Journal of Arak University of Medical Sciences
Volume 29, Issue 3
August &September 2026

Review Article

Application of Artificial Intelligence in Prevention and Control of Hospital-Acquired Infections: A Narrative Review Study

Mehran Akbari[1], Narges Arsalani[2], Mohammadreza Dinmohammadi[3], Alireza Abbasi Niasar[1], Bahareh Shahbazi Miraghaei[1], Hadis Mosafer[1], Nasim Bagheri Moheb[1], Masoud Fallahi-Khoshknab[4*]

[1] PhD Student in Nursing, Student Research Committee, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[2] Professor, Department of Nursing, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[3] Associate Professor of Nursing, Department of Nursing, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[4] Professor of Nursing, Department of Nursing, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

*** Corresponding author**: Masoud Fallahi-Khoshknab, Professor of Nursing, Department of Nursing, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran. Email: fallahi@uswr.ac.ir

DOI: 10.61882/jams.29.3.278

How to Cite this Article:
Akbari M, Arsalani N, Dinmohammadi M, Abbasi Niasar A, Shahbazi Miraghaei B, Mosafer H, Bagheri Moheb N, Fallahi-Khoshknab M. Application of Artificial Intelligence in Prevention and Control of Hospital-Acquired Infections: A Narrative Review Study. *J Arak Uni Med Sci*. 2026;**29**(3): 278- 286. DOI: 10.61882/jams.29.3.278

Received: 17.04.2026
Published: 01.08.2026

Keywords:
Artificial intelligence;
Hospital-Acquired Infections;
Infection Prevention;
Infection Control

© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Hospital-acquired infections (HAIs) represent the most prevalent adverse events among hospitalized patients, and although evidence-based preventive strategies offer significant potential for reducing hospital-acquired infections, the integration of innovative technologies such as artificial intelligence holds promise for transformative improvements. This review aims to critically evaluate the application of artificial intelligence in the identification, prevention, and control of hospital-acquired infections.

Methods: This narrative review was undertaken to explore the utilization of artificial intelligence in addressing HAIs. A systematic search was performed using the keywords "Artificial Intelligence," "Machine Learning," "Hospital-Acquired Infections," "Infection Prevention," "Infection Control," "Healthcare-Associated Infection," "Intelligent Systems," and "HAI" across prominent databases including PubMed, Scopus, ScienceDirect, and Google Scholar. The search spanned publications from 2015 to 2026. Following an initial screening and subsequent detailed review, a total of ten articles were selected for comprehensive analysis.

Results: The reviewed literature indicates that machine learning algorithms—such as Support Vector Machines (SVM), Random Forest, XGBoost, and neural networks—as well as large language models like ChatGPT, demonstrate efficacy in risk prediction and intelligent detection or surveillance of HAIs. These AI-driven tools facilitate early identification of high-risk patients, enhance diagnostic sensitivity, and alleviate the workload associated with manual infection surveillance.

Conclusions: Artificial intelligence has the potential to render infection control surveillance more intelligent, real-time, and tailored to individual patient risk profiles. The broad adoption and integration of AI-based models are imperative to mitigate the incidence of hospital-acquired infections and to advance patient safety outcomes.

Copyright *© 2024 The Author(s); Published by Journal of Arak University of Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http"//creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) witch permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.*

کاربرد هوش مصنوعی در پیشگیری و کنترل عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی: یک مطالعه مروری روایتی

مهران اکبری[۱]، نرگس ارسلانی[۲]، محمدرضا دین‌محمدی[۳]، علیرضا عباسی‌نیاسر[۱]، بهاره شهبازی‌میرآقایی[۱]، حدیث مسافر[۱]، نسیم باقری محب[۱]، مسعود فلاحی خشکناب[۴*]

[۱] دانشجوی دکتری پرستاری، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران
[۲] استاد، گروه پرستاری، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران
[۳] دانشیار، گروه پرستاری، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران
[۴] استاد، گروه پرستاری، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: مسعود فلاحی خشکناب، استاد، گروه پرستاری، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.
ایمیل: fallahi@uswr.ac.ir

DOI: 10.61882/jams.29.3.278

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۲۸
تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۵/۱۰
واژگان کلیدی:
هوش مصنوعی؛
عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی؛
پیشگیری از عفونت؛
کنترل عفونت

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

چکیده

مقدمه: عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی، شایع‌ترین عارضه جانبی در بیماران بستری هستند و با وجود پتانسیل بالای پیشگیری از طریق استراتژی‌های مبتنی بر شواهد، بهره‌گیری از رویکردهای نوین مانند هوش مصنوعی می‌تواند تحول‌آفرین باشد. لذا هدف این مطالعه مروری، کابرد هوش مصنوعی در شناسایی، پیشگیری و کنترل عفونت های اکتسابی بیمارستانی می‌باشد.

روش کار: این مطالعه به‌صورت مرور روایتی انجام شد تا کاربرد هوش مصنوعی در عفونت های اکتسابی بیمارستانی بررسی شود. برای گردآوری اطلاعات، جستجویی ساختاریافته با کلید واژه Artificial Intelligence Machine Artificial Intelligence, Hospital Acquired Infections, Infection Prevention, Infection Controls, Healthcare-Associated Infection, Intelligent Systems, HAI، در پایگاه معتبر PubMed، Scopus، Science Direct موتور جستجو Google Scholar از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۶ انجام شد که در نهایت پس از بررسی‌های اولیه و نهایی ۱۰ مقاله برای بررسی کامل انتخاب شدند.

یافته‌ها: مطالعات نشان داد که الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند SVM، Random Forest، XGBoost و شبکه‌های عصبی و مدل‌های زبانی بزرگ مانند ChatGPT در پیش‌بینی ریسک و شناسایی/نظارت هوشمند عفونت‌ها مؤثر هستند. این ابزارها بیماران پرخطر را زودهنگام شناسایی، حساسیت تشخیص را افزایش و بار نظارت دستی را کاهش می‌دهند.

نتیجه‌گیری: هوش مصنوعی می‌تواند نظارت بر کنترل عفونت را هوشمند و شخصی‌سازی‌شده کند. اجرای گسترده این مدل‌ها برای کاهش بار عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی و ارتقای ایمنی بیمار ضروری است.

ارجاع: اکبری مهران، ارسلانی نرگس، دین‌محمدی محمدرضا، عباسی‌نیاسر علیرضا، شهبازی‌میرآقایی بهاره، مسافر حدیث، باقری‌محب نسیم، فلاحی‌خشکناب مسعود. کاربرد هوش مصنوعی در پیشگیری و کنترل عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی: یک مطالعه مروری روایتی. *مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک* ۱۴۰۵؛ ۲۹ (۳): ۲۷۸- ۲۸۶.

مقدمه

عفونت‌های بیمارستانی به عفونت‌هایی گفته می‌شود که پس از پذیرش بیمار در بیمارستان ایجاد می‌شوند. عفونت‌هایی که ۴۸ ساعت یا بیشتر پس از بستری شدن بیمار در بیمارستان ایجاد می‌شوند، عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی محسوب می‌شوند. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی WHO (World Health Organization)، عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی (HAIs) شایع‌ترین عوارض جانبی در بیماران بستری هستند و بار سنگینی بر سیستم‌های بهداشتی تحمیل می‌کنند (۱، ۲).

سازمان بهداشت جهانی تخمین می‌زند که این عفونت‌ها ۷ تا ۱۲ درصد از بیماران بستری در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱). یک بررسی انجام شده در ۵۵ بیمارستان از ۱۴ کشور نشان داد که ۸/۷ درصد از بیماران بستری مبتلا به HAIs هستند. بار کلی HAIs در کشورهای در حال توسعه بیشتر است (۲).

پنومونی مرتبط با دستگاه تنفس، عفونت ادراری کاتتری، عفونت محل جراحی(SSI) ، عفونت کلستریدیوم دیفیسیل، سپسیس نوزادی و عفونت جریان خون جز عوارضی بوده که مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی می‌باشند (۳).

امروزه، چنین عفونت‌هایی مشکلات قابل توجهی برای جوامع و سازمان‌های مراقبت‌های بهداشتی هستند. آنها دوره درمان را طولانی می‌کنند و باعث می‌شوند که هم بیماران و هم مراکز درمانی هزینه‌های گزافی، از جمله افزایش مصرف دارو و آزمایش‌ها، بپردازند. بنابراین، با پیشگیری و کاهش عفونت‌های بیمارستانی، صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌های تحمیل شده بر مراکز درمانی، سیستم بهداشتی و در نتیجه جامعه ایجاد می‌شود (۴). این عفونت‌ها نه تنها خطر مرگ‌ومیر را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند، بلکه هزینه‌های درمانی را نیز به شدت بالا می‌برند؛ به ویژه هنگامی که عامل بیماری‌زا به چندین دارو یا به طور گسترده مقاوم باشد (۵).

با این حال، مطالعات متعدد نشان می‌دهند که اجرای استراتژی‌های مبتنی بر شواهد در زمینه نظارت و پیشگیری می‌تواند تا ۷۰ درصد از موارد عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی را کاهش دهد یا حتی حذف کند. این پتانسیل بالای پیشگیری، ضرورت بازنگری و بهینه‌سازی سیاست‌های کنترل عفونت را در سطح ملی و بین‌المللی برجسته می‌سازد (۶).

در راستای کنترل و کاهش عفونت های اکتسابی ناشی از بیمارستان بهره‌گیری از رویکردهای نوین همچون هوش مصنوعی (AI) بسیار می‌تواند کمک کننده باشد. هوش مصنوعی پتانسیل بالایی در تحول کنترل و پیشگیری از عفونت‌های مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی دارد. این فناوری می‌تواند رویدادهای انتقال پاتوژن را در طول شیوع بیماری‌ها تشخیص دهد، بیماران پرخطر را پیش‌بینی کند و امکان توسعه مداخلات کنترل عفونت را فراهم آورد (۷).

فناوری‌های جدید و هوش مصنوعی نقش حیاتی در افزایش مانورهای نظارت بر مراقبت‌های بهداشتی و تأثیر مثبت بر سلامت بیماران دارند (۸). هوش مصنوعی توانایی تسهیل تصمیم‌گیری، مدیریت بیمارستان و تشخیص زودهنگام شیوع بیماری برای پیشگیری توسط پزشکان، مدیران و مسئولان بهداشت عمومی را دارد (۹، ۱۰).

برخی مطالعات گزارش داده‌اند که استفاده از هوش مصنوعی در پیشگیری و کنترل منابع بسیار مؤثر است، حساسیت تشخیص بیماری‌ها را افزایش می‌دهد و به شیوه‌های پزشکی شخصی‌سازی شده کمک می‌کند (۱۱، ۱۲). هوش مصنوعی به داده‌هایی متکی است که برای افزایش نتیجه سلامت مورد نظر در مدل‌های محاسباتی وارد می‌شوند روش‌های رایج هوش مصنوعی مورد استفاده در مراقبت‌های بهداشتی، یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق هستند. این الگوریتم‌ها و مدل‌ها در برخی تحقیقات برای پیش‌بینی عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی از طریق عوامل خطر و بهبود نتایج سلامت بیماران استفاده شده‌اند (۱۳). با وجود رشد چشمگیر استفاده از هوش مصنوعی در حوزه شناسایی، پیش‌بینی و کنترل عفونت‌های بیمارستانی بیشتر این مطالعات عمدتاً بر ارزیابی عملکرد الگوریتم‌ها در محیط‌های پژوهشی و برای یک یا چند نوع محدود از عفونت‌ها متمرکز بوده و کمتر به‌صورت جامع و ساختارمند، طیف روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، حوزه‌های کاربرد (شناسایی، پیشگیری، کنترل)، چالش‌های اجرا در دنیای واقعی و پیامدهای آن برای سیاست‌گذاران و مدیران نظام سلامت را دسته‌بندی و تحلیل کرده‌اند. از این‌رو، هنوز پژوهش مروری که با رویکردی کاربردمحور، روش‌های مختلف هوش مصنوعی در حوزه عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی را طبقه‌بندی کرده و شواهد موجود را در قالب توصیه‌های عملی برای محققان، سیاست‌گذاران و مدیران بهداشتی یکجا ارائه کند، در دسترس نیست. لذا پژوهش حاضر با هدف پرکردن این شکاف، به مرور روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در شناسایی، پیشگیری و کنترل عفونت‌های بیمارستانی و تبیین کاربردهای بالقوه آن‌ها در تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری می‌پردازد.

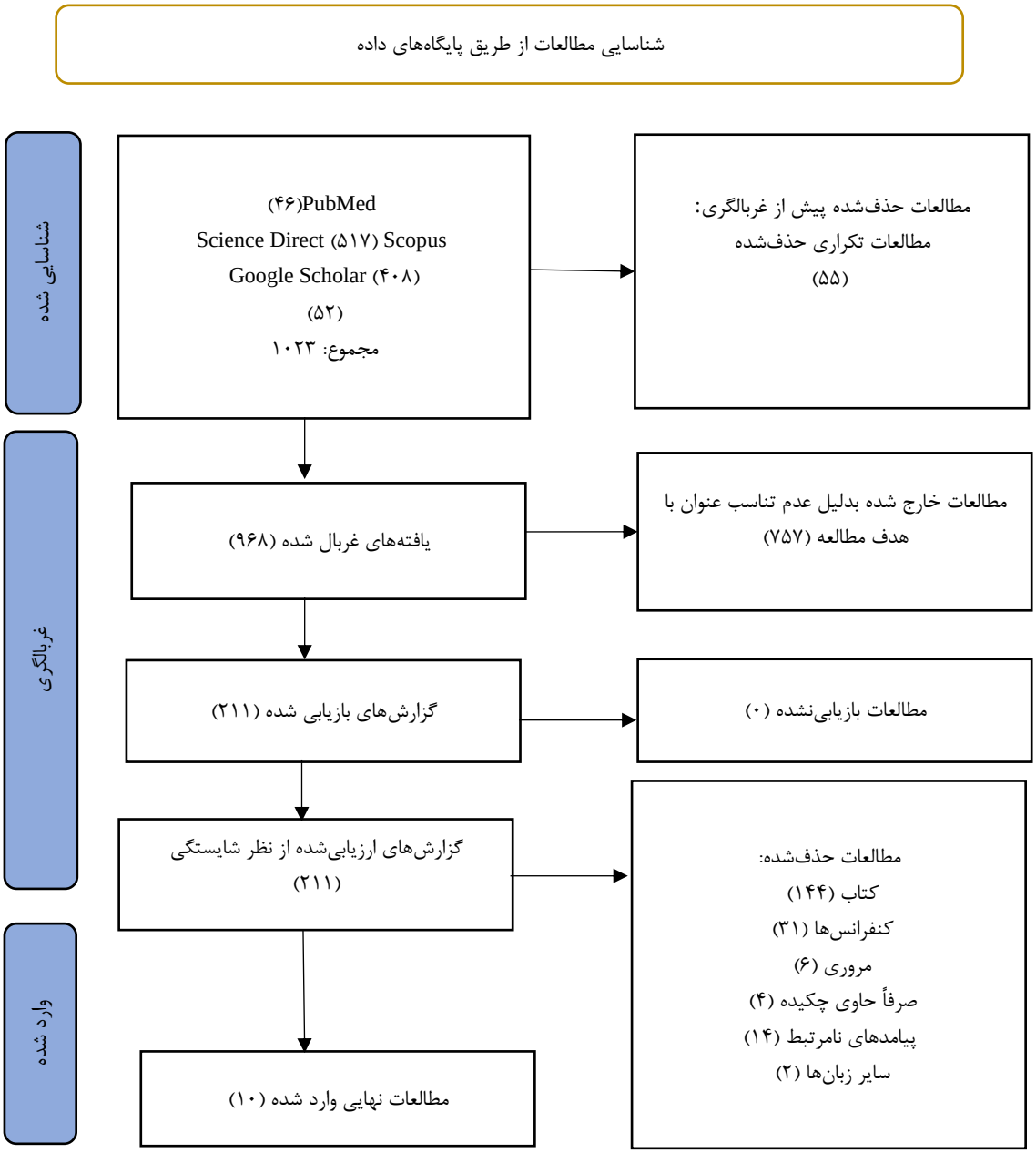
روش کار

این مطالعه به‌صورت مرور روایتی انجام شد و هدف آن کاربرد هوش مصنوعی در شناسایی و کنترل عفونت های اکتسابی بیمارستانی بود. برای گردآوری اطلاعات، ابتدا یک جستجوی ساختاریافته و دقیق در پایگاه معتبر PubMed، Sciences Direct, Scopus و موتور جستجو Google Scholar از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۶ و با استفاده از عملکردهای بولی (AND, OR) انجام شد (جدول ۱).

در مرحله اول مقالات از نظر معیارهای ورود که شامل بازه زمانی (۲۰۱۵ الی ۲۰۲۶) مورد نظر، دسترسی به متن کامل مقالات، ساختار کامل علمی، زبان انگلیسی و همچنین از نظر معیارهای خروج که شامل نامه به سردبیر، مقالات مروری، مقالات ارائه شده در همایش‌ها وسمینارها، کتاب و چکیده مقالات بود مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۱. استراتژی جستجو در هر پایگاه

پایگاه اطلاعاتی	استراتژی جستجو	محدوده زمانی
PubMed	("Artificial Intelligence"[Mesh] OR Artificial Intelligence[Title/Abstract] OR "Intelligent Systems"[Mesh] OR Intelligent Systems[Title/Abstract] OR artificial intelligence machine[Title/Abstract] OR artificial intelligent systems[Title/Abstract]) AND (infection control[Title/Abstract] OR infection prevention[Title/Abstract] OR infection controls[Title/Abstract]) AND (hospital acquired infections[Title/Abstract] OR nosocomial[Title/Abstract] OR healthcare-associated infection[Title/Abstract] OR HAI[Title/Abstract])	۲۰۲۶-۲۰۱۵
Scopus	Artificial Intelligence OR Intelligent Systems OR artificial intelligence machine OR artificial intelligent systems AND infection control OR infection prevention AND hospital acquired infections OR nosocomial OR healthcare-associated infection OR HAI	۲۰۲۶-۲۰۱۵
Science Direct	("Artificial Intelligence" OR "Intelligent Systems" OR "artificial intelligent systems") AND ("infection control" OR "infection prevention" OR "infection controls") AND ("hospital acquired infections" OR nosocomial OR "healthcare-associated infection")	۲۰۲۶-۲۰۱۵
Google Scholar	("Artificial Intelligence"[Mesh] OR Artificial Intelligence[Title/Abstract] OR "Intelligent Systems"[Mesh] OR Intelligent Systems[Title/Abstract] OR artificial intelligence machine[Title/Abstract] OR artificial intelligent systems[Title/Abstract]) AND (infection control[Title/Abstract] OR infection prevention[Title/Abstract] OR infection controls[Title/Abstract]) AND (hospital acquired infections[Title/Abstract] OR nosocomial[Title/Abstract] OR healthcare-associated infection[Title/Abstract] OR HAI[Title/Abstract])	۲۰۲۶-۲۰۱۵



شکل ۱. نمودار انتخاب مقالات

در مرحله بعد ابتدا مطالعاتی که تکراری بودند حذف شـدند (۵۵ عدد)، سـپس مطالعاتی که ارتباط موضـوعی با هدف مطالعه نداشـتند حذف گردیدند (۷۵۷ عدد)، سـپس چکیده مقالات و اهداف آن‌ها مورد بررسـی قرار گرفتند که مطالعاتی که موارد غیرمرتبط بودند از مطالعه ما خارج شـدند (۲۰۱ عدد). در نهایت متن کامل مقالات باقی مانده مورد ارزیابی قرار گرفتند که پس از بررسی نهایی تعداد ۱۰ مقاله طبق معیارهای ورود وارد مطالعه شـدند (شـکل ۱). همچنین کیفیت مطالعات نیز براساس معیار Gifford (۱۴) و SANRA (۱۵) تعیین شد. نوع مطالعات انتخاب شده از نوع توصیفی- تحلیلی بودند (شکل ۱).

یافته‌ها

در جستجوهای اولیه تعداد ۱۰۲۳ مقاله یافت شدند که در نهایت از این تعداد، ۱۰ مطالعه بر اسـاس معیارهای ورود وارد مطاله شـدند و نتایج آن‌ها در نگارش یافته‌ها مورد اسـتفاده قرار گرفت. جدول ۲ اطلاعات مربوط به مطالعات منتخب و جدول ۳ یافته‌ها و فراوانی آن در مقالات را نمایش می‌دهد.

یافته‌های این مرور در ۲ تم اصلی به شرح جدول زیر مشخص گردید (جدول ۳).

جدول ۲. مشخصات کلی مطالعات منتخب

ردیف	نویسنده (سال- کشور)	عنوان مقاله	نوع مطالعه	روش انجام	نتیجه
۱ (۱۶)	Abbas و همکاران (۲۰۲۵) (پاکستان)	استفاده از هوش مصنوعی برای نظارت بر عفونت محل جراحی: مقایسه ۵ مدل زبانی بزرگ	کمی	در این مطالعه ۴۰ بیمار جراحی شکمی (۲۰ نفر با عفونت محل جراحی و ۲۰ نفر بدون آن)، پنج مدل زبانی بزرگ با استفاده از روش retrieval-augmented generationو داده‌های بالینی، آزمایشگاهی و رادیولوژی ارزیابی شدند . اپلیکیشن «Detect Infection» اطلاعات را پردازش کرد و دقت تشخیص هر مدل) حساسیت، ویژگی، PPV، NPVو دقت کلی (توسط پزشک عفونی تأیید و با جداول ۲×۲ محاسبه شد.	استفاده از انواع مختلف هوش مصنوعی بر میزان شناسایی و کاهش عفونت ناشی از عمل جراحی می‌تواند مؤثر باشد.
۲ (۱۷)	Badia و همکاران (۲۰۲۵) (اسپانیا)	ارزیابی ChatGPT-4 برای تشخیص عفونت‌های محل جراحی از پرونده‌های الکترونیکی سلامت پس از جراحی کولورکتال: یک مطالعه آزمایشی دقت تشخیصی	کمی	این مطالعه گذشته‌نگر و چندمرکزی روی ۱۲۲ بیمار جراحی کولورکتال انجام شد. پرونده‌های بیماران به‌صورت دستی و با کمک ChatGPT بررسی گردید تا عفونت محل جراحی (SSI) شناسایی و به سه دسته سطحی، عمقی و ارگان/فضای داخلی طبقه‌بندی شود.	ChatGPTحساسیت بالا و دقت کلی خوب برای تشخیص SSI نشان می‌دهد. این ابزار به نظر مفید برای غربالگری اولیه و کاهش بار بررسی دستی می‌رسد.
۳ (۱۸)	Barchittaوهمکاران (۲۰۲۱) (ایتالیا)	یک رویکرد یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی عفونت‌های مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی در بخش مراقبت‌های ویژه: یافته‌های پروژه SPIN-UTI	کمی	از داده‌های ۷۸۲۷ بیمار پروژه نظارت بر عفونت‌های بیمارستانی در ICU استفاده شد. الگوریتم SVM بیماران را بر اساس ۹ ویژگی کلیدی (جنس، منشأ، درمان کرونری غیرجراحی، جراحی، امتیاز SAPS II، دستگاه‌های تهاجمی، تروما، نقص ایمنی و آنتی‌بیوتیک‌درمانی پیش از پذیرش طبقه‌بندی کرد.	این مطالعه نشان داد که مدل SVM ابزار مفیدی برای پیش‌بینی زودهنگام بیماران با خطر بالاتر HAI در زمان پذیرش ICU است.
۴ (۱۹)	Cole Beeler و همکاران (۲۰۱۸) (ایندیانا)	ارزیابی خطر ابتلای بیمار به باکتریمی مرتبط با کاتتر مرکزی از طریق یادگیری ماشینی	کمی	یک تجزیه و تحلیل مورد- شاهدی گذشته‌نگر از بیماران بزرگسال، نوزاد و کودک بستری شده در Indiana University Health Academic Health Center بین ۱ ژانویه ۲۰۱۳ و ۳۱ مه ۲۰۱۶ که CVL (داخلی ژوگولار، ساب کلاوین، فمورال، تونلی، غیر تونلی، محیطی، نافی یا پورت) داشتند، پیش‌بینی ریسک عفونت ناشی از تعبیه ورید مرکزی انجام شد.	ادگیری ماشین می‌تواند برای توسعه مدل‌های دقیق جهت پیش‌بینی ریسک عفونت مرتبط با کاتتر مرکزی در زمان واقعی قبل از بروز عفونت استفاده شود.
۵ (۲۰)	Cho و همکاران (۲۰۲۴) (کره جنوبی)	پیش‌بینی آنفولانزای بیمارستانی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین: یک مطالعه تطبیقی	کمی	این مطالعه مشاهده‌ای گذشته‌نگر در سال ۲۰۲۲ با هدف شناسایی بهترین الگوریتم یادگیری ماشین (تکنیک‌های رگرسیون لجستیک (LR)، جنگل تصادفی (RF) ، تقویت گرادیان شدید (XGB)، و شبکه عصبی مصنوعی (ANN)) برای پیش‌بینی وقوع HAI انجام شد و شامل ۱۱۱ بیمار مبتلا به HAI و ۷۳,۷۴۸ بیمار غیر HAI-از فصول آنفلوآنزای ۲۰۱۱-۲۰۱۲ و ۲۰۱۹-۲۰۲۰ بود.	این مطالعه ویژگی‌های بیماران مبتلا به عفونت‌های بیمارستانی (HAI) را شناسایی کرد و نشان داد که تهویه مناسب نقش کلیدی در کاهش شیوع آنفلوآنزا دارد .یافته‌ها به بیمارستان‌ها در پیشگیری بهتر کمک می‌کند و مدل پیش‌بینی Random Forest می‌تواند مداخلات زودهنگام را برای کنترل گسترش آنفلوآنزا در مراکز درمانی تسهیل کند.
۶ (۲۱)	Cotia و همکاران (۲۰۲۵) (آمریکا)	ادغام یک سیستم حسابرسی الکترونیکی بهداشت دست با پرونده‌های سلامت الکترونیکی و با استفاده از یادگیری ماشین برای پیش‌بینی عفونت‌های بیمارستانی در یک محیط مراقبت‌های بهداشتی	کمی	در یک مطالعه گذشته‌نگر در بیمارستان برزیلی (۲۰۱۷–۲۰۲۰)، رعایت بهداشت دست به‌صورت الکترونیکی ثبت و داده‌های بیماران از سوابق سلامت دیجیتال استخراج شد. چندین الگوریتم یادگیری ماشین (GLM، GAMLSS، Random Forest، SVM و XGBoost) با تکنیک ROSE برای تعادل داده‌ها به کار گرفته شدند تا مدل پیش‌بینی عفونت بیمارستانی ساخته شود.	ادغام سیستم‌های نظارت الکترونیکی بهداشت دست با سوابق الکترونیکی سلامت و استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین می‌تواند نظارت بر کنترل عفونت را بهبود بخشد و پیش‌بینی نتایج بیماران را تسهیل کند.
۷ (۲۲)	Ehrentraut و همکاران (۲۰۱۸) (سوئد)	تشخیص عفونت‌های بیمارستانی: یک رویکرد طبقه‌بندی اسناد با استفاده از ماشین‌های بردار پشتیبان و تقویت درخت گرادیان	کمی	این مطالعه به کاربرد SVM و GTB در شناسایی عفونت‌های بیمارستانی در سوابق دیجیتال بیماران پرداخته است.	نتایج بیانگر این موضوع بودند که الگوریتم‌های یادگیری ماشین به طور کلی بسیار امیدوارکننده بودند و به شناسایی عفونت های اکتسابی بیمارستانی کمک می‌کنند.

جدول ۲. مشخصات کلی مطالعات منتخب (**ادامه**)

ردیف	نویسنده (سال- کشور)	عنوان مقاله	نوع مطالعه	روش انجام	نتیجه
۸ (۲۳)	Farahbakhsh و همکاران (۲۰۲۴) (ایران)	طبقه‌بندی پیش‌بینی‌کننده نوع عفونت بیمارستانی و نتیجه درمان با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی	کمی	این مطالعه به صورت مقطعی و مبتنی بر داده‌های ثبت‌شده در مورد عفونت‌های بیمارستانی در بیمارستان‌های استان همدان از مارس ۲۰۱۷ تا مارس ۲۰۱۹ انجام شده است. در این مطالعه، ۵،۶۸۰ مورد عفونت بیمارستانی بررسی شدند. در این مطالعه، الگوریتم شبکه عصبی با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Modeler پیاده‌سازی شد.	نتایج به‌دست‌آمده از مدل می‌تواند به پیش‌بینی دقیق احتمال بروز عفونت بیمارستانی و نتیجه درمان آن کمک کند. این مدل همچنین عوامل مؤثر بر بروز عفونت را شناسایی و اولویت‌بندی می‌کند.
۹ (۲۴)	Balado و همکاران (۲۰۲۳) (اسپانیا)	استفاده از هوش مصنوعی برای کاهش حجم کار نظارت بر عفونت محل جراحی ارتوپدی: طراحی الگوریتم، اعتبارسنجی و پیاده‌سازی در ۴ بیمارستان اسپانیایی	کمی	الگوریتم AI-HPRO با ترکیب پردازش زبان طبیعی (NLP) و مدل Extreme Gradient Boostingبرای تشخیص زودهنگام عفونت محل جراحی در بیماران تعویض مفصل ران طراحی شد .این الگوریتم روی داده‌های ۱۹،۶۶۱ اپیزود درمانی از چهار بیمارستان مادرید توسعه و اعتبارسنجی گردید.	نتایج موید آن بود که الگوریتمی برای نظارت بر SSI پس از تعویض مفصل ران، مبتنی بر تکنیک‌های NLP و XGBoost، ابزاری حساس با ارزش پیش‌بینی منفی بالا است که امکان نظارت نیمه‌خودکار و بلادرنگ بر SSI را فراهم می‌کند.
۱۰ (۲۵)	Chen و همکاران (۲۰۲۰) (چین)	مدل ارزیابی ریسک چندوجهی مبتنی بر هوش مصنوعی برای عفونت محل جراحی (AMRAMS): توسعه و اعتبارسنجی مطالعه	کمی	در این مطالعه، مدل AMRAMS با استفاده از داده‌های بالینی روتین و روش‌های یادگیری عمیق (مانند CNN و شبکه توجه خودی) برای پیش‌بینی خطر عفونت‌های محل جراحی طراحی شد.	این مطالعه نشان می‌دهد که مدل AMRAMS مبتنی بر داده‌های الکترونیکی بیمارستانی و روش‌های یادگیری عمیق(مانند CNN و شبکه توجه خودی) دقت بالاتری نسبت به مدل‌های سنتی و شاخص ریسک NNISدارد. این مدل می‌تواند جایگزین شاخص NNIS شود و راهنمای شخصی‌شده‌ای برای پیشگیری از عفونت‌های محل جراحی ارائه دهد.

LLMs: Large Language Models; **SVM**: Support Vector Machines; **SAPS**: Simplified Acute Physiology Score; **CVL**: Central Venous Line; **LR**: Logistic Regression; **RF**: Random Forest; **XGB**: Extreme Gradient Boosting; **ANN**: Artificial Neural Network; **ROSE**: Random Over Sampling Examples; **GLM**: Generalized Linear Models; **GAMLSS**: Generalized Additive Models for Location, Scale, and Shape
GTB: Gradient Tree Boosting; **AI-HPRO**: Artificial Intelligence - Hip Prosthesis; **AMRAMS**: Artificial Intelligence–Based Multimodal Risk Assessment Model; For Surgical Site Infection; **SSI**: Surgical Site Infection
AI: Artificial Intelligence; **HAIs**: Hospital Acquired Infections

جدول ۳. تم‌های اصلی و فراوانی آن‌ها در مقالات

تم‌های اصلی استخراج شده	فروانی	درصد	مقالات
هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای شناسایی و نظارت هوشمند عفونت‌ها	۴	۴۰	Cotia و همکاران (۲۰۲۵) (۲۱) Josep و همکاران (۲۰۲۵) (۱۷) Flores-Balado و همکاران (۲۰۲۳) (۲۴) Cho و همکاران (۲۰۲۴) (۲۰)
پیش‌بینی ریسک و مداخلات زودهنگام برای پیشگیری از عفونت‌های بیمارستانی	۶	۶۰	Abbas و همکاران (۲۰۲۵) (۱۶) و همکاران (۲۰۲۱) (۱۸) Cole Beeler و همکاران (۲۰۱۸) (۱۹) Ehrentraut و همکاران (۲۰۱۸) (۲۲) Farahbakhsh و همکاران (۲۰۲۴) (۲۳) Chen و همکاران (۲۰۲۰) (۲۵)

بحث

در سال‌های اخیر، هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین به‌سرعت از مرحله ابزارهای تحلیلی ساده فراتر رفته و به یکی از ستون‌های اصلی نظارت هوشمند و پیشگیری فعال از عفونت‌های بیمارستانی تبدیل شده‌اند. این فناوری‌ها اکنون به‌صورت یکپارچه در سیستم‌های بالینی عمل می‌کنند: از شناسایی زودهنگام موارد مشکوک به عفونت با دقت بالا، اولویت‌بندی بیماران پرخطر، پیش‌بینی شیوع در بخش‌های ICU، تا بهینه‌سازی مصرف آنتی‌بیوتیک و کاهش بار کاری تیم‌های کنترل عفونت؛ به‌طوری که دیگر نمی‌توان آنها را صرفاً «ابزار کمکی» دانست، بلکه به بخشی ضروری و تحول‌آفرین در زنجیره ایمنی بیمار در بیمارستان‌های مدرن تبدیل شده‌اند (۲۶). یافته‌های مطالعات نشان داد که استفاده از انواع مختلف هوش مصنوعی می‌تواند در شناسایی و کاهش عفونت‌های ناشی از عمل جراحی موثر باشد و ابزارهایی مانند ChatGPT حساسیت بالا و دقت کلی خوبی در تشخیص عفونت ناشی از عمل جراحی دارند. این ابزارها به نظر می‌رسد می‌توانند به‌عنوان یک ابزار غربالگری اولیه عمل کنند و بار سنگین نظارت دستی را از دوش تیم‌های کنترل عفونت کم کنند (۲۱).

یافته‌های مطالعات نشان دادند که ابزارهای هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری مفید برای پیش‌بینی زودهنگام بیماران با ریسک بالاتر عفونت‌های مرتبط با مراقبت‌های بهداشتی در زمان پذیرش بخش مراقبت‌های ویژه استفاده شوند (۱۸). این مدل‌ها نه‌تنها می‌توانند ریسک بیماران را در زمان واقعی ارزیابی کنند، بلکه می‌توانند برای پیش‌بینی ریسک عفونت‌های خاص مانند عفونت مرتبط با کاتتر مرکزی نیز به کار روند. این رویکرد امکان مداخلات زودهنگام و هدفمند را فراهم می‌کند و می‌تولند به کاهش شیوع این عفونت‌های پرخطر کمک کند و کادر درمان با استفاده از این ابزارهای هوش مصنوعی در راستای پیشگیری از ابتلا به عفونت‌های بیمارستانی می‌توانند گامی استوار را در این راستا بردارند (۱۹).

یکی از نقاط قوت برجسته این مدل‌های هوش مصنوعی، توانایی آنها در شناسایی و رتبه‌بندی دقیق عوامل خطر مؤثر بر بروز عفونت بیمارستانی است؛ مدل‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی عمیق یا الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین نه‌تنها احتمال وقوع عفونت و پیامدهای درمانی را با دقت بالا پیش‌بینی می‌کنند، بلکه مهم‌ترین متغیرهای بالینی و دموگرافیک را که بیشترین تأثیر را دارند، به‌صورت شفاف اولویت‌بندی و برجسته می‌سازند. این قابلیت «قابلیت توضیح‌پذیری» به پزشکان و مدیران بیمارستان کمک می‌کند تا مداخلات هدفمند و پیشگیرانه مؤثرتری طراحی کنند و منابع را به‌صورت هوشمندانه‌تری تخصیص دهند (۱۶، ۲۳). این اطلاعات می‌تواند به تیم‌های بالینی و مدیریت بیمارستانی کمک کند تا استراتژی‌های پیشگیرانه را بر اساس داده‌های واقعی و شخصی‌سازی‌شده طراحی کنند (۲۵).

ادغام سیستم‌های نظارت الکترونیکی (مثل سیستم‌های نظارت بر بهداشت دست) با سوابق الکترونیک سلامت و استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین، می‌تواند نظارت بر کنترل عفونت را به‌صورت هوشمند و بلادرنگ انجام دهد. این رویکرد نه‌تنها دقت شناسایی عفونت‌های اکتسابی بیمارستانی را افزایش می‌دهد، بلکه می‌تولند به پیش‌بینی نتایج بیماران مثل طول بستری، نیاز به بستری در ICU و مرگ و میر کمک کند. در واقع، این سیستم‌ها دیگر فقط برای ثبت داده نیستند، بلکه به ابزاری پیش‌بینی‌کننده و هشداردهنده تبدیل شده‌اند (۲۱).

مطالعه‌ای که ویژگی‌های بیماران مبتلا به HAI را بررسی کرده، نشان داده که عواملی مانند نیاز به تهویه مکانیکی و وضعیت سیستم ایمنی نقش مهمی در شیوع عفونت‌های ویروسی مانند آنفلوآنزا دارند. این یافته‌ها می‌توانند به بیمارستان‌ها در طراحی استراتژی‌های پیشگیری از عفونت کمک کنند و از جمله بر اهمیت تهویه و کنترل محیط در بخش‌های پرخطر تأکید دارند. استفاده از مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری ماشین، به‌ویژه مدل Random Forest ، می‌تولند به مداخلات زودهنگام برای کاهش گسترش آنفلوآنزا در محیط‌های بهداشتی کمک کند و از انتشار گسترده این عفونت‌ها جلوگیری کند (۲۰).

در حوزه عفونت محل جراحی نیز، الگوریتم‌های مبتنی بر پردازش زبان طبیعی NLP و XGBoost برای نظارت بر SSI پس از جراحی‌هایی مانند تعویض مفصل ران توسعه یافته‌اند. این الگوریتم‌ها به‌عنوان ابزاری حساس با ارزش پیش‌بینی منفی بالا عمل می‌کنند و امکان نظارت نیمه‌خودکار و بلادرنگ بر SSI را فراهم می‌کنند (۲۴). ارزیابی چند مدل زبانی بزرگ (LLM) نیز نشان داده که این مدل‌ها به‌طور کلی حساسیت بالاتری نسبت به نظارت دستی دارند و می‌توانند بار نظارت را کاهش دهند، هرچند نیاز به بهبود ویژگی و کاهش مثبت‌های کاذب دارند (۱۶).

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعات نشان داد که هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توانند به‌طور موثر در شناسایی و کاهش عفونت‌های بیمارستانی و محل جراحی نقش داشته باشند. مدل‌های پیش‌بینی ریسک (مانند SVM و RF) قادرند بیماران پرخطر را در زمان پذیرش یا قبل از بروز عفونت

شـــناســـایی کنند و زمینه مداخلات زودهنگام را فراهم کنند. ادغام سیستم‌های نظارت الکترونیکی با سوابق الکترونیک سلامت و مدل‌های هوش مصـــنوعی، نظارت بر کنترل عفونت را هوشـــمند، بلادرنگ و شخصی‌سازی‌شده می‌کند. این رویکردها نه‌تنها دقت شناسایی عفونت را افزایش می‌دهند، بلکه بار نظارت دســـتی را کاهش داده و امکان اســـتراتژی‌های پیشـــگیرانه هدفمند را فراهم می‌کنند. بنابراین، توســـعه و اجرای گسترده مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در سیستم‌های کنترل عفونت، یک ضـــرورت بالینی و مدیریتی برای ارتقای ایمنی بیمار و کاهش بار عفونت‌های بیمارستانی محسوب می‌شود.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران بر خود لازم می‌دانند از زحمات و راهنمایی‌های اساتید محترم گروه آموزش پرستاری دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورند.

سهم نویسندگان

تمامی نویسندگان در تمامی قسمت‌های مقاله نقش داشتند.

تضاد منافع

نویسندگان تصدیق می‌کنند که هیچ تضاد منافعی وجود ندارد.

References

1. WHO. Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide. WHO Libr Cat Data. [12 January 2011]. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/report-on-the-burden-of-endemic-health-care-associated-infection-worldwide
2. Zirpe KG, Gurav SK, Dhawad PA, Tiwari AM, Deshmukh AM, Suryawanshi PB, et al. Hospital-acquired infections in the adult intensive care unit: Epidemiology, resistance patterns, and risk factors. J Assoc Physicians India. 2025;73(2):51-5. **doi**: 10.59556/japi.73.0850
3. Cassini A, Plachouras D, Eckmanns T, Abu Sin M, Blank H-P, Ducomble T, et al. Burden of six healthcare-associated infections on European population health: estimating incidence-based disability-adjusted life years through a population prevalence-based modelling study. PLoS Med. 2016;13(10):e1002150. **pmid**: 27755545 **doi:** 10.1371/journal.pmed.1002150
4. Raoofi S, Pashazadeh Kan F, Rafiei S, Hosseinipalangi Z, Noorani Mejareh Z, Khani S, et al. Global prevalence of nosocomial infection: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2023;18(1):e0274248. **pmid**: 36706112 **doi:** 10.1371/journal.pone.0274248.
5. Puchter L, Chaberny IF, Schwab F, Vonberg R-P, Bange F-C, Ebadi E. Economic burden of nosocomial infections caused by vancomycin-resistant enterococci. Antimicrob Resist Infect Control. 2018;7:1. **pmid**: 29312658 **doi:** 10.1186/s13756-017-0291-z
6. Despotovic A, Milosevic B, Milosevic I, Mitrovic N, Cirkovic A, Jovanovic S, et al. Hospital-acquired infections in the adult intensive care unit—Epidemiology, antimicrobial resistance patterns, and risk factors for acquisition and mortality. Am J Infect Control. 2020;48(10):1211-5. **pmid**: 32093978 **doi:** 10.1016/j.ajic.2020.01.009
7. El Arab RA, Almoosa Z, Alkhunaizi M, Abuadas FH, Somerville J. Artificial intelligence in hospital infection prevention: an integrative review. Front Public Health. 2025;13:1547450. **pmid**: 40241963 **doi:** 10.3389/fpubh.2025.1547450
8. Arzilli G, De Vita E, Pasquale M, Carloni LM, Pellegrini M, Di Giacomo M, et al. Innovative techniques for infection control and surveillance in hospital settings and long-term care facilities: a scoping review. Antibiotics (Basel). 2024;13(1):77. **pmid**: 38247635 **doi:** 10.3390/antibiotics13010077
9. Maleki Varnosfaderani S, Forouzanfar M. The role of AI in hospitals and clinics: transforming healthcare in the 21st century. Bioengineering (Basel). 2024;11(4):337. **pmid**: 38671759 **doi:** 10.3390/bioengineering11040337
10. Yang L, Lu S, Zhou L. The implications of artificial intelligence on infection prevention and control: current progress and future perspectives. China CDC Wkly. 2024;6(35):901-4. **pmid**: 39233995 **doi:** 10.46234/ccdcw2024.192
11. Chindelevitch L, Jauneikaite E, Wheeler NE, Allel K, Ansiri-Asafoakaa BY, Awuah WA, et al. Applying data technologies to combat AMR: current status, challenges, and opportunities on the way forward. arXiv preprint arXiv:220804683. 2022. **doi:** 10.48550/arXiv.2208.04683
12. Tsitou V-M, Rallis D, Tsekova M, Yanev N. Microbiology in the era of artificial intelligence: Transforming medical and pharmaceutical microbiology. Biotechnol. Biotechnol. Equip. 2024;38(1):2349587. **doi:**10.1080/13102818.2024.2349587
13. Abu-El-Ruz R, AbuHaweeleh MN, Hamdan A, Rajha HE, Sarah JM, Barakat K, et al. Artificial intelligence in bacterial infections control: a scoping review. Antibiotics (Basel). 2025;14(3):256. **pmid**: 40149067 **doi:** 10.3390/antibiotics14030256
14. Gifford W, Davies B, Edwards N, Griffin P, Lybanon V. Managerial leadership for nurses' use of research evidence: an integrative review of the literature. Worldviews Evid Based Nurs. 2007;4(3):126-45. **pmid**: 17850494 **doi:** 10.1111/j.1741-6787.2007.00095.x
15. Baethge C, Goldbeck-Wood S, Mertens S. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. Res Integr Peer Rev. 2019;4:5. **pmid**: 30962953 **doi:** 10.1186/s41073-019-0064-8
16. Abbas S, Jamil F, Shaikh A, Ilyas S, Bin Masood A, Afzal MU, et al. Leveraging artificial intelligence for surgical site infection surveillance: A comparison of 5 large language models. Am J Infect Control. 2026;54(4):451-3. **pmid**: 41386299 **doi:** 10.1016/j.ajic.2025.12.004
17. Badia JM, Casanova-Portoles D, Membrilla E, Rubiés C, Pujol M, Sancho J. Evaluation of ChatGPT-4 for the detection of surgical site infections from electronic health records after colorectal surgery: A pilot diagnostic accuracy study. J Infect Public Health. 2025;18(2):102627. **pmid**: 39740340 **doi:** 10.1016/j.jiph.2024.102627
18. Barchitta M, Maugeri A, Favara G, Riela PM, Gallo G, Mura I, et al. A machine learning approach to predict healthcare-associated infections at intensive care unit admission: findings from the SPIN-UTI project. J Hosp Infect. 2021;112:77-86. **pmid**: 33676936 **doi:** 10.1016/j.jhin.2021.02.025
19. Beeler C, Dbeibo L, Kelley K, Thatcher L, Webb D, Bah A, et al. Assessing patient risk of central line-associated bacteremia via machine learning. Am J Infect Control. 2018;46(9):986-91. **pmid**: 29661634 **doi:** 10.1016/j.ajic.2018.02.021
20. Cho Y, Lee HK, Kim J, Yoo KB, Choi J, Lee Y, et al. Prediction of hospital-acquired influenza using machine learning algorithms: a comparative study. BMC Infect Dis. 2024;24(1):466. **pmid**: 38698304 **doi:** 10.1186/s12879-024-09358-1
21. Cotia ALF, Scorsato AP, da Silva Victor E, Prado M, Gagliardi G, de Barros JEV, et al. Integration of an electronic hand hygiene auditing system with electronic health records using machine

learning to predict hospital-acquired infection in a health care setting. Am J Infect Control. 2025;53(1):58-64. **pmid**: 39312966 **doi:** 10.1016/j.ajic.2024.09.012.
22. Ehrentraut C, Ekholm M, Tanushi H, Tiedemann J, Dalianis H. Detecting hospital-acquired infections: a document classification approach using support vector machines and gradient tree boosting. Health Informatics J. 2018;24(1):24-42. **pmid**: 27496862 **doi:** 10.1177/1460458216656471
23. Farahbakhsh A, Dezfoulian H, Khazaei S. Predictive classification of nosocomial infection type and treatment outcome using neural network algorithm. Biomedical Signal Processing and Control. 2024;95. **doi:**10.1016/j.bspc.2024.106331
24. Flores-Balado Á, Castresana Méndez C, Herrero González A, Mesón Gutierrez R, de las Casas Cámara G, Vila Cordero B, et al. Using artificial intelligence to reduce orthopedic surgical site infection surveillance workload: Algorithm design, validation, and implementation in 4 Spanish hospitals. Am J Infect Control. 2023;51(11):1225-9. **pmid**: 37100291 **doi:** 10.1016/j.ajic.2023.04.165
25. Chen W, Lu Z, You L, Zhou L, Xu J, Chen K. Artificial Intelligence–Based Multimodal Risk Assessment Model for Surgical Site Infection (AMRAMS): Development and Validation Study. JMIR Med Inform. 2020;8(6):e18186. **pmid**: 32538798 **doi:** 10.2196/18186.
26. Šimundić A-M. Measures of diagnostic accuracy: basic definitions. EJIFCC. 2009;19(4):203-11. PMID: 27683318