

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2026-63-15>

УДК 004.8:61

Горкуненко Андрій Борисович, к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-2021-006X>

Тернопільський національний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського, м. Тернопіль, Україна

ІСТОРИКО-НАУКОВІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕДИЦИНІ

Горкуненко А.Б. Історико-наукові аспекти розвитку штучного інтелекту в медицині. У статті проведено історико-науковий аналіз розвитку штучного інтелекту (ШІ) у медицині та досліджено основні етапи еволюції інтелектуальних систем у медичній практиці. Розглянуто становлення концепції штучного інтелекту від перших теоретичних праць Алана Тюрінга та експертних систем типу MYCIN і INTERNIST-1 до сучасних технологій машинного навчання (Machine Learning, ML) і глибокого навчання (Deep Learning, DL). Проаналізовано роль когнітивних обчислень, систем обробки природної мови та згорткових нейронних мереж у розвитку сучасної цифрової медицини. Особливу увагу приділено застосуванню ШІ в аналізі медичних зображень, системах підтримки клінічних рішень, роботизованій хірургії, прогнозуванні захворювань та ендоскопічній діагностиці. Наведено приклади сучасних AI-систем, що використовуються для автоматизованого виявлення патологічних змін під час ендоскопічних досліджень у режимі реального часу. Показано, що сучасний етап розвитку штучного інтелекту характеризується переходом від алгоритмічних експертних систем до адаптивних моделей глибокого навчання, здатних аналізувати великі масиви біомедичних даних. Визначено перспективи подальшого розвитку ШІ у медицині, пов'язані з персоналізованою медициною, прогностичною аналітикою та інтеграцією інтелектуальних технологій у систему охорони здоров'я.

Ключові слова: штучний інтелект; медичні технології; машинне навчання; глибоке навчання; медична візуалізація; ендоскопія; системи підтримки клінічних рішень; цифрова медицина.

Horkunenko A. Historical and Scientific Aspects of the Development of Artificial Intelligence in Medicine. The article presents a historical and scientific analysis of the development of artificial intelligence (AI) in medicine and investigates the main stages in the evolution of intelligent systems in medical practice. The formation of the concept of artificial intelligence is considered from the early theoretical works of Alan Turing and expert systems such as MYCIN and INTERNIST-1 to modern technologies of Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL). The role of cognitive computing, natural language processing systems, and convolutional neural networks in the development of modern digital medicine is analyzed. Particular attention is paid to the application of AI in medical image analysis, clinical decision support systems, robotic surgery, disease prediction, and endoscopic diagnostics. Examples of modern AI systems used for the automated detection of pathological changes during real-time endoscopic examinations are presented. It is shown that the current stage of artificial intelligence development is characterized by the transition from algorithmic expert systems to adaptive deep learning models capable of analyzing large volumes of biomedical data. Prospects for the further development of AI in medicine related to personalized medicine, predictive analytics, and the integration of intelligent technologies into healthcare systems are identified.

Keywords: artificial intelligence; medical technologies; machine learning; deep learning; medical imaging; endoscopy; clinical decision support systems; digital medicine.

Вступ. Стрімкий розвиток інформаційних технологій, обчислювальних систем і методів аналізу даних зумовив активне впровадження штучного інтелекту у різні сфери людської діяльності, зокрема й у медицину [1]. Сучасні інтелектуальні системи дедалі ширше використовуються для автоматизованого аналізу медичних зображень, підтримки клінічних рішень, прогнозування перебігу захворювань, персоналізованої медицини та роботизованої хірургії. Завдяки здатності аналізувати великі масиви біомедичних даних, алгоритми машинного та глибокого навчання відкривають нові можливості для підвищення точності діагностики та ефективності лікування.

Попри стрімкий розвиток сучасних AI-технологій, становлення штучного інтелекту в медицині має тривалу історію, що охоплює декілька етапів еволюції – від перших експертних систем і логічних алгоритмів до сучасних нейромережових моделей. Історичний аналіз розвитку ШІ дозволяє простежити трансформацію наукових підходів, зміну технологічних парадигм та формування сучасної концепції Artificial Intelligence in Medicine (AIM).

Особливого значення набуває дослідження історико-наукових аспектів розвитку ШІ у контексті сучасної цифрової медицини, оскільки саме міждисциплінарна інтеграція інформатики, біоінженерії, математичного моделювання та клінічної практики стала основою створення сучасних інтелектуальних медичних систем. Аналіз еволюції технологій штучного інтелекту дає змогу оцінити перспективи їх подальшого розвитку та визначити основні напрями інтеграції AI-систем у систему охорони здоров'я.

Мета роботи. Проаналізувати історичні етапи розвитку штучного інтелекту у медицині, визначити ключові наукові досягнення, технологічні передумови та вплив еволюції інтелектуальних систем на сучасну медичну практику.

Теоретична частина. Використання штучного інтелекту в медичній сфері має давню історію та не є новим явищем. Ще у 1970-х роках з'явилися перші приклади застосування ШІ для розв'язання біомедичних задач і підтримки наукових досліджень. Відтоді технології, засновані на штучному інтелекті, зазнали суттєвої еволюції, що дозволило інтегрувати їх у різні аспекти системи охорони здоров'я. Це сприяло не лише зниженню витрат, а й покращенню якості медичної допомоги, результатів лікування пацієнтів і загальної ефективності організаційно-діагностичних процесів.

Хронологію розвитку штучного інтелекту в медицині покажемо на рисунку 1.

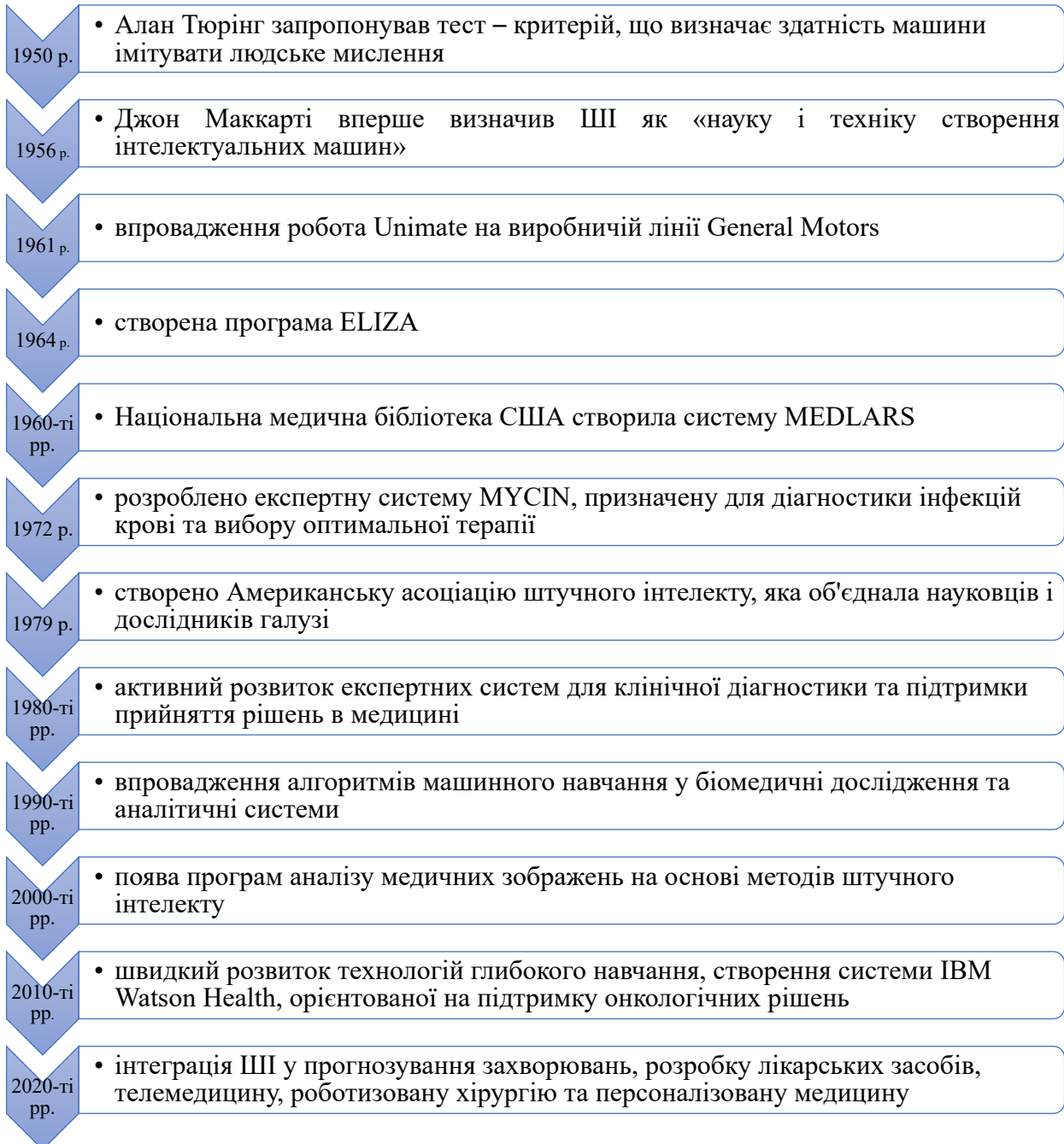


Рис. 1 – Хронологія розвитку штучного інтелекту в медицині

Початок становлення ШІ пов'язують із працями Алана Тюрінга, який у 1950 році описав можливість моделювання інтелектуальної поведінки за допомогою обчислювальних машин [1]. У праці «*Computing Machinery and Intelligence*» він запропонував відомий тест Тюрінга – критерій, що визначає здатність машини імітувати людське мислення.

У 1956 році Джон Маккарті вперше визначив ШІ як «науку і техніку створення інтелектуальних машин» [1], чим започаткував формування цієї наукової галузі. Перші системи ШІ базувалися на правилах типу «якщо – то», що забезпечувало алгоритмічне виконання завдань.

Значним технічним проривом стало впровадження у 1961 році промислового робота Unimate на виробничій лінії *General Motors*. Він продемонстрував практичну можливість автоматизованого управління процесами.

Подальший розвиток ідей штучного інтелекту засвідчила програма ELIZA, створена Джозефом Вайценбаумом у 1964 році. Вона використовувала методи обробки природної мови для моделювання діалогу з людиною, що стало основою сучасних систем взаємодії «людина–машина».

У 1966 році в Стенфордському дослідницькому інституті було розроблено мобільного робота Shakey, здатного аналізувати навколишнє середовище, планувати дії та виконувати складні інструкції. Цей проєкт став важливою віхою у розвитку робототехніки та систем штучного інтелекту.

Попри технічні досягнення, медицина лише поступово інтегрувала інтелектуальні технології. Важливим кроком у цьому напрямі стала діяльність Національної медичної бібліотеки США, яка у 1960-х роках створила систему MEDLARS – прототип сучасної бази PubMed. Паралельно почалося формування електронних медичних записів та баз клінічної інформатики, що згодом стали фундаментом розвитку штучного інтелекту в медицині (Artificial Intelligence in Medicine, AIM) [2].

Період між 1970 і 2000 роками часто характеризують як так звану «зиму штучного інтелекту» – етап зниження фінансування та інтересу до цієї галузі. Virізняють дві основні «зими»:

- першу, що припала на кінець 1970-х років і була спричинена усвідомленням обмежень технологій ШІ;
- другу, що відбулася наприкінці 1980-х – на початку 1990-х років, коли висока вартість підтримки експертних систем зумовила спад активних досліджень.

Попри це, окремі наукові центри продовжували розвивати напрямок біомедичного застосування ШІ. У 1971 році Сол Амарел заснував у Рутгерському університеті *Дослідницький ресурс з комп'ютерів у біомедицині*, який став одним із перших осередків цього напрямку. У 1973 році в Стенфордському університеті створено *Медичну експериментальну систему штучного інтелекту*, що забезпечила спільне використання обчислювальних ресурсів для біомедичних досліджень. Саме завдяки цій співпраці у 1975 році в Рутгерсі відбувся перший семінар з штучного інтелекту в медицині, організований за підтримки Національних інститутів охорони здоров'я США.

Серед ранніх прикладів застосування ШІ в офтальмології варто відзначити модель CASNET (Causal Associational Network), розроблену в Рутгерському університеті у 1976 році. Вона використовувала причинно-асоціативні зв'язки між симптомами, процесами та діагнозами, дозволяючи надавати лікарям консультації щодо ведення пацієнтів із глаукомою.

У той же період у Стенфордському університеті створено систему MYCIN, що використовувала метод зворотного ланцюга логічних правил для діагностики бактеріємії та вибору антибіотикотерапії. На її основі згодом розроблено EMYCIN – універсальну оболонку для побудови експертних систем. Аналогічні принципи реалізовано у програмі INTERNIST-1, призначеній для допомоги лікарям у постановці діагнозів при внутрішніх захворюваннях.

Подальший розвиток систем підтримки клінічних рішень продемонструвала програма DXplain, створена в Массачусетському університеті у 1986 році. Вона формувала диференційний діагноз на основі введених симптомів і виконувала функцію електронного медичного довідника.

Попри технічні обмеження ранніх моделей, саме в цей період було закладено теоретичні основи Artificial Intelligence in Medicine [3, 4]. Наприкінці 1990-х років спостерігалось відродження інтересу до машинного навчання (Machine Learning, ML), що разом із розвитком обчислювальної техніки підготувало ґрунт для переходу до сучасної ери глибокого навчання (Deep Learning, DL) і комп'ютерного зору на початку XXI століття [4]. Ці технології відкрили шлях до персоналізованої медицини, орієнтованої не лише на алгоритмічні рішення, а й на індивідуальні біомедичні дані пацієнта.

Початок XXI століття ознаменувався переходом штучного інтелекту від експертних систем до когнітивних обчислень і глибокого навчання (DL) [2]. Одним із найвідоміших прикладів стала система IBM Watson, створена у 2007 році. Вона здобула широку популярність після перемоги у телевізійному шоу Jeopardy! у 2011 році, де продемонструвала здатність аналізувати

неструктуровані дані, використовуючи обробку природної мови (NLP) та ймовірнісне моделювання.

Система DeepQA, що лежить в основі Watson, згодом була адаптована для медичних цілей, зокрема, для підтримки клінічних рішень на основі доказової медицини [3]. Вона аналізувала дані з електронних медичних записів, літературних джерел і геномних баз. У 2017 році за допомогою Watson було ідентифіковано нові РНК-зв'язувальні білки, пов'язані з патогенезом аміотрофічного бічного склерозу, що підтвердило потенціал когнітивних систем у біомедичних дослідженнях.

Паралельно із розвитком когнітивних обчислень суттєвого прогресу досягли розмовні інтерфейси. Завдяки вдосконаленню NLP, чат-боти еволюціонували від простих програм, подібних до Eliza, до складних інтерактивних систем. Зокрема, у 2011 році Apple представила віртуального асистента Siri, у 2014 році Amazon – Alexa, а у 2015 році було створено Pharmabot, призначений для навчання батьків і дітей правилам прийому ліків. У 2017 році система Mandy стала першим віртуальним помічником для автоматизації первинного прийому пацієнтів.

Розвиток глибокого навчання (DL), як підсистеми машинного навчання (ML), став якісним етапом у розвитку *Artificial Intelligence in Medicine*. На відміну від ML, DL не потребує ручного вибору ознак і може самостійно формувати класифікаційні моделі. Основною архітектурою DL стали згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Networks, CNN), які наслідують принципи обробки зображень у зоровій корі людини [4].

Мережі типу LeNet, AlexNet, VGG, GoogLeNet та ResNet продемонстрували виняткову ефективність у задачах аналізу медичних зображень, зокрема, у радіології, офтальмології та патології [2, 5, 6, 7, 8]. Завдяки стрімкому розвитку обчислювальних потужностей і появі великих біомедичних баз даних, глибоке навчання стало основою сучасної цифрової медицини [4, 5], сприяючи переходу до персоналізованої та предиктивної охорони здоров'я.

У 2019 році Управління з контролю за продуктами і ліками США (FDA) схвалило перший медичний пристрій на основі штучного інтелекту для діагностики онкологічних захворювань, а також алгоритм глибокого навчання для інтерпретації МРТ-зображень головного мозку. Також у цьому році Медичний центр Сідара-Сінай (Cedars-Sinai) створює відділ штучного інтелекту в медицині, який очолює доктор Суміт Чуг (Sumeet Chugh) – лауреат кафедри Полін та Гарольда Прайсів з досліджень у галузі кардіальної електрофізіології. Під його керівництвом ІІІ та аналіз великих популяційних даних використовуються для вивчення схильності до раптової зупинки серця та розробки методів її попередження.

У 2022 році FDA схвалює 91 медичний пристрій на основі штучного інтелекту. Серед них EchoGo Heart Failure, інноваційний інструмент, здатний виявляти серцеву недостатність за одним ехокардіограмним зображенням.

Висновки: Розвиток штучного інтелекту від перших експертних систем до сучасних когнітивних технологій став одним із найважливіших досягнень на межі медицини, інформатики та інженерії. Еволюція від алгоритмів типу «якщо – то» до глибоких нейронних мереж засвідчила перехід від програмованої логіки до самонавчальних систем, здатних опрацьовувати великі обсяги біомедичних даних і виявляти закономірності, недоступні традиційним методам аналізу.

Сьогодні системи штучного інтелекту не лише підтримують лікарів у постановці діагнозу, а й забезпечують прогнозування перебігу захворювань, підбір персоналізованих терапевтичних стратегій і моніторинг ефективності лікування [4, 5, 8, 9]. Прогностичні моделі, побудовані на основі машинного та глибокого навчання, демонструють потенціал для підвищення точності клінічних рішень, оптимізації робочих процесів і зниження ризику медичних помилок.

Таким чином, штучний інтелект поступово трансформується з інструменту аналітичної підтримки у повноцінного партнера клініциста. Його інтеграція у медичну практику знаменує початок нової ери доказової та персоналізованої медицини, де ефективність лікування визначається не лише досвідом лікаря, а й аналітичною потужністю інтелектуальних систем.

Перспективи подальших досліджень. Подальша еволюція AI-технологій у медицині буде пов'язана з інтеграцією досягнень інформатики, біоінженерії, нейронаук і клінічної практики. Згідно з аналітичними прогнозами Всесвітнього економічного форуму, до 2030 року ІІІ трансформує систему охорони здоров'я у трьох ключових напрямках.

1. Підключена (інтегрована) медична допомога

Майбутні дослідження зосереджуватимуться на створенні масштабованих систем обміну медичними даними, які забезпечуватимуть безперервну комунікацію між клініками, лабораторіями та пацієнтами. Використання інтелектуальних мереж і хмарних обчислень сприятиме формуванню

єдиного глобального простору даних, де діагностика, лікування та моніторинг здійснюватимуться у режимі реального часу.

2. Прогностична аналітика та профілактична медицина

Удосконалення алгоритмів машинного та глибокого навчання дозволить створювати високоточні моделі оцінки ризиків захворювань. Це відкриє можливості для переходу від реактивної до проактивної медицини, коли хворобу можна буде передбачити ще до появи клінічних симптомів. Такий підхід стане основою для індивідуалізованих профілактичних стратегій.

3. Оптимізація взаємодії між пацієнтом і медичним персоналом

ШІ дедалі активніше використовуватиметься для автоматизації рутинних клінічних процесів, зменшення адміністративного навантаження на персонал і підвищення ефективності лікувального процесу [6]. Цифрові асистенти, системи тріажу та інтелектуальні чат-боти сприятимуть покращенню досвіду пацієнтів, скороченню часу очікування та підвищенню якості надання медичних послуг.

У перспективі наукові дослідження мають бути спрямовані на розробку етично обґрунтованих, безпечних і клінічно валідованих ШІ-рішень, які інтегруються в систему охорони здоров'я без порушення принципів конфіденційності даних. Особливу увагу варто приділити розробці стандартів взаємодії між людиною та інтелектуальними системами, що забезпечить гармонійне поєднання технологічного прогресу й гуманістичних засад медицини.

Список бібліографічного опису

1. Ramesh, A. N., Kambhampati, C., Monson, J. R. T., & Drew, P. J. (2004). *Artificial intelligence in medicine. Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 86(5), 334–338. <https://doi.org/10.1308/147870804290>.
2. Amisha, Malik, P., Pathania, M., & Rathaur, V. K. (2019). *Overview of artificial intelligence in medicine. Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(7), 2328–2331. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_440_19
3. Rubeis, G. (2024). *MAI: A very short history and the state of the art*. In G. Rubeis, *Ethics of Medical AI* (pp. 23–53). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55744-6_3
4. Dai, T., & Abramoff, M. D. (2023). *Incorporating artificial intelligence into healthcare workflows: Models and insights. Tutorials in Operations Research*, 133–151. <https://doi.org/10.1287/educ.2023.0257>
5. Hirasawa, T., Aoyama, K., Tanimoto, T., Ishihara, S., Shichijo, S., Ozawa, T., Ohnishi, T., Fujishiro, M., Matsuo, K., Fujisaki, J., & Tada, T. (2018). Application of artificial intelligence using a convolutional neural network for detecting gastric cancer in endoscopic images. *Gastric Cancer*, 21(4), 653–660. <https://doi.org/10.1007/s10120-018-0793-2>
6. Zhou, J., Wu, L., Wan, X., Shen, L., Hu, S., Ding, Q., Mu, G., Li, R., Wang, X., & Liu, J. (2020). *A novel artificial intelligence system for the assessment of bowel preparation (with video). Gastrointestinal Endoscopy*, 91(2), 428–435.e2. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2019.10.026>
7. Gong, D., Wu, L., Zhang, J., Mu, G., Shen, L., Liu, J., Wang, Z., Zhou, W., An, P., Huang, X., Jiang, X., Li, Y., Wan, X., Hu, S., Chen, Y., Hu, B., & Zhou, J. (2020). *Detection of colorectal adenomas with a real-time computer-aided system (ENDOANGEL): A randomised controlled study. The Lancet Gastroenterology & Hepatology*, 5(4), 352–361. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(19\)30413-3](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(19)30413-3)
8. Hassan, C., Wallace, M. B., Sharma, P., Maselli, R., Craviotto, V., Spadaccini, M., Repici, A., & members of the CAD-EYE Study Group. (2020). *New artificial intelligence system: First validation study versus experienced endoscopists for colorectal polyp detection. Gut*, 69(5), 799–800. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-320442>
9. Repici, A., Badalamenti, M., Maselli, R., Correale, L., Radaelli, F., Rondonotti, E., Ferrara, E., Spadaccini, M., Alkandari, A., Fugazza, A., Anderloni, A., Galtieri, P. A., Pellegatta, G., Carrara, S., Di Leo, M., Craviotto, V., Lamonaca, L., Lorenzetti, R., Andrealli, A., ... Sharma, P. (2020). *Efficacy of real-time computer-aided detection of colorectal neoplasia in a randomized trial. Gastroenterology*, 159(2), 512–520. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.04.062>

References

1. Ramesh, A. N., Kambhampati, C., Monson, J. R. T., & Drew, P. J. (2004). *Artificial intelligence in medicine. Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 86(5), 334–338. <https://doi.org/10.1308/147870804290>.
2. Amisha, Malik, P., Pathania, M., & Rathaur, V. K. (2019). *Overview of artificial intelligence in medicine. Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(7), 2328–2331. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_440_19
3. Rubeis, G. (2024). *MAI: A very short history and the state of the art*. In G. Rubeis, *Ethics of Medical AI* (pp. 23–53). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55744-6_3
4. Dai, T., & Abramoff, M. D. (2023). *Incorporating artificial intelligence into healthcare workflows: Models and insights. Tutorials in Operations Research*, 133–151. <https://doi.org/10.1287/educ.2023.0257>
5. Hirasawa, T., Aoyama, K., Tanimoto, T., Ishihara, S., Shichijo, S., Ozawa, T., Ohnishi, T., Fujishiro, M., Matsuo, K., Fujisaki, J., & Tada, T. (2018). Application of artificial intelligence using a convolutional neural network for detecting gastric cancer in endoscopic images. *Gastric Cancer*, 21(4), 653–660. <https://doi.org/10.1007/s10120-018-0793-2>
6. Zhou, J., Wu, L., Wan, X., Shen, L., Hu, S., Ding, Q., Mu, G., Li, R., Wang, X., & Liu, J. (2020). *A novel artificial intelligence system for the assessment of bowel preparation (with video). Gastrointestinal Endoscopy*, 91(2), 428–435.e2. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2019.10.026>
7. Gong, D., Wu, L., Zhang, J., Mu, G., Shen, L., Liu, J., Wang, Z., Zhou, W., An, P., Huang, X., Jiang, X., Li, Y., Wan, X., Hu, S., Chen, Y., Hu, B., & Zhou, J. (2020). *Detection of colorectal adenomas with a real-time computer-aided*

- system (ENDOANGEL): A randomised controlled study. *The Lancet Gastroenterology & Hepatology*, 5(4), 352–361. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(19\)30413-3](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(19)30413-3)
8. Hassan, C., Wallace, M. B., Sharma, P., Maselli, R., Craviotto, V., Spadaccini, M., Repici, A., & members of the CAD-EYE Study Group. (2020). *New artificial intelligence system: First validation study versus experienced endoscopists for colorectal polyp detection*. *Gut*, 69(5), 799–800. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-320442>
9. Repici, A., Badalamenti, M., Maselli, R., Correale, L., Radaelli, F., Rondonotti, E., Ferrara, E., Spadaccini, M., Alkandari, A., Fugazza, A., Anderloni, A., Galtieri, P. A., Pellegatta, G., Carrara, S., Di Leo, M., Craviotto, V., Lamona, L., Lorenzetti, R., Andrealli, A., ... Sharma, P. (2020). *Efficacy of real-time computer-aided detection of colorectal neoplasia in a randomized trial*. *Gastroenterology*, 159(2), 512–520. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.04.062>

Історія статті:

Отримано: 17.04.2026 Доопрацьовано: 1.05.2026 Прийнято до друку: 23.05.2026 Опубліковано: 29.05.2026