and integrate findings from multiple qualitative and mixed-method studies to construct a coherent understanding of

a phenomenon. The study followed a rigorous process consisting of literature identification, screening, quality appraisal, and inductive thematic synthesis. A systematic search was conducted in seven major international databases PubMed, ProQuest, ScienceDirect, ERIC, Springer, CINAHL, and Scopus as well as Google Scholar for grey literature. The search covered studies published between 2010 and 2024, using combinations of keywords such as simulation, medical education, simulation-based curriculum, simulation effectiveness, and learning outcomes. The inclusion criteria comprised: (a) empirical studies focusing on the effectiveness of simulation in medical education; (b) research evaluating measurable educational or clinical outcomes; (c) studies employing qualitative, quantitative, or mixed-method designs; and (d) publications available in full text and written in English. Studies unrelated to medical education, lacking evaluative data, or duplicating existing sources were excluded. Out of 139 initially identified sources, 58 studies met the inclusion criteria for final synthesis. Each study was appraised for methodological quality using the CASP (Critical Appraisal Skills Programme) checklist to ensure credibility and rigor. The data were analyzed through inductive qualitative content analysis, involving open coding, category formation, and theme development. To ensure reliability, the emerging thematic framework was reviewed by four experts in medical and nursing education, and necessary refinements were made based on their feedback.

Results:

The synthesis of findings led to the identification of seven overarching themes and 33 subthemes, representing a multidimensional understanding of simulation's role in medical education.

1. Enhancement of Learning and Teaching in Medical Curricula Simulation significantly improved learners' knowledge, clinical performance, and self-efficacy. Across multiple studies, simulation enabled students to bridge the gap between theoretical knowledge and practical application, fostering critical thinking and clinical reasoning. Students exposed to simulation-based sessions demonstrated superior procedural accuracy, decision-making speed, and retention of clinical concepts

compared to those in traditional lecture-based programs.

2. Improvement of Clinical Performance and Student Competence Simulation provided opportunities for repetitive practice and immediate feedback, which enhanced skill mastery and confidence. Learners could engage in realistic clinical scenarios such as surgical procedures, emergency management, or communication with standardized patients allowing them to make mistakes, reflect, and learn without endangering patients. Studies consistently highlighted that simulation reduced clinical errors, strengthened decision-making, and fostered collaborative teamwork skills essential in interprofessional settings.

3. Challenges and Barriers to Implementation Despite its pedagogical value, simulation-based education faces substantial challenges. The high cost of equipment and maintenance, the need for specialized instructor training, and technical limitations of existing systems were the most frequently cited barriers. Furthermore, many institutions struggle with curricular integration, as simulation often remains supplementary rather than embedded within structured learning pathways. Some studies also reported learner fatigue and variability in scenario realism as factors affecting engagement and transferability.

4. Innovative Applications and Emerging Technologies Technological advancements have expanded the scope and realism of simulation. Virtual Reality, Augmented Reality, and Artificial Intelligence are increasingly being used to create immersive, adaptive, and personalized learning environments. For example, VR enables dynamic three-dimensional visualizations for surgical training, while AI-driven simulations can provide real-time performance analytics and individualized feedback. These innovations enhance both engagement and the efficiency of skill acquisition, signaling a paradigm shift toward smart simulation ecosystems that integrate digital intelligence with experiential learning.

5. Simulation in Medical Specialties and Professional Domains Simulation is now a cornerstone of training across diverse medical disciplines. In sur-

gery, it supports the acquisition of fine motor skills and procedural precision; in emergency medicine, it cultivates rapid clinical decision-making under pressure; in anesthesiology, it aids mastery of airway management and pharmacologic safety; and in internal medicine, it develops diagnostic reasoning for complex cases. Beyond technical proficiency, simulation fosters non-technical competencies such as communication, teamwork, leadership, and ethical judgment qualities essential for holistic clinical practice.

6. Strategies for Optimizing Curricular Integration Effective implementation of simulation in medical education requires intentional curriculum design, standardization, and institutional infrastructure. The analysis revealed five core strategies:

- (a) Embedding simulation across preclinical and clinical phases
- (b) Standardizing simulation methods and assessment frameworks
- (c) Developing dedicated simulation centers
- (d) Providing continuous professional development for faculty; and
- (e) Aligning simulation activities with competency-based learning outcomes.

When aligned with curricular objectives, simulation enhances coherence between theoretical instruction and practical training, fostering sustained skill development.

7. Impact on Patient and System Outcomes The effects of simulation extend beyond educational metrics. Several studies documented its influence on patient safety, clinical outcomes, and healthcare efficiency. Simulation-trained students and residents demonstrated lower error rates, improved procedural outcomes, and higher patient satisfaction. Moreover, long-term analyses suggest that simulation contributes to cost reduction by minimizing adverse events and resource wastage. These findings highlight simulation as both a pedagogical innovation and a strategic investment in healthcare quality.

Discussion:



The synthesized findings confirm that simulation-based education plays a pivotal role in cultivating competent, confident, and reflective medical professionals. Its strength lies in combining experiential learning with evidence-based pedagogical principles. Simulation provides an authentic context for learning, enabling students to transfer theoretical understanding into clinical competence. Moreover, simulation supports formative assessment, allowing learners to receive structured feedback that reinforces self-regulation and continuous improvement. Nevertheless, achieving its full potential requires addressing systemic barriers. Institutions must prioritize funding, faculty training, and infrastructure to sustain simulation programs. Integration should follow a scaffolded model, progressing from low-fidelity task trainers to high-fidelity immersive environments as learners advance. Collaboration between educators, technologists, and healthcare administrators is essential for ensuring that simulation becomes a sustainable and equitable component of medical education worldwide. The emergence of VR, AR, and AI represents a new frontier in simulation-based learning. These technologies allow for data-driven personalization and predictive analytics, transforming simulation into a continuous adaptive learning system. Future research should focus on evaluating the long-term outcomes of simulation, including its influence on clinical competence retention, patient safety metrics, and cost-effectiveness.

Conclusion:

This meta-synthesis concludes that simulation-based education is a highly effective, evidence-supported strategy for enhancing the quality of medical training. It bridges the theory practice gap, strengthens both technical and interpersonal competencies, and fosters a culture of safety and continuous learning. While challenges such as cost and instructor readiness persist, innovative technologies and thoughtful curricular integration can overcome these limitations. Ultimately, simulation not only enhances learner performance but also contributes to safer, more efficient, and patient-centered healthcare systems. Simulation should, therefore, be viewed not merely as an adjunct instructional tool but as a core pedagogical pillar in medical education—one that prepares future physicians to

deliver competent, compassionate, and evidence-based care in an increasingly complex healthcare landscape.



مقاله پژوهشی

ارزیابی اثربخشی شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی: یک مطالعه کیفی

* حسین استادحسنلو^۱ ID، فیروز محمودی^۱ ID

۱. دکتری تخصصی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

Use your device to scan and read the article online

**Citation:** Ostadhasanloo H, Mahmoodi F. Evaluating the effectiveness of simulation in medical curricula: A qualitative study. *Development Strategies in Medical Education*. 2025; 12(3):275-290. [In Persian]

10.48312/DSME.12.3.442.2

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۶ فرورداد ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۸ آبان ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۳۰ آذر ۱۴۰۴

هدف: شبیه‌سازی به عنوان یک روش آموزشی نوین، توجه زیادی را در آموزش پزشکی به خود جلب کرده است. این مطالعه مروری سیستماتیک با هدف ارزیابی اثربخشی شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی انجام شده است.

روش‌ها: این پژوهش با استفاده از رویکرد فراترکیب، به بررسی و تحلیل یافته‌های مقالات منتشر شده در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ پرداخته است. برای شناسایی منابع مرتبط، جستجوی نظام‌مندی در پایگاه‌های اطلاعاتی انجام شد و پس از غربالگری براساس معیارهای ورود و خروج، ۵۸ منبع برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. داده‌ها با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی استقرایی تحلیل شدند و برای اطمینان از اعتبار یافته‌ها، از نظر متخصصان نیز بهره گرفته شد.

یافته‌ها: براساس نتایج، مقوله‌های اصلی شامل مزایای شبیه‌سازی، چالش‌ها و محدودیت‌های شبیه‌سازی، کاربردهای نوآورانه شبیه‌سازی، نقش شبیه‌سازی در آموزش تخصص‌های پزشکی، ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی، تأثیر شبیه‌سازی بر نتایج بیماران می باشد.

نتیجه‌گیری: شبیه‌سازی یک روش آموزشی ارزشمند در آموزش پزشکی است که می‌تواند به بهبود نتایج یادگیری دانشجویان و در نهایت، کیفیت مراقبت‌های بهداشتی کمک کند. با این حال، برای بهره‌برداری کامل از پتانسیل شبیه‌سازی، باید به چالش‌های موجود توجه کرد و اقدامات لازم برای ادغام مؤثر آن در برنامه‌های درسی پزشکی انجام شود.

کلیدواژه‌ها:

شبیه‌سازی، آموزش پزشکی،
شبیه‌سازی در آموزش پزشکی،
فراترکیب.

*نویسنده مسئول:

دکتر حسین استادحسنلو

نشانی: دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

پست الکترونیک: hasanloo@tabrizu.ac.ir



Copyright © 2025 The Author[s];

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License [CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legal-code.en>], which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه:

آموزش پزشکی همواره با چالش‌های متعددی از جمله لزوم ارائه مراقبت‌های ایمن و مؤثر، افزایش انتظارات بیماران و نیاز به توسعه مهارت‌های بالینی دانشجویان در یک محیط امن و کنترل‌شده روبرو بوده است. در این راستا، شبیه‌سازی به عنوان یک روش آموزشی نوین و قدرتمند، توجه بسیاری از مربیان و برنامه‌ریزان درسی پزشکی را به خود جلب کرده است [۱]. شبیه‌سازی بالینی با ایجاد محیط‌های آموزشی نزدیک به واقعیت، فرصتی را برای دانشجویان فراهم می‌کند تا مهارت‌های ضروری بالینی، تصمیم‌گیری‌های حیاتی و کار تیمی را بدون خطر آسیب رساندن به بیماران واقعی تمرین کنند [۲]. این روش با کاهش خطرات اخلاقی و حقوقی مرتبط با مراقبت از بیماران واقعی، شکاف بین یادگیری کلاسی و تمرین بالینی را پر کرده و چالش‌های ناشی از پیچیدگی فزاینده دانش پزشکی و نیاز به ایمنی بیمار را برطرف می‌سازد. آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی به دانشجویان پزشکی این امکان را می‌دهد تا در محیطی امن و کنترل‌شده، مهارت‌های حیاتی و سناریوهای بالینی را تمرین کنند [۳]. مطالعات متعدد، اثربخشی این روش آموزشی را در ارتقای عملکرد و صلاحیت دانشجویان پزشکی نشان داده‌اند. یادگیری مبتنی بر شبیه‌سازی به دانشجویان کمک می‌کند تا مهارت‌های فنی (مانند روش‌های تشخیصی و تکنیک‌های جراحی) و غیرفنی (مانند تصمیم‌گیری بالینی، ارتباط و کار گروهی) را توسعه دهند [۴]. علاوه بر این، با فراهم کردن فرصت‌هایی برای تمرین و دریافت بازخورد در سناریوهای واقعی، آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی می‌تواند اعتماد به نفس، عزت نفس و توانایی انتقال مهارت‌ها به محیط بالینی را بهبود بخشد. استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند شبیه‌سازی کامپیوتری و واقعیت مجازی در یادگیری مبتنی بر شبیه‌سازی، دانشجویان پزشکی، دستیاران و متخصصان را در آموزش عملی خود به طور مؤثر راهنمایی و پشتیبانی می‌کند [۳]. در مجموع، شواهد نشان می‌دهد که آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی می‌تواند اصالت، کارایی و اثربخشی کلی آموزش پزشکی را ارتقا بخشد و به دانشجویان امکان دهد قبل از

مواجهه با بیماران واقعی، در تمرین‌های عملی شرکت کنند [۳]. با این حال، اثربخشی آموزشی یادگیری مبتنی بر شبیه‌سازی به عوامل مختلفی از جمله کیفیت شبیه‌سازی، ادغام آن در برنامه درسی کلی، و صلاحیت و رویکردهای آموزشی هیئت علمی بستگی دارد. همچنین، شبیه‌سازی بالینی با چالش‌هایی مانند هزینه‌های بالا و محدودیت‌های واقع‌گرایی روبروست که می‌تواند دامنه اجرای آن را محدود کند [۲]. با وجود این موانع، شبیه‌سازی به عنوان بخشی اساسی از آموزش پزشکی به طور فزاینده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد و با نیازهای آموزشی مختلف و محدودیت‌های مالی سازگار شده است [۵]. تحقیقات نشان می‌دهند که شبیه‌سازی در کسب و حفظ مهارت‌های بالینی مؤثر بوده و در برخی موارد از روش‌های سنتی آموزش برتر است [۶]. این روش نه تنها در آموزش علوم پایه و دانش بالینی مؤثر است، بلکه مهارت‌های اجرایی و کار تیمی و ارتباطات را نیز بهبود می‌بخشد. همچنین، آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در شرایطی که دسترسی به محیط‌های بالینی واقعی محدود است، بسیار مفید است [۷، ۸]. براساس شواهد موجود، مجموعه رو به رشدی از تحقیقات از استفاده از آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی به عنوان یک مؤلفه مؤثر و ارزشمند در برنامه‌های درسی پزشکی حمایت می‌کنند. این روش با فراهم کردن فرصت‌هایی برای دانشجویان جهت تمرین و اصلاح مهارت‌های خود در محیطی امن و کنترل‌شده، می‌تواند توسعه مهارت‌های فنی و غیر فنی را افزایش داده و در نهایت به بهبود نتایج بیماران منجر شود [۳، ۴، ۹]. با این وجود، ادغام شبیه‌سازی در آموزش پزشکی بدون چالش نیست. هزینه‌های بالا، محدودیت‌های واقع‌گرایی و نیاز به زیرساخت‌های مناسب، موانع قابل توجهی هستند که مؤسسات باید با آن‌ها مقابله کنند [۲، ۱۰]. پیشرفت‌های فناوری و بهبود استراتژی‌های آموزشی، آینده شبیه‌سازی در آموزش پزشکی را شکل می‌دهند. این پیشرفت‌ها توسعه برنامه‌های درسی مبتنی بر نتایج را تسهیل می‌کنند، جایی که مهارت‌های فراگیران به عنوان معیار اصلی شایستگی ارزیابی می‌شود [۱۰]. همچنین، تأکید فزاینده‌ای بر نیاز به ارزیابی مستمر و یادگیری انعکاسی برای افزایش اثربخشی آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی وجود دارد [۱۰].

جستجوی نظام‌مندی در پایگاه‌های اطلاعاتی زیر انجام شد PubMed, ProQuest, ScienceDirect, ERIC, Springer, CINAHL, Scopus, و موتور جستجوگر Google Scholar. برای جستجوی مطالعات مرتبط، از ترکیب کلیدواژه‌های «شبیه‌سازی^۲، شبیه‌سازی در آموزش پزشکی^۳»، «شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی^۴»، «برنامه درسی مبتنی بر شبیه‌سازی در پزشکی^۵» و «آموزش پزشکی^۶» استفاده شد. همچنین، مفاهیمی مانند «اثربخشی^۷»، «نتایج^۸» و «ارزیابی^۹» برای جستجوی دقیق‌تر به کار گرفته شدند.

معیارهای ورود و خروج این پژوهش عبارت بودند از:

مرتبط بودن با موضوع: مطالعاتی که به طور خاص به اثربخشی شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی می‌پردازند.

ارزیابی نتایج: مطالعاتی که به ارزیابی نتایج مشخص (مانند بهبود مهارت‌های بالینی، دانش، رضایت فراگیران، یا عملکرد بالینی) می‌پردازند.

روش‌شناسی پژوهش: مطالعاتی که از طراحی پژوهش مناسبی (شامل طراحی کیفی، کمی، آمیخته، آزمایشی، نیمه‌آزمایشی، یا میدانی) برای پاسخ به سؤالات تحقیق استفاده کرده‌اند.

زبان: مطالعاتی که به زبان انگلیسی منتشر شده‌اند.

دسترسی: مطالعاتی که به متن کامل آن‌ها دسترسی وجود داشته باشد.

براساس این معیارها، از مجموع ۱۳۹ منبع شناسایی شده، تعداد ۵۸ منبع برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. مقالات و پایان‌نامه‌ها براساس معیارهای زیر از مطالعه خارج شدند:

- 2 Simulation
- 3 Simulation in Medical Education
- 4 Simulation in Medical Curriculum
- 5 Simulation-Based Curriculum in Medicine
- 6 Medical Education
- 7 Effectiveness
- 8 Outcomes
- 9 Assessment

در حالی که شبیه‌سازی به عنوان ابزاری ارزشمند در آموزش پزشکی جایگاه خود را روز به روز تثبیت می‌کند، ارزیابی دقیق و جامع اثربخشی آن در برنامه‌های درسی پزشکی امری ضروری است. شناخت اینکه شبیه‌سازی در چه زمینه‌هایی بیشترین تأثیر را دارد، چه نوع شبیه‌سازی برای کدام اهداف آموزشی مناسب‌تر است، و چگونه می‌توان اثرات مثبت آن را در طول زمان حفظ کرد، نیازمند تحقیقات هدفمند و مستند است. این مطالعه با تمرکز بر ارزیابی اثربخشی شبیه‌سازی، به دنبال ارائه چارچوبی برای سنجش میزان دستیابی به اهداف آموزشی، ارتقاء مهارت‌های دانشجویان، و بهبود آمادگی آن‌ها برای ورود به محیط بالینی واقعی است. نتایج این ارزیابی می‌تواند به برنامه‌ریزان درسی آموزش پزشکی کمک کند تا تصمیمات آگاهانه‌تری در مورد ادغام، طراحی و بهینه‌سازی برنامه‌های شبیه‌سازی اتخاذ کنند، و در نهایت اطمینان حاصل شود که این سرمایه‌گذاری ارزشمند به بهبود کیفیت آموزش پزشکی و ارتقاء سلامت جامعه منجر می‌شود.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش با استفاده از رویکرد فراترکیب^۱ به منظور ترکیب، تفسیر و ارائه دیدگاهی نوین از یافته‌های مطالعات مختلف در زمینه اثربخشی شبیه‌سازی در آموزش پزشکی انجام شده است. فراترکیب یک روش تحقیق کیفی است که با هدف ایجاد یک تفسیر جامع و منسجم از یافته‌های پژوهش‌های گوناگون در یک حوزه خاص، به بررسی و ترکیب نتایج مطالعات مختلف می‌پردازد. در این روش، دانش حاصل از مطالعات پراکنده جمع‌آوری شده، به هم پیوند می‌یابد و کل دانش حاصله در قالبی متناسب با نیازهای کنونی، ارزیابی، سازماندهی مجدد و تفسیر می‌شود. جامعه آماری این پژوهش شامل مقالات علمی پژوهشی منتشر شده در مجلات نمایه شده در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی (مانند Scopus, Web of Science) و پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری دفاع شده در دانشگاه‌های معتبر، در زمینه شبیه‌سازی در آموزش پزشکی و پرستاری در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ می‌باشد. برای شناسایی منابع مرتبط،

1 Meta-Synthesis

تفسیر یافته‌ها: ارائه تفسیر جامع از یافته‌ها براساس مضامین استخراج شده و بررسی آن‌ها در چارچوب ادبیات موجود.

برای اطمینان از اعتبار یافته‌ها، یک ماتریس مفهومی براساس مفاهیم کلیدی استخراج شده از متون طراحی شد. سپس مضامین تکراری حذف شده و یافته‌های حاصل از بررسی متون با توجه به ماتریس مفهومی کدگذاری شده، برای بررسی و اعتبارسنجی به چهار نفر از متخصصان حوزه آموزش پزشکی و پرستاری ارائه شد. این متخصصان براساس تجربه و دانش خود، به بررسی دقت و تناسب کدها، دسته‌بندی‌ها و مضامین استخراج شده پرداختند و پیشنهادهای اصلاحی خود را ارائه دادند. پس از دریافت بازخورد متخصصان، یافته‌های پژوهش براساس این بازخوردها مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفتند.

کیفیت روش‌شناسی و اعتبار مطالعات وارد شده در پژوهش، با استفاده از ابزار ارزیابی کیفیت CASP^{۱۰} ارزیابی شد. این ابزار شامل چک لیستی از سوالات مربوط به معیارهای ارزیابی کیفیت مطالعات کمی و کیفی است و به ارزیابی ابعاد مختلف یک پژوهش مانند طراحی مطالعه، روش نمونه‌گیری، روش جمع‌آوری داده‌ها، روش تجزیه و تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج می‌پردازد. استفاده از CASP کمک می‌کند تا میزان اعتبار و قابلیت اعتماد نتایج مطالعات مورد بررسی مشخص شود.

کمبود داده: مطالعاتی که فاقد داده‌های کافی برای تحلیل بودند.

عدم ارتباط: مطالعاتی که فقط به توصیف یک برنامه شبیه‌سازی می‌پردازند و اثربخشی آن را ارزیابی نمی‌کردند.

تکراری بودن: مطالعات تکراری که در پایگاه‌های داده مختلف یافت شدند.

پس از جمع‌آوری، داده‌ها با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی استقرایی مورد تحلیل قرار گرفتند. تحلیل محتوای استقرایی یک رویکرد سیستماتیک برای شناسایی و استخراج الگوها، مضامین و معانی از داده‌های متنی است. این فرایند شامل مراحل زیر بود:

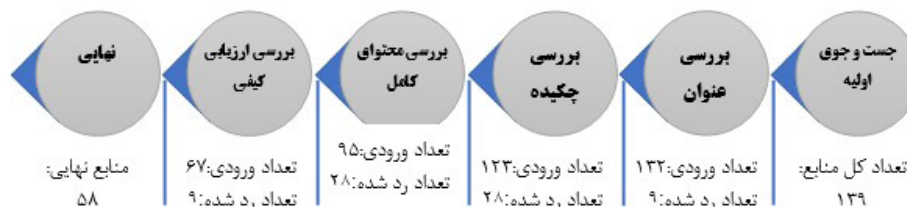
کدگذاری اولیه: مطالعه دقیق متون و تخصیص کدهای اولیه به مفاهیم و عبارات مرتبط.

دسته‌بندی کدها: سازماندهی کدهای اولیه در دسته‌بندی‌های کلی‌تر براساس شباهت‌ها و ارتباطات مفهومی.

استخراج مضامین: شناسایی مضامین اصلی و فراگیر با توجه به دسته‌بندی کدها و بررسی روابط بین آن‌ها.

بررسی روابط مضامین: تحلیل ارتباطات و تعاملات میان مضامین مختلف به منظور درک عمیق‌تر از پدیده مورد بررسی.

نمودار ۱: خلاصه فرایند بازبینی و انتخاب مطالعات پژوهش



نمودار ۱: خلاصه فرایند بازبینی و انتخاب مطالعات پژوهش

مزایای شبیه‌سازی، چالش‌ها و محدودیت‌های شبیه‌سازی، کاربردهای نوآورانه شبیه‌سازی، نقش شبیه‌سازی در آموزش

یافته‌ها:

براساس یافته‌های پژوهش، هفت مقوله اصلی شامل

افزوده، هوش مصنوعی، مدل‌های سه‌بعدی

نقش شبیه‌سازی در آموزش تخصص‌های پزشکی: تمرین تیمی، جراحی، اورژانس، مهارت‌های ارتباطی، مدیریت بیماران پیچیده، تشخیص

ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی: طراحی برنامه‌های درسی، استانداردسازی، آموزش پیش‌بالینی و بالینی، مراکز شبیه‌سازی، آموزش مداوم

تأثیر شبیه‌سازی بر نتایج بیماران: ایمنی بیمار، کاهش عوارض، رضایت بیماران، کاهش هزینه‌ها، بهبود نتایج بالینی

تخصص‌های پزشکی، ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی، تأثیر شبیه‌سازی بر نتایج بیماران شناسایی شد. همچنین، ۳۳ مقوله فرعی مرتبط با این موضوعات استخراج گردید که عبارت‌اند از: مزایای شبیه‌سازی: بهبود دانش، افزایش اعتماد به نفس، انتقال مهارت‌ها، کاهش خطاها، محیط ایمن، تمرین مکرر، بازخورد فوری، تفکر انتقادی، رضایت.

چالش‌ها و محدودیت‌های شبیه‌سازی: هزینه‌های بالا، نیاز به آموزش مربیان، محدودیت‌های فنی، ادغام در برنامه‌های درسی

کاربردهای نوآورانه شبیه‌سازی: واقعیت مجازی، واقعیت

جدول ۱: نمونه ای از اطلاعات مستخرج از مقالات منتخب در سنتز پژوهی		
عنوان پژوهش	نام نویسنده و سال	کدهای اولیه
اثربخشی یک تمرین بیوالکتریکی مبتنی بر شبیه سازی در آموزش پزشکی	واسکز و همکاران [۱۱]	بهبود اعتماد به نفس، دانش و مهارت های عملی
اثربخشی یادگیری مبتنی بر شبیه سازی در آموزش بالینی	سیوانجلی [۱۲]	بهبود دانش و مهارتها، افزایش اعتماد به نفس، تفکر انتقادی و استدلال پیشرفتی، توسعه مهارت های بین فردی
تأثیر آموزش مبتنی بر شبیه سازی در آموزش پزشکی: مروری	الندو و همکاران [۱۳]	این یک محیط امن برای تمرین مهارت های فنی و غیر فنی، بهبود ایمنی بیمار و نتایج بالینی
تئوری و عمل پل زدن: افزایش آموزش پزشکی از طریق روش های آموزشی مبتنی بر شبیه سازی	رومانچنکو و همکاران [۱۴]	بهبود ایمنی، تکرارپذیری و سازگاریدر هزینه های بالا و دسترسی محدود
آموزش و یادگیری مبتنی بر شبیه سازی در آموزش بالینی	نورونابی و همکاران [۱۵]	ارتباطات، حل مسئله، کار تیمی و رهبری

جدول ۲: فرایند کدگذاری مقالات منتخب پژوهش حاضر		
مقوله اصلی	مقوله های فرعی	نمونه کدهای دریافتی
بهبود آموزش و یادگیری در برنامه‌های درسی پزشکی	بهبود دانش افزایش اعتماد به نفس انتقال مهارت‌ها کاهش خطاها	شبیه‌سازی منجر به بهبود دانش و مهارت‌های عملی دانشجویان پزشکی می‌شود. دانشجویانی که از شبیه‌سازی استفاده می‌کنند، اعتماد به نفس بیشتری در مواجهه با موقعیت‌های بالینی واقعی دارند. مهارت‌های آموخته‌شده در محیط شبیه‌سازی به طور مؤثری به محیط بالینی منتقل می‌شوند. شبیه‌سازی به کاهش خطاهای پزشکی و افزایش ایمنی بیمار کمک می‌کند.
بهبود عملکرد دانشجویان در محیط‌های آموزشی و بالینی	محیط ایمن تمرین مکرر بازخورد فوری تفکر انتقادی رضایت	شبیه‌سازی یک محیط ایمن و کنترل‌شده برای تمرین مهارت‌های بالینی فراهم می‌کند. امکان تمرین مکرر در شبیه‌سازی به دانشجویان کمک می‌کند تا مهارت‌های خود را بهبود بخشند. بازخورد فوری در شبیه‌سازی به دانشجویان اجازه می‌دهد تا اشتباهات خود را اصلاح کنند. شبیه‌سازی تفکر انتقادی و تصمیم‌گیری دانشجویان را تقویت می‌کند. رضایت دانشجویان و مربیان از روش‌های شبیه‌سازی بسیار بالا است.
چالش‌ها و محدودیت‌های ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی	هزینه‌های بالا نیاز به آموزش مربیان محدودیت‌های فنی ادغام در برنامه‌های درسی	هزینه‌های بالای تجهیزات شبیه‌سازی یکی از چالش‌های اصلی در اجرای این روش است. نیاز به آموزش مربیان برای استفاده مؤثر از شبیه‌سازی وجود دارد. محدودیت‌های فنی و زیرساختی می‌تواند اجرای شبیه‌سازی را با مشکل مواجه کند. ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی موجود نیاز به برنامه‌ریزی دقیق دارد.

جدول ۲: فرایند کدگذاری مقالات منتخب پژوهش حاضر

مقوله اصلی	مقوله های فرعی	نمونه کدهای دریافتی
نوآوری های شبیه سازی در برنامه های درسی پزشکی	واقعیت مجازی	واقعیت مجازی (VR) و واقعیت افزوده (AR) امکان ایجاد سناریوهای واقع گرایانه تر را فراهم می کنند.
	واقعیت افزوده هوش مصنوعی مدل های سه بعدی تمرین تیمی	هوش مصنوعی (AI) در شبیه سازی به شخصی سازی تجربیات یادگیری کمک می کند. مدل های سه بعدی و چاپ سه بعدی درک لمسی و فضایی دانشجویان را بهبود می بخشد. تمرین تیمی در شبیه سازی به بهبود همکاری و ارتباطات بین اعضای تیم کمک می کند. شبیه سازی بیماران مجازی امکان تمرین مدیریت بیماران پیچیده را فراهم می کند.
نقش شبیه سازی در آموزش تخصص های پزشکی	جراحی اورژانس	شبیه سازی در آموزش جراحی و روش های تهاجمی بسیار مؤثر است. در آموزش مراقبت های اورژانسی، شبیه سازی به دانشجویان کمک می کند تا در شرایط بحرانی تصمیم گیری کنند.
	مهارت های ارتباطی مدیریت بیماران پیچیده تشخیص	شبیه سازی مهارت های ارتباطی و کار تیمی را در دانشجویان تقویت می کند. مدیریت بیماران پیچیده از طریق شبیه سازی به دانشجویان آموزش داده می شود. شبیه سازی در بهبود مهارت های تشخیصی دانشجویان مؤثر است.
استراتژی های بهینه سازی ادغام شبیه سازی در برنامه های درسی پزشکی	طراحی برنامه های درسی	شبیه سازی باید به طور مؤثر در برنامه های درسی پزشکی ادغام شود تا دانشجویان بتوانند مهارت های خود را در مراحل مختلف آموزش توسعه دهند
	استانداردسازی آموزش پیش بالینی و بالینی مراکز شبیه سازی آموزش مداوم	استانداردسازی روش های شبیه سازی برای اطمینان از کیفیت آموزش ضروری است ادغام شبیه سازی در آموزش پیش بالینی و بالینی به دانشجویان کمک می کند تا مهارت های نظری و عملی را به طور همزمان تقویت کنند توسعه مراکز شبیه سازی در دانشگاه ها به عنوان بخشی از زیرساخت های آموزشی ضروری است آموزش مداوم و بازآموزی متخصصان از طریق شبیه سازی می تواند به روزرسانی دانش و مهارت های آن ها را تضمین کند
تأثیر شبیه سازی در نتایج برنامه های درسی پزشکی	ایمنی بیمار	شبیه سازی به بهبود ایمنی بیماران کمک می کند، زیرا دانشجویان می توانند مهارت های خود را در محیطی بدون خطر تمرین کنند
	کاهش عوارض رضایت بیماران کاهش هزینه ها بهبود نتایج بالینی	کاهش عوارض پزشکی از طریق آموزش مبتنی بر شبیه سازی امکان پذیر است، زیرا دانشجویان بهتر آماده می شوند رضایت بیماران از مراقبت های ارائه شده توسط دانشجویان آموزش دیده با شبیه سازی افزایش می یابد شبیه سازی می تواند هزینه های مراقبت های بهداشتی را کاهش دهد، زیرا خطاهای پزشکی کمتری رخ می دهد بهبود نتایج بالینی از طریق آموزش مبتنی بر شبیه سازی به دلیل افزایش مهارت های دانشجویان و کاهش خطاها امکان پذیر است

بحث و نتیجه گیری:

مقوله ۱: بهبود آموزش و یادگیری در برنامه های درسی

پزشکی

نتایج ما نشان داد که شبیه سازی به طور قابل توجهی دانش نظری و مهارت های عملی دانشجویان را ارتقا می دهد. این یافته ها با مطالعاتی که نشان داده اند شبیه سازی می تواند به بهبود مهارت های فنی مانند انجام پروسیجرها و مهارت های غیرفنی مانند تصمیم گیری بالینی و کار تیمی منجر شود، همخوانی دارد [۶]. شبیه سازی فرصت تمرین در یک محیط امن و کنترل شده را فراهم می کند که دانشجویان در آن می توانند بدون نگرانی از آسیب رساندن به بیماران، از اشتباهات خود درس بگیرند [۱۴]. این محیط

این مطالعه مروری سیستماتیک، با هدف بررسی جامع اثربخشی شبیه سازی در آموزش پزشکی و پرستاری، به تحلیل داده های حاصل از ۵۸ مقاله پژوهشی در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ پرداخت. نتایج این فراترکیب نشان داد که شبیه سازی، به عنوان یک ابزار آموزشی قدرتمند، نقش مهمی در بهبود دانش، مهارت های بالینی، و آمادگی دانشجویان برای محیط های بالینی واقعی دارد. این یافته ها با نتایج مطالعات پیشین در این حوزه همسو است و بر اهمیت شبیه سازی در آموزش علوم پزشکی تأکید می کند [۱].

مقوله ۴: نوآوری‌های شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی

فناوری‌های نوین مانند واقعیت مجازی (VR)، واقعیت افزوده (AR) و هوش مصنوعی (AI)، پتانسیل زیادی برای توسعه کاربردهای شبیه‌سازی در آموزش علوم پزشکی دارند. این فناوری‌ها امکان ایجاد سناریوهای تعاملی‌تر، واقع‌گرایانه‌تر و شخصی‌سازی‌شده را فراهم می‌کنند و می‌توانند به بهبود یادگیری و عملکرد دانشجویان کمک کنند. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که استفاده از واقعیت مجازی در آموزش پزشکی، می‌تواند منجر به بهبود مهارت‌های عملی و دانش نظری دانشجویان شود. همچنین شبیه‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی، می‌تواند به ارائه بازخورد دقیق‌تر و شخصی‌سازی‌شده به دانشجویان کمک کند [۱۸].

مقوله ۵: نقش شبیه‌سازی در آموزش تخصص‌های پزشکی

شبیه‌سازی به عنوان ابزاری چندمنظوره، نقش حیاتی در آموزش تخصص‌های مختلف پزشکی ایفا می‌کند؛ در جراحی، به دانشجویان و رزیدنت‌ها امکان تمرین مهارت‌های فنی پیچیده را بدون خطر آسیب به بیمار می‌دهد. در طب اورژانس، با شبیه‌سازی سناریوهای بحرانی به تقویت تصمیم‌گیری سریع و مدیریت بحران کمک می‌کند، در بیهوشی، مهارت‌های مدیریت راه هوایی و عوارض دارویی را ارتقا می‌دهد و در پزشکی داخلی، به تقویت مهارت‌های بالینی و تشخیص بیماری‌های پیچیده می‌پردازد [۲۱-۱۹]. علاوه بر این، شبیه‌سازی در سایر تخصص‌ها نیز کاربرد داشته و به توسعه مهارت‌های غیرفنی نظیر ارتباط، کار تیمی، و رهبری کمک می‌کند، به‌طوری که آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در تخصص‌های مختلف پزشکی و در سطوح مختلف آموزشی اثربخش بوده و می‌تواند منجر به بهبود یادگیری و عملکرد دانشجویان و متخصصان شود [۲۱].

مقوله ۶: استراتژی‌های بهینه‌سازی ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی

آموزشی به کاهش خطاهای پزشکی و ارتقاء ایمنی بیمار کمک می‌کند و دانشجویان را برای مواجهه با چالش‌های بالینی آماده‌تر می‌سازد [۱۲].

مقوله ۲: بهبود عملکرد دانشجویان در محیط‌های آموزشی و بالینی

نتایج این پژوهش نشان داد که شبیه‌سازی به طور موثری دانش نظری و مهارت‌های عملی دانشجویان را ارتقا می‌دهد. این یافته‌ها با مطالعاتی همخوانی دارد که نشان داده‌اند شبیه‌سازی می‌تواند منجر به بهبود مهارت‌های فنی (مانند انجام پروسیجرها)، مهارت‌های غیرفنی (مانند تصمیم‌گیری بالینی و کار تیمی) و همچنین توانایی‌های شناختی (مانند استدلال بالینی) شود [۱۶]. شبیه‌سازی با فراهم کردن فرصت تمرین در یک محیط امن و کنترل‌شده، به دانشجویان این امکان را می‌دهد تا بدون نگرانی از آسیب به بیماران، از اشتباهات خود درس بگیرند و توانایی‌های خود را بهبود بخشند.

مقوله ۳: چالش‌ها و محدودیت‌های ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی

با وجود شواهد قوی در مورد اثربخشی شبیه‌سازی، چالش‌ها و محدودیت‌های متعددی بر سر راه پیاده‌سازی گسترده آن وجود دارد. هزینه‌های بالای تجهیزات و فناوری‌های شبیه‌سازی، آموزش تخصصی مربیان، و محدودیت‌های زیرساختی، از جمله موانع اصلی هستند. همچنین، ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی موجود و توسعه سناریوهای بالینی استاندارد، نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و همکاری بین بخش‌های مختلف است. مطالعات آینده باید به بررسی اثربخشی روش‌های مقرون به صرفه شبیه‌سازی و راه‌های کاهش هزینه‌های پیاده‌سازی آن بپردازند. در این زمینه، بررسی اقتصادی شبیه‌سازی جراحی نشان می‌دهد که اگرچه هزینه‌های اولیه‌ای وجود دارد، اما در بلندمدت، شبیه‌سازی می‌تواند با کاهش خطاهای پزشکی و افزایش کارایی، منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌ها شود [۱۷].

ضروری است. در نهایت، شبیه‌سازی نه تنها بر یادگیری دانشجویان، بلکه بر نتایج بیماران و سیستم سلامت نیز تأثیر مثبت داشته و منجر به بهبود ایمنی بیمار، کاهش عوارض پزشکی، افزایش رضایت بیماران، کاهش هزینه‌ها و بهبود نتایج بالینی می‌شود. بنابراین، شبیه‌سازی به عنوان یک سرمایه‌گذاری ارزشمند در ارتقای کیفیت آموزش پزشکی و عملکرد بالینی سیستم سلامت، نیازمند توجه و توسعه بیشتر است. از جمله محدودیت‌های این پژوهش هم می‌توان به عدم امکان بررسی تأثیرات بلندمدت شبیه‌سازی، تکیه بر گزارش مقالات و عدم امکان راستی آزمایی مستقیم و محدودیت در تعمیم‌پذیری یافته‌ها اشاره کرد. به منظور بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌های شبیه‌سازی و غلبه بر محدودیت‌ها، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران، مدیران آموزشی و پژوهشگران بر توسعه و گسترش مراکز شبیه‌سازی، تدوین برنامه‌های آموزشی مدون و استاندارد، آموزش و توانمندسازی مربیان، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، تخصیص بودجه و منابع مالی و انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه تمرکز نمایند.

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

این مطالعه مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه تبریز به کد IR. TABRIZU. REC. 1400. 040 است.

حامی مالی

این مقاله از طرف هیچ گونه نهاد یا موسسه‌ای حمایت مالی نشده و تمام منابع مالی آن از طرف نویسنده اول یا نویسندگان تأمین شده است.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع در پژوهش حاضر وجود ندارد.

سهم نویسندگان

حسین استادحسنلو: نویسنده اول، طراحی مطالعه، گردآوری داده‌ها و نگارش اولیه مقاله؛ فیروز محمودی:

ادغام شبیه‌سازی در برنامه‌های درسی پزشکی نیازمند طراحی هدفمند مبتنی بر اصول یادگیری، استانداردسازی روش‌های اجرا و ارزیابی، ادغام در آموزش‌های پیش‌بالینی و بالینی، ایجاد مراکز مجهز شبیه‌سازی، و بهره‌گیری از آن برای آموزش مداوم متخصصان است [۲۶-۲۲، ۱۶، ۱۰]. با این رویکرد جامع، شبیه‌سازی می‌تواند به ابزاری مؤثر برای ارتقای کیفیت آموزش و عملکرد بالینی در علوم پزشکی بدل شود.

مقوله ۷: تأثیر شبیه‌سازی در نتایج برنامه‌های درسی پزشکی

شبیه‌سازی فراتر از یک ابزار آموزشی، تأثیر بسزایی بر نتایج بیماران و سیستم سلامت دارد؛ این روش با کاهش خطاهای پزشکی و ارتقای ایمنی بیمار، کاهش عوارض ناشی از مداخلات درمانی، افزایش رضایت بیماران از خدمات ارائه شده، کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، و بهبود نتایج بالینی با ارتقای مهارت‌های متخصصان به بهبود عملکرد کلی سیستم سلامت کمک کرده و به عنوان یک سرمایه‌گذاری ارزشمند در سلامت جامعه شناخته می‌شود [۲۹-۱۷].

این فراترکیب با بررسی جامع مطالعات مربوط به شبیه‌سازی در آموزش پزشکی، نشان داد که شبیه‌سازی به عنوان یک ابزار آموزشی نوین، نقش محوری در ارتقای دانش، مهارت‌های بالینی، و آمادگی دانشجویان برای محیط‌های بالینی ایفا می‌کند و مزایای متعددی از جمله ایجاد محیط امن تمرین، ارائه بازخورد فوری، و تقویت تفکر انتقادی را به همراه دارد. با وجود چالش‌ها و محدودیت‌هایی نظیر هزینه‌های بالا و نیاز به آموزش مربیان، کاربردهای نوآورانه شبیه‌سازی با استفاده از فناوری‌های نوین، پتانسیل بالایی برای بهبود آموزش پزشکی ارائه می‌دهند. شبیه‌سازی در آموزش تخصص‌های مختلف پزشکی کاربرد فراوان دارد و به ارتقای مهارت‌های فنی و غیر فنی کمک می‌کند. برای بهره‌برداری کامل از پتانسیل شبیه‌سازی، ادغام سیستماتیک آن در برنامه‌های درسی پزشکی با طراحی دقیق، استانداردسازی روش‌ها و توسعه زیرساخت‌های مناسب

تحلیل نتایج و ویرایش نهایی مقاله.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در این پژوهش ما را یاری کردند،
تشکر و قدردانی می گردد.

References

- McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003–2009. *Med Educ.* 2010; 44(1):50-63. DOI: [10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x) PMID: 20078756
- Palumbo VM. Clinical simulation in undergraduate medical training in the clinical simulation laboratory (Lasic) of the faculty of medical sciences, University of Buenos Aires: A different model for learning abilities and skills. *IJRIS.* 2024; 8(3s):5950-62. DOI: [10.47772/IJRIS.2024.803445S](https://doi.org/10.47772/IJRIS.2024.803445S)
- Li ML, Wang G, Lyu JP. Healthcare simulation in China: Current status and perspectives. *Chin Med J (Engl).* 2019; 132(20):2503-04. DOI: [10.1097/CM9.0000000000000475](https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000475) PMID: 3165151
- Saygılı Ü, Özkalp B. The effect of simulator-education on students receiving education at the department of elderly care. *Procedia Soc Behav Sci.* 2015; 174:3154-8. DOI: [10.1016/j.sbspro.2015.01.1055](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1055)
- Pavlović A, Kalezić N, Trpković S, Videnović N, Šulović L. The application of simulation in medical education-our experience from improvisation to simulation. *Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo.* 2018; 146(5-6):338-44. DOI: [10.2298/SARH170609142P](https://doi.org/10.2298/SARH170609142P)
- Ajemba MN, Ikwe C, Iroanya JC. Effectiveness of simulation-based training in medical education: Assessing the impact of simulation-based training on clinical skills acquisition and retention: A systematic review. *WJARR.* 2024; 21(1):1833-43. DOI: [10.30574/wjarr.2024.21.1.0163](https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.0163)
- Herrera-Aliaga E, Estrada LD. Trends and innovations of simulation for twenty first century medical education. *Front Public Health.* 2022; 10:619769. DOI: [10.3389/fpubh.2022.619769](https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.619769) PMID: 35309206
- Ayaz O, Ismail FW. Healthcare simulation: A key to the future of medical education - A review. *Adv Med Educ Pract.* 2022; 13:301-8. DOI: [10.2147/AMEP.S353777](https://doi.org/10.2147/AMEP.S353777) PMID: 35411198
- Bayram SB, Gulnar E, Caliskan N, Kilic CT. The effect of digital storytelling on nursing students' compliance with isolation precautions and their knowledge levels: A randomized controlled trial. *Eroupe PMS Plus.* 2022; 1-20. DOI: [10.21203/rs.3.rs-1851978/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1851978/v1)
- Leiphrahkam PD, Armijo PR, Are C. Incorporation of simulation in graduate medical education: Historical perspectives, current status, and future directions. *J Med Educ Curric Dev.* 2024; 11:23821205241257329. DOI: [10.1177/23821205241257329](https://doi.org/10.1177/23821205241257329) PMID: 38808125
- Vasquez-Cevallos L, Parpacen-Briones L, Del-Pino-Bazan F, Estrada R, Soto-Rodriguez PE, Zevallos JC, editors. Effectiveness of a Simulation-Based Bioelectricity Practice in Medical Education. 2024 IEEE Eighth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM); 2024: IEEE. [Link](#)
- Sivanjali M. The effectiveness of simulation-based learning in clinical education. *BMJ.* 2024; 18(1). DOI: [10.4038/bmj.v18i1.36](https://doi.org/10.4038/bmj.v18i1.36)
- Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezeh CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine (Baltimore).* 2024; 103(27):e38813. DOI: [10.1097/MD.00000000000038813](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000038813) PMID: 38968472
- Romancenco A, Săratilă I, Ababiy I, Rojnovceanu G, Dandara O, Spinei L. Bridging theory and practice: enhancing medical education through simulation-based training methods. *Revista de Științe ale Sănătății din Moldova. Mold J Health Sci.* 2024; 11(2):68-73. DOI: [10.52645/MJHS.2024.2.09](https://doi.org/10.52645/MJHS.2024.2.09)
- Nurunnabi AS, Haroon K, Mohammad T, Hasan MM, Triputra KK, Sadeque SP, et al. Simulation based teaching and learning in clinical education. *Bang J Neurosurgery.* 2023; 13(1):24-8. DOI: [10.3329/bjns.v13i1.72291](https://doi.org/10.3329/bjns.v13i1.72291)
- Lateef F. Simulation-based learning: Just like the real thing. *J Emerg Trauma Shock.* 2010; 3(4):348-52. DOI: [10.4103/0974-2700.70743](https://doi.org/10.4103/0974-2700.70743) PMID: 21063557
- Jabbour N, Snyderman CH. The economics of surgical simulation. *Otolaryngol Clin North Am.* 2017; 50(5):1029-36. DOI: [10.1016/j.otc.2017.05.012](https://doi.org/10.1016/j.otc.2017.05.012) PMID: 28915948
- Lacinski RA, Steller JG, Anderson A, Nelson AM. Harnessing artificial intelligence for medical diagnosis and treatment during space exploration missions. *NASA Technical Reports Server;* 2024. [Link](#)
- Weile J, Nebbsbjerg MA, Ovesen SH, Paltved C, Ingeman ML. Simulation-based team training in time-critical clinical presentations in emergency medicine and critical care: A review of the literature. *Adv Simul (Lond).* 2021; 6(1):3. DOI: [10.1186/s41077-021-00154-4](https://doi.org/10.1186/s41077-021-00154-4) PMID: 33472706
- Ing C, Vutskits L. Unanswered questions of anesthesia neurotoxicity in the developing brain. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2023; 36(5):510-15. DOI: [10.1097/ACO.0000000000001295](https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000001295) PMID: 37552011
- Loiseau E, Mesnard B, Bruneau S, De Sousa C, Bernardet S, Hervouet J, et al. Uterine transplant optimization from a preclinical donor model with controlled cardiocirculatory arrest. *Transplant Direct.* 2024; 11(1):e1735. DOI: [10.1097/TXD.0000000000001735](https://doi.org/10.1097/TXD.0000000000001735) PMID: 39668893
- Jujo S, Nakahira A, Kataoka Y, Banno M, Tsujimoto Y,

- Tsujimoto H, et al. Transesophageal echocardiography simulator training: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Simul Healthc.* 2021; 16(5):341-52. DOI: [10.1097/SIH.0000000000000537](https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000537) PMID: [33428355](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33428355/)
23. Kodner C, Bohnert C. The longitudinal standardized patient project: Innovation from necessity. *Acad Med.* 2015; 90(3):317-20. DOI: [10.1097/ACM.0000000000000565](https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000565) PMID: [25406599](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25406599/)
 24. Middeke A, Anders S, Raupach T, Schuelper N. Transfer of clinical reasoning trained with a serious game to comparable clinical problems: A prospective randomized study. *Simul Healthc.* 2020; 15(2):75-81. DOI: [10.1097/SIH.0000000000000407](https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000407) PMID: [32044851](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32044851/)
 25. Calhoun AW, Nadkarni V, Venegas-Borsellino C, White ML, Kurrek M. Concepts for the simulation community: Development of the international simulation data registry. *Simul Healthc.* 2018; n13(6):427-34. DOI: [10.1097/SIH.0000000000000311](https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000311) PMID: [29672467](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29672467/)
 26. McGaghie WC, Siddall VJ, Mazmanian PE, Myers J. American college of chest physicians health and science policy committee. Lessons for continuing medical education from simulation research in undergraduate and graduate medical education: Effectiveness of continuing medical education: American College of Chest Physicians Evidence-Based Educational Guidelines. *Chest.* 2009; 135(3 Suppl):62S-68S. DOI: [10.1378/chest.08-2521](https://doi.org/10.1378/chest.08-2521) PMID: [19265078](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19265078/)
 27. Hippe DS, Umoren RA, McGee A, Bucher SL, Bresnahan BW. A targeted systematic review of cost analyses for implementation of simulation-based education in health-care. *SAGE Open Med.* 2020; 8:2050312120913451. DOI: [10.1177/2050312120913451](https://doi.org/10.1177/2050312120913451) PMID: [32231781](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32231781/)
 28. Green M, Tariq R, Green P. Improving patient safety through simulation training in anesthesiology: Where are we? *Anesthesiol Res Pract.* 2016; 2016:4237523. DOI: [10.1155/2016/4237523](https://doi.org/10.1155/2016/4237523) PMID: [26949389](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26949389/)
 29. Zhang C. A literature study of medical simulations for non-technical skills training in emergency medicine: twenty years of progress, an integrated research framework, and future research avenues. *Int J Environ Res Public Health.* 2023; 20(5):4487. DOI: [10.3390/ijerph20054487](https://doi.org/10.3390/ijerph20054487) PMID: [36901496](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36901496/)

