

В. Л. Побережець, А. В. Демчук ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ПУЛЬМОНОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ПУЛЬМОНОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

В.Л. Побережець, А.В. Демчук

Резюме

Штучний інтелект (ШІ) є технологією, яка активно інтегрується в наше життя, включаючи медицину та пульмонологію. Важливість впровадження ШІ та інших цифрових технологій у рутинну клінічну практику описано у міжнародних стратегіях із менеджменту захворювань органів дихання. Цифрова медицина була основною темою декількох попередніх конгресів Європейського респіраторного товариства. Використання ШІ в пульмонології оптимізує клінічну роботу, допомагаючи у діагностиці захворювань та прийнятті клінічних рішень, полегшуючи заповнення та ведення медичної документації, створюючи умови для віддаленого ведення пацієнтів. Технології ШІ суттєво покращують навчання пацієнта, створюють умови для формування здатності розпізнавати симптоми захворювання, його загострення, що сприяє персоналізації лікування. Студенти медичних закладів вищої освіти, інтерни, лікарі-пульмонологи ефективно застосовують ШІ у навчанні, тренінгах з набуття практичних навичок, у безперервному професійному розвитку. ШІ виявився ефективним у проведенні віртуальних клінічних досліджень "in silico" для розробки та тестування нових лікарських препаратів чи медичних втручань. Багатогранність застосування ШІ в пульмонології за умови критичного, виваженого та інтегративного підходу відкриває потужні перспективи вдосконалення діагностичного, лікувального, профілактичного процесу, покращуючи можливість впровадження сучасної високоякісної персоналізованої медичної допомоги пацієнтам із патологією органів дихання, спрощуючи їх навчання, вдосконалюючи професійні навички та поглиблюючи знання лікарів, впроваджуючи нові сучасні технології у створення, доклінічні та клінічні випробування лікарських препаратів.

Ключові слова: штучний інтелект, пульмонологія, діагностика, підтримка клінічних рішень, самоуправління.

Укр. пульмонол. журнал. 2026;34(1):38–45.

Побережець Віталій Леонідович
Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова
Кафедра пропедевтики внутрішньої медицини
PhD, асистент
96, вул. Хмельницьке шосе, 20129, Вінниця
Тел.: 38068-861-81-24, poberezhets_vitalii@vnm.edu.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2581-824X>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PULMONOLOGY PRACTICE

V. L. Poberezhets, A. V. Demchuk

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is a technology that is being actively integrated into various aspects of life, including medicine and pulmonology. The significance of implementing AI and other digital technologies, into routine clinical practice is emphasized in international strategies for respiratory disease management. Digital medicine has been a central theme of several recent European Respiratory Society (ERS) congresses. The use of AI in pulmonology optimizes clinical workflows by assisting in disease diagnosis and clinical decision-making, streamlining medical documentation, and facilitating remote patient management. AI technologies significantly enhance patient education and empower individuals to recognize disease symptoms and exacerbations, thereby fostering personalized treatment approaches. Students of higher medical institutions, interns, and practicing pulmonologists effectively utilize AI in their education, practical skills training, and continuous professional development. Furthermore, AI has proven effective in conducting virtual "in silico" clinical trials for the development and testing of new medications and medical interventions. The versatility of AI applications in pulmonology — provided a critical, deliberate, and integrative approach is maintained — opens powerful prospects for improving diagnostic, therapeutic, and preventive processes. It enhances the implementation of modern, high-quality personalized care for patients with respiratory pathologies, simplifies patient education, advances the professional skills and knowledge of physicians, and introduces cutting-edge technologies into the creation, preclinical, and clinical testing of medications.

Key words: artificial intelligence, pulmonology, diagnostics, clinical decision support, self-management.

Ukr. Pulmonol. J. 2026;34(1):38–45.

Vitalii L. Poberezhets
National Pirogov Memorial University, Vinnytsya
Department of Propedeutics of Internal Medicine
MD, PhD, Assistant Professor
96, Khmelnytske highway street, 20129, Vinnytsia, Ukraine
Tel.: 38068-861-81-24, poberezhets_vitalii@vnm.edu.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2581-824X>

Вступ

У 2026 році штучний інтелект (ШІ) став технологією, про яку всі говорять та намагаються інтегрувати в усі сфери життя та науки. Медицина не стала виключенням, і незважаючи на первинний опір широкому використанню ШІ в питаннях, пов'язаних із системою охорони здоров'я, зараз такі технології зустрічаються не лише в доповідях науковців на симпозиумах, але і в повсякденній клінічній роботі.

Згідно звіту із розвитку технологій та інновацій Організації Об'єднаних Націй (ООН) за 2025 рік глобальний ринок ШІ ще у 2023 році досягнув 189 мільярдів американських доларів, що складало 7 % світового технологічного ринку [1]. Він продовжує зростати швидкими темпами і згідно оцінок експертів ООН у 2033 році глобальний ринок ШІ зросте мінімум у 25

разів, досягне 4,8 трильйонів доларів та складатиме основу світових технологій зайнявши 29 % технологічного ринку. Основу ринку ШІ складають близько 100 компаній із США та Китаю, які спонсорують 40 % усіх досліджень у цій галузі, що створює певний дисбаланс у розвитку даної технології у країнах, що розвиваються. З іншого боку, існують відкриті алгоритми машинного навчання, які безкоштовно доступні усім користувачам інтернету, та можуть застосовуватися при професійній діяльності чи виконанні науково-дослідницької роботи.

Основна перевага та привабливість ШІ полягає у здатності автоматизувати когнітивні завдання, такі як написання тексту, кодування та аналіз даних. У той же час ООН вказує, що саме через ці переваги ШІ над живими працівниками, близько третини усіх працівників перебувають у ризику бути заміненими на робочому місці ШІ. Але з іншого боку, робота майже кожного четвертого працівника в світі може бути оптимізованою та

www.search.crossref.org

DOI: 10.31215/2306-4927-2026-34-1-38-45

покращеною за допомогою ШІ. Медичні працівники перебувають саме у цій сфері впливу ШІ. Важливість впровадження ШІ та інших цифрових технологій у рутинну клінічну практику описано у міжнародних стратегіях із менеджменту захворювань органів дихання (GOLD Report 2026), а тема цифрової медицини була основною темою декількох попередніх конгресів Європейського респіраторного товариства [2].

Для того щоб краще розуміти можливості використання ШІ в медицині, спочатку варто обговорити принципи його роботи та основні відмінності від інших технологій.

ШІ — це набір технологій, який використовує машини для обробки інформації і комп'ютери, для імітування когнітивних функцій, пов'язаних з людським інтелектом, такі як здатність бачити, розуміти і реагувати на усну мову або письмо, аналізувати дані, давати рекомендації на основі когнітивних заключень, тощо. Ключовою особливістю ШІ є створення його як незалежної системи, яка здатна міркувати, вчитися та діяти для вирішення складних проблем [3].

Важливим є розрізнення ШІ від машинного навчання, адже часто ці терміни використовуються як взаємозамінні. Машинне навчання — є підгалуззю ШІ, яка автоматично дозволяє машині для обробки інформації або системі навчатися та вдосконалюватися на основі досвіду. Машинне навчання використовує алгоритми для аналізу великих обсягів даних, навчання на основі отриманих знань, а потім прийняття обґрунтованих рішень. Тобто машинне навчання це лише інструмент, який дозволяє машинам виділити знання з великого масиву даних та навчатися на них автономно, але це не передбачає поведінки, подібної до людської. Саме ця відмінність і є ключовою для розуміння того, в яких галузях медицини варто використовувати саме ШІ — там де передбачається поведінка подібна до людської, а де краще обмежитись використанням машинного навчання — де варто виконувати чітко завдання та надавати точні результати, визначаючи закономірності. У питаннях комунікації із пацієнтами лідируючу роль займає генеративний ШІ у вигляді великих мовних моделей, що дозволяє ефективно спілкуватись без відчутної різниці із живою людиною.

Основними напрямками використання ШІ в пульмонології є наступні:

1. Оптимізація клінічної роботи:
 - допомога у діагностиці захворювань та прийнятті клінічних рішень,
 - переймання механічної та технічної роботи із заповнення та ведення медичної документації,
 - підтримка у веденні пацієнтів віддалено.
2. Покращення самоуправління та навчання пацієнта:
 - створення інструментів для самостійної діагностики,
 - розробка навчальних матеріалів та стратегій із підвищення медичної освіченості пацієнтів,
 - персоналізація лікування.
3. Віртуальні клінічні дослідження “in silico” для розробки та тестування нових лікарських препаратів чи медичних втручань.

Розглянемо кожен із цих напрямків окремо.

ШІ для оптимізації клінічної роботи

ШІ здатен докорінно процедуру обстеження пацієнтів. Наприклад, доцільність **проведення аускультативної легень** активно обговорювалась останніми роками через те, що оцінка основних та додаткових дихальних шумів є суб'єктивним процесом. Результат вислуховування багато в чому залежить не лише від досвідченості лікаря, але його фізіологічних особливостей сприйняття звуків та якості обладнання для аускультативної. Тому не завжди вдається досягнути цілковитої одноголосності у характеристиці дихальних шумів при виконанні аускультативної декількома різними спеціалістами. ШІ, володіючи вражаючими аналітичними здібностями, може суттєво підвищити точність діагностики, стандартизуючи аускультативну легень. Залучення ШІ до аускультативної може використовуватися в умовах обмежених ресурсів, для проведення дистанційних консультацій із залученням пульмонологів, фтизіатрів, торакальних хірургів. Звичайно, що широке успішне використання ШІ для інтерпретації аускультативної легень вимагає використання цифрових стетоскопів, усунення шумів під час запису, а для навчання моделей ШІ необхідні гігантські бази даних з якісних звукових файлів аускультативної [4].

Існуючі дослідження із залученням пацієнтів з ідіопатичним легеневою фіброзом показують, що аускультативна за допомогою ШІ може перевищувати ефективність лікаря за чутливістю та специфічністю виявлення додаткових дихальних шумів [5]. Використання ШІ у проведенні аускультативної серця та кишківника дає можливість створити цілісну систему підтримки лікаря при об'єктивному обстеженні пацієнта [6].

ШІ довів свою ефективність у допомозі з **оцінкою функції зовнішнього дихання**. В окремих дослідженнях вдалось створити та навчити модель ШІ користуватись критеріями ATS/ERS для інтерпретації результатів спірометрії та бодіплетизмографії, що суттєво покращувало діагностику респіраторних захворювань та підвищувало ефективність лікарської діяльності [7]. Такий синергізм людського розуму та навченого ШІ виявився більш ефективним ніж окремо кожен із них. Однак місце ШІ в проведенні тестування легеневої функції не обмежується виключно інтерпретацією результатів. Інструменти на основі ШІ демонструють великий потенціал у контролі якості спірометрії, виявляючи помилки у виконанні процедури, оцінюючи критерії прийнятності та відтворюваності показників функції зовнішнього дихання [8].

Окремої уваги заслуговує опис можливостей для використання **ШІ в рентгенології для оцінки даних візуалізаційних обстежень**. Результати багатьох досліджень доводять високу прогностичну точність алгоритмів ШІ у виявленні патернів звичайної, ймовірної та невізначеної інтерстиційної пневмонії при аналізі результатів комп'ютерної томографії з високою роздільною здатністю (КТ) органів грудної порожнини пацієнтів з прогресуючим фіброзом легень. Для таких цілей використовується глибинне навчання — вид машинного навчання, яке може автономно виявляти відповідні діагностичні ознаки на КТ-зображеннях та зіставляти їх із наявними класифікаціями [9]. У іншому дослідженні алгоритм глибинного навчання показав 94,4 % точність у виявленні

раку легень за даними КТ, що перевищило результати усіх лікарів-спеціалістів, які були залучені для порівняння [10].

За даними Paik et al. (2024) ШІ продемонстрував здатність розпізнавати емфізему на КТ із точністю рівнозначною лікарям-спеціалістам у 70–80 %. Коректність діагностики досить сильно залежала від таких факторів, як параметри сканування, алгоритми реконструкції, дози опромінення та навчальні дані, що використовувалися для розробки та тренування ШІ [11].

Нами було проведено дослідження ефективності застосування безкоштовних чат-ботів на основі генеративного ШІ (ChatGPT версії 3.5, Mistral та Claude) для інтерпретації рентгенографії органів грудної клітки 180 хворих із патологією органів дихання. Найкращу чутливість (70 %) показав ChatGPT у діагностиці ателектазу легені. Специфічність застосунків варіювала від 6,7 % (Mistral) до 46,7 % (ChatGPT). Точність проаналізованих чат-ботів генеративного ШІ при інтерпретації рентгенограм не перевищувала 38%. Таким чином, застосунки потребують додаткового навчання та вдосконалення, їх застосування не може бути рекомендовано для аналізу рентгенограм пацієнтів із захворюваннями органів дихання [12].

ШІ може покращити діагностичні **алгоритми та ефективність раннього виявлення пацієнтів із ХОЗЛ чи БА**, і, як наслідок, попередити ранню інвалідизацію таких осіб [13]. Діагностика таких гетерогенних захворювань є набагато складнішою ніж виявлення окремих патернів на рентгенограмі чи типових порушень спірограми, адже часто симптоми захворювань можуть перехрещуватись, або бути клінічно стертими.

У веденні пацієнтів із ХОЗЛ критичним є попередження загострень захворювання, які асоціюються із високою смертністю та іншими негативними наслідками для здоров'я пацієнта. Моделі ШІ демонструють досить гарну точність саме у прогнозуванні загострень ХОЗЛ та повторних госпіталізацій таких пацієнтів, що дозволяє суттєво наблизитись до стабілізації перебігу ХОЗЛ [14].

Алгоритми машинного навчання здатні виконувати такі складні мультидисциплінарні завдання як фенотипування пацієнтів із бронхіальною астмою. Для цього були створені моделі, що враховують демографічні показники пацієнтів, дані об'єктивного обстеження, результати спірометрії, тесту на чутливість до бронхолітика, а також отримане лікування [15]. Важливим аспектом є те, що ШІ, використовуючи власні когнітивні здібності, здатен сформулювати нові фенотипи захворювання, зважаючи на наявні в його розпорядженні відомості, які, на його переконання, будуть більш клінічно-значимими.

ШІ може допомогти нам і у веденні критичних пацієнтів, коли у медичного персоналу не має розкоші зробити помилку або занадто довго обдумувати рішення. У пацієнтів із групи ризику ШІ може використовуватися для моніторингу в режимі реального часу та прогнозування ймовірності виникнення у пацієнта гострої дихальної недостатності, та, за потреби, впроваджувати «персоналізовану вентиляції легень», яка передбачає індивідуальне налаштування параметрів апарату штучної вентиляції легень (як інвазивної так і неінвазивної) на основі

клінічних даних кожного пацієнта. Такий підхід може поліпшити результати лікування пацієнтів та зменшити потенційний ризик шкоди від некоректної терапії [16].

Розробка та валідація алгоритмів ШІ для діагностичних, лікувальних та прогностичних цілей є складною і вимагає великих обсягів добре структурованих даних для навчання. Однак очікується, що у найближчому майбутньому ШІ відіграватиме ключову роль у допомозі лікарям як система підтримки клінічних рішень (Clinical Decision Support Systems), підвищуючи точність діагностики, оптимізуючи вибір лікування та зменшуючи кількість медичних помилок. Підтримка клінічних рішень на основі ШІ зможе покращити ефективність діагностики та лікування, надаючи інформацію про конкретного пацієнта та рекомендації, що ґрунтуються на фактичних даних, досвіді тисяч та мільйонів клінічних випадків та ще більшої кількості потенційних симуляцій можливих взаємодій, їх наслідків [17].

Результати власного дослідження продемонстрували багатообіцяючі можливості генеративного ШІ у вирішенні реальних клінічних випадків пацієнтів із негоспітальною пневмонією, включаючи діагностику, стратифікацію ризику та призначення лікування. ChatGPT зумів коректно встановити нозологічний діагноз у 96,7 % випадків, безпомилково обрахувати важкість НП за шкалою CRB-65 у 60 % випадків, а відповідність рекомендованого лікування протоколу з надання допомоги хворим на негоспітальну пневмонію становила 66,7 % [18].

ШІ має потенціал для покращення рутинних **ендоскопічних маніпуляцій** у пульмонологічних хворих. Розроблена автоматична система ідентифікації бронхів на основі штучного інтелекту (ШІ) допомагає ендоскопістам більш впевнено почуватись під час проведення втручання. Використання ШІ-помічника дозволило лікарям із різним клінічним досвідом оглянути більшу кількість сегментів легень у більш структурованому порядку в порівнянні з традиційною методикою протягом однакової тривалості процедури обстеження [19]. Цікавими та перспективними є дослідження зі створення робота-бронхоскопа з ШІ, який поводить як другий лікар під час виконання бронхоскопії, контролюючи процедуру, покращуючи доступ та маніпуляції з дрібними бронхами, виконуючи паралельні дії [20].

Використання ШІ дозволяє вдосконалити замкнений цикл отримання, призначення, введення та обліку лікарських засобів «**closed-loop medication management**». Системи електронного управління ліками із замкнутим циклом зараз активно впроваджуються у багатьох клініках по усьому світі. Вони покликані запобігати помилкам у виконанні лікарських призначень шляхом заміни фізичних дій медичного персоналу автоматизованими електронними рішеннями. Такий замкнений цикл гарантує, що призначені ліки будуть введені правильному пацієнту, у правильній дозі, у правильний час, правильним шляхом і все буде коректно зазначено у медичній документації. Відбувається цей процес за рахунок автоматизації призначення ліків, перевірки ліків у місцях зберігання, використання цифрових перфузорів, автоматизованих шаф для видачі ліків, введення ліків лише після співпадиння за штрих-кодами з даними пацієнта в

електронній історії хвороби та методу введення [21]. Окремі дослідницькі центри, які імплементували ШІ в модель замкнутого циклу управління для медичних сестер, підтвердили підвищення ефективності їх роботи, покращення суб'єктивного враження пацієнтів від процесу лікування, оптимізацію та структурування робочих процесів [22].

ШІ для самоуправління та навчання

Важливим компонентом успішного лікування пацієнтів із хронічними захворюваннями органів дихання є самоуправління, про що наголошено як в GOLD Report 2026 так і в оновленні GINA 2025. Самоуправління хронічних респіраторних захворювань складається з дотримання режиму лікування, уникнення провокуючих факторів, самоконтролю симптомів, зміни способу життя, раннього розпізнавання загострень та наявності чіткого плану дій на такий випадок. ШІ має потенціал для створення персоналізованої системи самоуправління для кожного пацієнта інтегруючи персональні дані із медичною документацією пацієнта та результатами моніторингу за його станом на основі суб'єктивного чи об'єктивного вимірювання життєвих показників [23]. ШІ суттєво покращує ефективність моніторингу не тільки життєво важливих показників: частоти дихання, частоти серцевих скорочень, сатурації O_2 , але і допомагає із оцінкою специфічних параметрів — частоти та властивостей кашлю у пацієнтів. Окремі характеристики кашлю можна оцінити за допомогою специфічних портативних пристроїв, які схожі на смарт-годинники, використовують мультимодальні датчики для збору інформації від пацієнта. Складність полягає в інтерпретації даних, адже кашель потрібно розпізнати на фоні великої кількості зовнішніх шумів, кашлю інших осіб, гарантувати конфіденційність та безпеку персональних даних. Саме тут може допомогти ШІ, який легко опрацьовує величезний масив аудіоданих, отриманих від пацієнтів в режимі реального часу без необхідності їх збереження. Такі алгоритми демонструють високу ефективність (чутливість — 91 %, специфічність — 92 % та точність — 80 %) та мають високий потенціал для безперервного амбулаторного моніторингу пацієнтів із хронічним кашлем, оцінки протикашльової терапії та забезпечення персоналізованого догляду за пацієнтами [24].

Окремим компонентом самоуправління пацієнтів, де може найбільш яскраво проявитись ШІ є освіта пацієнтів. Зважаючи на те, що для ефективного навчання необхідна зрозуміла та доступна комунікація, здатність адаптувати навчальні матеріали відповідно до рівня освіченості та обізнаності того, хто навчається, ключовим гравцем виступає генеративний ШІ. Генеративний ШІ, ґрунтуючись на складних моделях машинного навчання - глибинному навчанні, розпізнає закономірності у величезних обсягах даних, а потім використовує цю інформацію для створення тексту, зображень, аудіо чи відеоконтенту, тощо.

Для того щоб генеративний ШІ зміг зрозуміти адресоване йому завдання чи представити відповідь у зрозумілому форматі, необхідно поєднати його здібності із підгрупою генеративного ШІ - великими мовними моде-

лями (Large language models). Великі мовні моделі — це форма ШІ, яка зосереджується на розумінні текстових вхідних даних (за допомогою обробки природної мови) та створенні тексту, схожого на людський, на основі заданих вхідних даних (важливо зазначити, що великі мовні моделі можуть формувати виключно текст, тоді як генеративний ШІ не має таких обмежень у своїй роботі) [25]. Саме завдяки цій здатності відбувається ефективна комунікація між користувачем та генеративним ШІ.

Широкого використання генеративний ШІ набув у 2022 році після презентації світу ChatGPT, як першої великої мовної моделі, що швидко здобула популярність у різноманітних сферах людського життя завдяки чудовій здатності розуміти людську мову та генерувати відповіді на запити у зрозумілому для користувача форматі. Темпи розвитку та популяризації цієї моделі виявились надзвичайними, і зараз ChatGPT щотижня обслуговує понад 800 мільйонів користувачів по усьому світу. Комунікативні здатності великих мовних моделей продовжують удосконалюватись і за останні роки на ринку цих технологій з'явились безліч інших гравців, що презентували нові моделі: Google Gemini, Mistral AI, Microsoft Copilot, Perplexity AI, Grok, You.com, тощо.

Багато досліджень демонструють, що інформація підготовлена великими мовними моделями гарно сприймається пацієнтами. За результатами опитування пацієнтів після лікування у відділенні невідкладної допомоги інструкції щодо подальших медичних рекомендацій після виписки, створені за допомогою ChatGPT були значно зрозумілішими ніж стандартні інструкції, які надаються у таких відділеннях [26].

Важко переоцінити роль якісної медичної інформації, орієнтованої на пацієнта, у прийнятті ним обґрунтованих рішень, прихильності до лікування, медичних рекомендацій та самоуправління захворюванням. Однак, донесення інформації з професійною термінологією ускладнює розуміння пацієнтами, а медичні працівники не мають достатньо часу для ефективної комунікації із тими, хто цього найбільше потребує — пацієнтам із низьким рівнем освіченості, яким важко сприймати медичну інформацію. На допомогу тут приходять комунікація через великі мовні моделі та отримання інформації, що згенерована ШІ, який враховує вік, соціальний статус, освіту, когнітивні здібності, супутні захворювання та багато інших соціально-демографічних та медичних факторів для підготовки зрозумілих для пацієнтів пояснень. Саме тому великі мовні моделі разом із генеративним ШІ активно тренуються для використання у навчанні пацієнтів. Вони демонструють високу якість інформації та гарні рівні її сприйняття пацієнтами у разі пояснення змін здоров'я, які пов'язані з бронхіальною астмою [27], ХОЗЛ [28], раком легень [29], ідіопатичним легеневим фіброзом [30], муковісцидозом [31] та пневмонією [32].

За даними власних досліджень при порівнянні відповідей на запитання про госпітальну пневмонію, які були згенеровані чат-ботами зі ШІ (ChatGPT, Gemini, Microsoft Copilot) та роз'ясненнями, які надали практикуючі лікарі-пульмонологи, пацієнти високо оцінили відповіді генеративного ШІ як загалом так і за окремими компонентами опитування (готовність рекомендувати іншим

пацієнтам, повнота відповіді, корисність). Повнота відповідей лікарів-спеціалістів була оцінена достовірно гірше ніж усіх чат-ботів. Gemini показав достовірно кращі результати ніж лікарі згідно окремих критеріїв порівняння (корисність відповіді та готовність рекомендувати іншим пацієнтам). ChatGPT мав вищі результати теста Тюрінга ніж відповіді лікарів. Тест Тюрінга – це специфічна оцінка здатності машини проявляти поведінку, що неможливо відрізнити від поведінки людини, у даному дослідженні пацієнти достовірно частіше відзначали відповіді цієї великої мовної моделі як людські відповіді, порівняно із відповідями, які підготували лікарі-спеціалісти із багаторічним досвідом [32].

Оцінка якості відповідей ChatGPT на 14 запитань щодо боротьби із тютюнопалінням, яка проводилась групою висококваліфікованих експертів-пульмонологів, показала високу середню оцінку ($4,1 \pm 0,4$ балів із 5 можливих). Однак, відповідь лише на одне запитання виявилася валідною згідно критеріїв content validity ratio. Відповіді, які були згенеровані мобільним додатком ChatGPT мали нижчі показники якості, повноти, безпеки, доступності та важливості інформації про припинення куріння в порівнянні з ChatGPT із персонального комп'ютера [33].

Результати оцінки якості відповідей, що сформовані ChatGPT на поширені запитання про бронхіальну астму, які описані рекомендаціями GINA за такими критеріями як точність, повнота відповіді, доступність та безпека для пацієнтів, були позитивними за усіма критеріями (середня сумарна оцінка відповідей отриманих з ПК склала 4,3 бали із 5 можливих, а для смартфона — 4,1 бали). Однак відповіді лише на чотири запитання з 32 запропонованих ChatGPT були визнані валідними згідно критеріїв content validity ratio [34].

Описані дослідження демонструють потужний потенціал великих мовних моделей, як засобу для вдосконалення повсякденної роботи медичних працівників, що може зменшити навантаження на лікарів, пов'язаного не тільки з оформленням медичної документації, але й сприяти доступному, зрозумілому для пацієнтів, їх рідних донесенню важливої та необхідної медичної інформації. Генеративний ШІ потенційно відіграє важливу роль у персоналізованому лікуванні та освіті пацієнтів із захворюваннями органів дихання, надаючи індивідуальні рекомендації так, як цього найбільше потребують пацієнти.

Роль штучного інтелекту у навчанні є важливою для усіх учасників цього процесу — медичні студенти та лікарі також можуть використовувати цей інструмент для покращення своїх навичок [35].

Генеративний ШІ широко використовується студентами-медиками в Україні для різних цілей — так, ще у 2024 році $\frac{3}{4}$ студентів вітчизняних медичних ЗВО повідомили, що вони використовували ChatGPT з навчальними цілями: у підготовці матеріалів для доповіді на практичному занятті (реферати, презентації, усні доповіді), як помічник у вирішенні тестових завдань та для пошуку пояснень до цих запитань (особливо стосовно тестових іспитів «Крок»), у підготовці тез, статей, чи історій хвороб, та навіть у вирішенні клінічних задач [36].

ChatGPT показав високу ефективність інтеграції проблемно-орієнтованого навчання лікарів-інтернів у порівнянні з традиційним навчанням, покращуючи як опанування теоретичних знань так відіграючи важливу роль у вдосконаленні клінічних навичок [37]. Генеративний ШІ можна використовувати у ключових елементах проблемно-орієнтованого навчання підтримуючи студентів та допомагаючи фасилітаторам з обов'язками щодо навчальної програми курсу [38].

Використання генеративного ШІ не обмежується навчанням лікарів на різних етапах. Воно може бути корисним інструментом у здобутті професійних компетентностей медичними сестрами, надаючи реалістичні сценарії для практики, дозволяючи виконувати моделювання системи охорони здоров'я чи окремих клінічних даних, вивчаючи академічне письмо та забезпечуючи персоналізований інтерактивний навчальний досвід з особистісним розвитком [39, 40].

Великі мовні моделі, навіть при відсутності специфічного тренування, демонструють обізнаність з медичних питань не гірше ніж студенти 3 року навчання у США, що вказує на задовільні когнітивні здібності таких моделей [41].

За даними власних досліджень чат-боти із генеративним ШІ (ChatGPT, Microsoft Copilot, Gemini) успішно склали українські медичні ліцензовані іспити у формі тестів під час атестації лікарів-пульмонологів Точність таких моделей була вкрай високою і для ChatGPT склала 95 % правильних відповідей, для Microsoft Copilot — 92 %, для Gemini — 81 %. Однак, при вирішенні тестів із множинними відповідями було виявлено і суттєве зниження точності алгоритмів [42].

У цілому, інтеграція елементів ШІ в навчальний процес гарно сприймається здобувачами освіти, та іншими учасниками освітнього процесу та дозволяє по іншому поглянути на викладання.

Віртуальні клінічні дослідження “in silico”

Моделювання та симуляція проведення клінічних випробувань із залученням ШІ дозволяє пришвидшити дослідження нових молекул лікарських речовин, убезпечити лабораторних тварин, здорових добровольців та пацієнтів від потенційних небезпечних ефектів на ранніх стадіях розробки лікарських препаратів, та зменшити пов'язані витрати [43].

Використання математичного моделювання вже довело свою ефективність у дослідженнях, пов'язаних із вивченням легеневої депозиції лікарського препарату у нових доставкових пристроях [44]. На відмінну від класичного дизайну, який передбачав би залучення великої кількості пацієнтів, даний метод обмежився симулюванням даних лише на основі результатів 20 пацієнтів. Звичайно, дані такого моделювання варто детально аналізувати для того, щоб розуміти чи всі змінні були враховані в аналізі, чи володів алгоритм достатнім об'ємом даних і чи ці дані були коректними. Адже у проведенні симуляційних цифрових клінічних досліджень, як і при будь-якому навчанні ШІ, ключовим складником успішної роботи є вихідні дані для навчання.

Недоліки ШІ

Паралельно із перевагами існують і негативні наслідки використання ШІ в пульмонології [23, 45]. Важливо пам'ятати, що ці недоліки не нівелюють усю користь від використання ШІ в медицині, і не повинні ставати причиною для відмови від використання цієї технології. Для кожного недоліку існують свої стратегії для мінімізації їх впливу, на що потрібно найбільше звернути увагу.

Ризики для лікаря

Надмірна довіра до ШІ у прийнятті клінічних рішень збільшує ризик хибних рішень, тому рекомендації ШІ варто сприймати саме як рекомендації, а не інструкції до виконання, завжди критично оцінювати їх.

Ризик втрати професійних навичок розвивається внаслідок делегування великої частини своєї роботи ШІ, що стосується не лише клінічних навичок, але і комунікативних, лідерських та інших «м'яких» навичок. Для зменшення цього ризику лікар не може зупинитись на своєму професійному розвитку та повинен постійно підтримувати і вдосконалювати свою кваліфікацію.

Ускладнення щоденної клінічної роботи лікаря за рахунок більшої витрати часу внаслідок необхідності взаємодії із складними цифровими інструментами, може бути усунена вдосконаленням інтеграції ШІ в клінічну практику, що спростить виконання рутинних функцій, вивільнивши час та ресурс лікаря для вирішення складних діагностичних та лікувальних завдань.

Слід зазначити, що використання нерегламентованих моделей ШІ створює юридичні та правові ризики. Тому важливо застосовувати в роботі лише офіційно-затверджені ШІ-рішення та лише в дозволені межах.

Широке впровадження технологій ШІ в медичну практику створює ризик заміни деяких спеціальностей ШІ, особливо тих, чия робота пов'язана із аналізом даних або з комунікацією. Однак, високий професіоналізм, унікальний клінічний досвід, навички міжособистісного спілкування роблять лікаря унікальним та незамінним.

Ризики для пацієнта

Не зважаючи на потужну здатність до аналізу, обробки даних, найідеальніші алгоритми ШІ все таки роблять діагностичні помилки, що пов'язано з неякісними даними чи поганою тренованістю. Саме через зазначену недосконалість ШІ хворий може отримати неправильну інформацію, можуть бути зроблені неправильні висновки ШІ, що представляються як правдиві - це так звані «галюцинації» ШІ. Тому сприймати інформацію отриману за допомогою ШІ слід критично, консулюючись щодо неї з медичним працівником.

Звертаючись до ШІ зі своїми проблемами, пацієнти зіштовхуються з «несправжньою емпатією», адже великі мовні моделі відмінно генерують людську мову, однак вони не можуть замінити людину у міжособистісному спілкуванні. Під час комунікації хворі мають пам'ятати, що ШІ не може бути другом, і йому байдуже до їх

самопочуття, проявити істинну емпатію він не здатний.

При використанні хмарних сервісів створюється ризик втрати персональної медичної інформації. Дотримання принципів кібербезпеки при використанні ШІ, вибір сервісів, що не зберігають приватну інформацію у хмарних сховищах, надавання необхідного мінімуму персональної інформації зможе попередити зазначений ризик.

Не варто забувати **про ризики порушення взаємодії між пацієнтами та медичними працівниками**. В першу чергу може погіршуватись комунікація внаслідок того, що пацієнт надає перевагу спілкуванню із ШІ-асистентом ніж із своїм лікуючим лікарем. Особиста розмова між лікарем та пацієнтом має бути ключовою складовою взаємодії, ШІ залучається як доповнення, як один з інструментів роботи лікаря. Гарно розвинуті навички міжособистісної комунікації, здатність лікаря проявляти щире емпатію до пацієнта мають значну перевагу над спілкуванням із великою мовною моделлю. Важливо пам'ятати, що ШІ покликаний прибрати рутинну, а не людину із процесу лікування.

Комунікація з ШІ погіршує довіру пацієнта до лікаря. Ця довіра може бути як «сліпою» через віру у безпомилковість алгоритму ШІ, так і основою на тому, що свої рішення ШІ досить гарно обґрунтовує. Для успішного лікування важливо щоб пацієнт довіряв клінічним рішенням лікаря, навіть якщо вони йдуть у супереч із рекомендаціями ШІ. Лікарю потрібно аргументувати свої дії фактами та наводити переконливі докази того, що саме його рішення є правильним а не ШІ, який може помилятися. Так формується авторитет лікаря та довіра до його рішень в очах пацієнта.

Нерівний доступ до технологій створює ризик дискримінації та ізоляції від технологій осіб із низьким рівнем цифрової освіченості або відсутністю доступу до інтернету (діти, особи похилого віку, соціально-незахищені групи). Розробники програмного забезпечення та ті, хто займається імплементацією ШІ у клінічну практику, повинні проектувати дані технології із урахування усіх потенційних користувачів, особливо найуразливіших категорій. Важливим є постійна оцінка зворотного зв'язку із кінцевими користувачами, та оптимізація технологій для того щоб усі могли ними легко користуватись.

Висновок

Багатогранність застосування ШІ в пульмонології за умови критичного, виваженого та інтегративного підходу відкриває потужні перспективи вдосконалення діагностичного, лікувального, профілактичного процесу, покращуючи можливість впровадження сучасної високоякісної персоналізованої медичної допомоги пацієнтам із патологією органів дихання, спрощуючи їх навчання, вдосконалюючи професійні навички та поглиблюючи знання лікарів, впроваджуючи нові сучасні технології у створення, доклінічні та клінічні випробування лікарських препаратів.

ЛІТЕРАТУРА

- United Nations Conference on Trade and Development. Technology and Innovation Report 2025. 2025. Available at: <https://unctad.org/publication/technology-and-innovation-report-2025/> (accessed January 20, 2026).
- 2026 GOLD Report and Pocket Guide - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease - GOLD n.d. Available at: <https://goldcopd.org/2026-gold-report-and-pocket-guide/> (accessed January 20, 2026).
- AI vs. Machine Learning: How Do They Differ? | Google Cloud n.d. Available at: <https://cloud.google.com/learn/artificial-intelligence-vs-machine-learning> (accessed January 26, 2026).
- Moberg A, Ingi Emilsson Ö, Hansdottir S, et al. Lung auscultation - today and tomorrow - a narrative review. *Expert Rev Respir Med* 2025;19:879–85. <https://doi.org/10.1080/17476348.2025.2511223>.
- Kaur A, Cherukuri SP, Handral MS, et al. Artificial Intelligence Enabled Lung Sound Auscultation in the Early Diagnosis and Subtyping of Interstitial Lung Disease. *J Clin Med* 2025;14:8500. <https://doi.org/10.3390/jcm14238500>.
- Lin Y-S, Kapadia A, Ortigoza EB. Automatic Classification and Acoustic Auscultation of Heart, Lung, and Bowel Sounds Using Artificial Intelligence. *Res Sq* 2025;rs.3.rs-7061625. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7061625/v1>.
- Das N, Happaerts S, Gyselinck I, et al. Collaboration between explainable artificial intelligence and pulmonologists improves the accuracy of pulmonary function test interpretation. *Eur Respir J* 2023;61:2201720. <https://doi.org/10.1183/13993003.01720-2022>.
- López-Canay J, Casal-Guisande M, Represas-Represas C, et al. Artificial Intelligence for Spirometry Quality Evaluation: A Systematic Review. *Bioengineering (Basel)* 2025;12:1286. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12121286>.
- Walsh SLF, Mackintosh JA, Calandriello L, et al. Deep Learning-based Outcome Prediction in Progressive Fibrotic Lung Disease Using High-Resolution Computed Tomography. *Am J Respir Crit Care Med* 2022;206:883–91. <https://doi.org/10.1164/rccm.202112-2684OC>.
- Ardila D, Kiraly AP, Bharadwaj S, et al. End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography. *Nat Med* 2019;25:954–61. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0447-x>.
- Paik SH, Jin GY. Using Artificial Intelligence Software for Diagnosing Emphysema and Interstitial Lung Disease. *J Korean Soc Radiol* 2024;85:714–26. <https://doi.org/10.3348/jksr.2024.0050>.
- Starychenko A, Poberezhets V. Specificity, sensitivity and accuracy of generative artificial intelligence chatbots in chest X-ray interpretation. *European Respiratory Journal* 2025 66(suppl 69): PA4975; DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2025.PA4975>.
- Kaplan A, Cao H, FitzGerald JM, et al. Artificial Intelligence/Machine Learning in Respiratory Medicine and Potential Role in Asthma and COPD Diagnosis. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2021;9:2255–61. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.02.014>.
- Niraula P, Upreti M, Kadariya S, et al. AI/ML driven prediction of COPD exacerbations and readmissions: a systematic review and meta-analysis. *Front Digit Health* 2025;7:1641356. <https://doi.org/10.3389/fgdh.2025.1641356>.
- Wu C-P, Sleiman J, Fakhry B, et al. Novel Machine Learning Identifies 5 Asthma Phenotypes Using Cluster Analysis of Real-World Data. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2024;12:2084–2091.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2024.04.035>.
- Rubulotta F, Blanch Torra L, Naidoo KD, et al. Mechanical Ventilation, Past, Present, and Future. *Anesth Analg* 2024;138:308–25. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006701>.
- Ouanes K, Farhah N. Effectiveness of Artificial Intelligence (AI) in Clinical Decision Support Systems and Care Delivery. *J Med Syst* 2024;48:74. <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02098-4>.
- Демчук АВ, Константинович ТВ, Ливаківська ДІ, та ін. Можливість використання штучного інтелекту ChatGPT (generative pre-training transformer) у вирішенні клінічних кейсів хворих на негоспітальну пневмонію. *Український пульмонологічний журнал* 2024;32:32–6. <https://doi.org/10.31215/2306-4927-2024-32-4-32-36>.
- Cold KM, Agbontaen K, Nielsen AO, et al. Artificial intelligence improves bronchoscopy performance: a randomised crossover trial. *ERJ Open Res* 2025;11:00395–2024. <https://doi.org/10.1183/23120541.00395-2024>.
- Zhang J, Liu L, Xiang P, et al. AI co-pilot bronchoscope robot. *Nat Commun* 2024;15:241. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-44385-7>.
- Shermlock SB, Shermlock KM, Schepel LL. Closed-Loop Medication Management with an Electronic Health Record System in U.S. and Finnish Hospitals. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20:6680. <https://doi.org/10.3390/ijerph20176680>.
- Yuan X, Zhu L, Jiang K, et al. Impact of Artificial Intelligence-Assisted Closed-Loop Mobile Nursing Information Management on Nursing Quality Indicators and Work Efficiency. *Risk Manag Healthc Policy* 2025;18:3581–91. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S548275>.
- Drummond D, Adejumo I, Hansen K, et al. Artificial intelligence in respiratory care: perspectives on critical opportunities and challenges. *Breathe (Sheff)* 2024;20:230189. <https://doi.org/10.1183/20734735.0189-2023>.
- Orlandic L, Thevenot J, Teijeiro T, et al. A Multimodal Dataset for Automatic Edge-AI Cough Detection. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2023;2023:1–7. <https://doi.org/10.1109/EMBC40787.2023.10340413>.
- Generative AI vs Large Language Models (LLMs): What's the Difference? n.d. Available at: <https://appian.com/blog/acp/process-automation/generative-ai-vs-large-language-models> (accessed January 26, 2026).
- Huang T, Safranek C, Socrates V, et al. Patient-Representing Population's Perceptions of GPT-Generated Versus Standard Emergency Department Discharge Instructions: Randomized Blind Survey Assessment. *J Med Internet Res* 2024;26:e60336. <https://doi.org/10.2196/60336>.
- Høj S, Backer V, Ulrik CS, et al. Artificial intelligence in asthma health literacy: a comparative analysis of ChatGPT versus Gemini. *J Asthma* 2025;62:1560–6. <https://doi.org/10.1080/02770903.2025.2495729>.
- Jabeen J, Sajji JG. Evaluating AI-Generated Patient Education Guides: A Comparative Study of ChatGPT and Deepseek. *Cureus* 2025;17:e85277. <https://doi.org/10.7759/cureus.85277>.
- Richlitzki C, Mansoorian S, Käsmann L, et al. Assessing ChatGPT's Educational Potential in Lung Cancer Radiotherapy From Clinician and Patient Perspectives: Content Quality and Readability Analysis. *JMIR Cancer* 2025;11:e69783. <https://doi.org/10.2196/69783>.

REFERENCES

- United Nations Conference on Trade and Development. Technology and Innovation Report 2025. 2025. Available at: <https://unctad.org/publication/technology-and-innovation-report-2025/> (accessed January 20, 2026).
- 2026 GOLD Report and Pocket Guide - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease - GOLD n.d. Available at: <https://goldcopd.org/2026-gold-report-and-pocket-guide/> (accessed January 20, 2026).
- AI vs. Machine Learning: How Do They Differ? | Google Cloud n.d. Available at: <https://cloud.google.com/learn/artificial-intelligence-vs-machine-learning> (accessed January 26, 2026).
- Moberg A, Ingi Emilsson Ö, Hansdottir S, et al. Lung auscultation - today and tomorrow - a narrative review. *Expert Rev Respir Med* 2025;19:879–85. <https://doi.org/10.1080/17476348.2025.2511223>.
- Kaur A, Cherukuri SP, Handral MS, et al. Artificial Intelligence Enabled Lung Sound Auscultation in the Early Diagnosis and Subtyping of Interstitial Lung Disease. *J Clin Med* 2025;14:8500. <https://doi.org/10.3390/jcm14238500>.
- Lin Y-S, Kapadia A, Ortigoza EB. Automatic Classification and Acoustic Auscultation of Heart, Lung, and Bowel Sounds Using Artificial Intelligence. *Res Sq* 2025;rs.3.rs-7061625. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7061625/v1>.
- Das N, Happaerts S, Gyselinck I, et al. Collaboration between explainable artificial intelligence and pulmonologists improves the accuracy of pulmonary function test interpretation. *Eur Respir J* 2023;61:2201720. <https://doi.org/10.1183/13993003.01720-2022>.
- López-Canay J, Casal-Guisande M, Represas-Represas C, et al. Artificial Intelligence for Spirometry Quality Evaluation: A Systematic Review. *Bioengineering (Basel)* 2025;12:1286. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12121286>.
- Walsh SLF, Mackintosh JA, Calandriello L, et al. Deep Learning-based Outcome Prediction in Progressive Fibrotic Lung Disease Using High-Resolution Computed Tomography. *Am J Respir Crit Care Med* 2022;206:883–91. <https://doi.org/10.1164/rccm.202112-2684OC>.
- Ardila D, Kiraly AP, Bharadwaj S, et al. End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography. *Nat Med* 2019;25:954–61. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0447-x>.
- Paik SH, Jin GY. Using Artificial Intelligence Software for Diagnosing Emphysema and Interstitial Lung Disease. *J Korean Soc Radiol* 2024;85:714–26. <https://doi.org/10.3348/jksr.2024.0050>.
- Starychenko A, Poberezhets V. Specificity, sensitivity and accuracy of generative artificial intelligence chatbots in chest X-ray interpretation. *European Respiratory Journal* 2025 66(suppl 69): PA4975; DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2025.PA4975>.
- Kaplan A, Cao H, FitzGerald JM, et al. Artificial Intelligence/Machine Learning in Respiratory Medicine and Potential Role in Asthma and COPD Diagnosis. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2021;9:2255–61. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.02.014>.
- Niraula P, Upreti M, Kadariya S, et al. AI/ML driven prediction of COPD exacerbations and readmissions: a systematic review and meta-analysis. *Front Digit Health* 2025;7:1641356. <https://doi.org/10.3389/fgdh.2025.1641356>.
- Wu C-P, Sleiman J, Fakhry B, et al. Novel Machine Learning Identifies 5 Asthma Phenotypes Using Cluster Analysis of Real-World Data. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2024;12:2084–2091.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2024.04.035>.
- Rubulotta F, Blanch Torra L, Naidoo KD, et al. Mechanical Ventilation, Past, Present, and Future. *Anesth Analg* 2024;138:308–25. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006701>.
- Ouanes K, Farhah N. Effectiveness of Artificial Intelligence (AI) in Clinical Decision Support Systems and Care Delivery. *J Med Syst* 2024;48:74. <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02098-4>.
- Demchuk AV, Konstantynovych TV, Livakovska DI, et al. Possibility of using artificial intelligence ChatGPT (generative pre-training transformer) in resolving clinical cases of patients with community-acquired pneumonia (generative pre-training transformer) in resolving clinical cases of patients with community-acquired pneumonia. *UPJ* 2024;32:32–6. <https://doi.org/10.31215/2306-4927-2024-32-4-32-36>.
- Cold KM, Agbontaen K, Nielsen AO, et al. Artificial intelligence improves bronchoscopy performance: a randomised crossover trial. *ERJ Open Res* 2025;11:00395–2024. <https://doi.org/10.1183/23120541.00395-2024>.
- Zhang J, Liu L, Xiang P, et al. AI co-pilot bronchoscope robot. *Nat Commun* 2024;15:241. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-44385-7>.
- Shermlock SB, Shermlock KM, Schepel LL. Closed-Loop Medication Management with an Electronic Health Record System in U.S. and Finnish Hospitals. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20:6680. <https://doi.org/10.3390/ijerph20176680>.
- Yuan X, Zhu L, Jiang K, et al. Impact of Artificial Intelligence-Assisted Closed-Loop Mobile Nursing Information Management on Nursing Quality Indicators and Work Efficiency. *Risk Manag Healthc Policy* 2025;18:3581–91. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S548275>.
- Drummond D, Adejumo I, Hansen K, et al. Artificial intelligence in respiratory care: perspectives on critical opportunities and challenges. *Breathe (Sheff)* 2024;20:230189. <https://doi.org/10.1183/20734735.0189-2023>.
- Orlandic L, Thevenot J, Teijeiro T, et al. A Multimodal Dataset for Automatic Edge-AI Cough Detection. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2023;2023:1–7. <https://doi.org/10.1109/EMBC40787.2023.10340413>.
- Generative AI vs Large Language Models (LLMs): What's the Difference? n.d. Available at: <https://appian.com/blog/acp/process-automation/generative-ai-vs-large-language-models> (accessed January 26, 2026).
- Huang T, Safranek C, Socrates V, et al. Patient-Representing Population's Perceptions of GPT-Generated Versus Standard Emergency Department Discharge Instructions: Randomized Blind Survey Assessment. *J Med Internet Res* 2024;26:e60336. <https://doi.org/10.2196/60336>.
- Høj S, Backer V, Ulrik CS, et al. Artificial intelligence in asthma health literacy: a comparative analysis of ChatGPT versus Gemini. *J Asthma* 2025;62:1560–6. <https://doi.org/10.1080/02770903.2025.2495729>.
- Jabeen J, Sajji JG. Evaluating AI-Generated Patient Education Guides: A Comparative Study of ChatGPT and Deepseek. *Cureus* 2025;17:e85277. <https://doi.org/10.7759/cureus.85277>.
- Richlitzki C, Mansoorian S, Käsmann L, et al. Assessing ChatGPT's Educational Potential in Lung Cancer Radiotherapy From Clinician and Patient Perspectives: Content Quality and Readability Analysis. *JMIR Cancer* 2025;11:e69783. <https://doi.org/10.2196/69783>.

30. Cherrez-Ojeda I, Frye BC, Hoheisel A, Cortes-Telles A, Robles-Velasco K, Mateos-Toledo HN, Figueiredo RG, Ryerson CJ, Rodas-Valero G, Calderón JC. Evaluation of large language model-generated medical information on idiopathic pulmonary fibrosis. *Front Artif Intell.* 2025 Sep 24;8:1618378. doi: 10.3389/frai.2025.1618378. PMID: 41069931; PMCID: PMC12504196.
31. Çelik Z, Sari F. Evaluation of ChatGPT-4 responses on physical activity guidance in children with cystic fibrosis: reliability, quality, and readability. *Eur J Pediatr* 2025;184:676. <https://doi.org/10.1007/s00431-025-06488-9>.
32. Poberezhets V, Feshchenko D, Slepchenko N. Generative artificial intelligence chatbots versus physicians on answering patients' questions about nosocomial pneumonia. *European Respiratory Journal* 2025;66. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2025.PA2024>.
33. Демчук АВ, Константинович ТВ, Слєпченко НС, та ін. Можливості використання чат-ботів з штучним інтелектом для боротьби з тютюнопалінням. Український пульмонологічний журнал 2024;32:25–9. <https://doi.org/10.31215/2306-4927-2024-32-3-25-29>.
34. Kernitskiy V, Poberezhets V, Demchuk A. Assessing the potential of using ChatGPT by patients with asthma. *European Respiratory Journal* 2024 64(suppl 68): PA4377; DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2024.PA4377>.
35. Boscardin CK, Gin B, Golde PB, et al. ChatGPT and Generative Artificial Intelligence for Medical Education: Potential Impact and Opportunity. *Acad Med* 2024;99:22–7. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000005439>.
36. Побережець ВЛ, Стариченко АМ. Можливості використання великих мовних моделей для навчання майбутніх лікарів (на прикладі ChatGPT). *Астма та алергія*, 2024;4:42–47. DOI: 10.31655/2307-3373-2024-4-42-47. Ukrainian.
37. Hui Z, Zewu Z, Jiao H, et al. Application of ChatGPT-assisted problem-based learning teaching method in clinical medical education. *BMC Med Educ* 2025;25:50. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06321-1>.
38. Divito CB, Katchikian BM, Gruenwald JE, et al. The tools of the future are the challenges of today: The use of ChatGPT in problem-based learning medical education. *Med Teach* 2024;46:320–2. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2290997>.
39. Topaz M, Peltonen L-M, Michalowski M, et al. The ChatGPT Effect: Nursing Education and Generative Artificial Intelligence. *J Nurs Educ* 2025;64:e40–3. <https://doi.org/10.3928/01484834-20240126-01>.
40. Gunawan J, Aunguroch Y, Montayre J. ChatGPT integration within nursing education and its implications for nursing students: A systematic review and text network analysis. *Nurse Educ Today* 2024;141:106323. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106323>.
41. Gilson A, Safranek CW, Huang T, et al. How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination (USMLE)? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Med Educ* 2023;9:e45312. <https://doi.org/10.2196/45312>.
42. Побережець ВЛ, Радогощін Ю. Чи здатні чат-боти із генеративним штучним інтелектом успішно скласти екзаменаційне тестування для атестації лікарів-пульмонологів. *Астма та алергія* 2025;24:34–9. <https://doi.org/10.31655/2307-3373-2025-24-2-34-39>.
43. Arsène S, Parès Y, Tixier E, et al. In Silico Clinical Trials: Is It Possible? *Methods Mol Biol* 2024;2716:51–99. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-3449-3_4.
44. Singh D, Roche N, Wu L, et al. In Silico Lung Deposition Profiles of Three Single-Inhaler Triple Therapies in Patients with COPD Using Functional Respiratory Imaging. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2025;20:2103–16. <https://doi.org/10.2147/COPD.S510214>.
45. Chustecki M. Benefits and Risks of AI in Health Care: Narrative Review. *Interact J Med Res* 2024;13:e53616. <https://doi.org/10.2196/53616>.
- Analysis. *JMIR Cancer* 2025;11:e69783. <https://doi.org/10.2196/69783>.
30. Cherrez-Ojeda I, Frye BC, Hoheisel A, Cortes-Telles A, Robles-Velasco K, Mateos-Toledo HN, Figueiredo RG, Ryerson CJ, Rodas-Valero G, Calderón JC. Evaluation of large language model-generated medical information on idiopathic pulmonary fibrosis. *Front Artif Intell.* 2025 Sep 24;8:1618378. doi: 10.3389/frai.2025.1618378. PMID: 41069931; PMCID: PMC12504196.
31. Çelik Z, Sari F. Evaluation of ChatGPT-4 responses on physical activity guidance in children with cystic fibrosis: reliability, quality, and readability. *Eur J Pediatr* 2025;184:676. <https://doi.org/10.1007/s00431-025-06488-9>.
32. Poberezhets V, Feshchenko D, Slepchenko N. Generative artificial intelligence chatbots versus physicians on answering patients' questions about nosocomial pneumonia. *European Respiratory Journal* 2025;66. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2025.PA2024>.
33. Demchuk AV, Konstanyovych TV, Slepchenko NS, et al. Possibilities of using chatbots with artificial intelligence for tobacco control. *UPJ* 2024;32:25–9. <https://doi.org/10.31215/2306-4927-2024-32-3-25-29>.
34. Kernitskiy V, Poberezhets V, Demchuk A. Assessing the potential of using ChatGPT by patients with asthma. *European Respiratory Journal* 2024 64(suppl 68): PA4377; DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2024.PA4377>.
35. Boscardin CK, Gin B, Golde PB, et al. ChatGPT and Generative Artificial Intelligence for Medical Education: Potential Impact and Opportunity. *Acad Med* 2024;99:22–7. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000005439>.
36. Poberezhets VL, Starychenko AM. The possibility of using large language models for teaching future doctors (on the example of ChatGPT). *Asthma and allergy (Ukraine)*. 2024;4:42–47. DOI: 10.31655/2307-3373-2024-4-42-47. Ukrainian.
37. Hui Z, Zewu Z, Jiao H, et al. Application of ChatGPT-assisted problem-based learning teaching method in clinical medical education. *BMC Med Educ* 2025;25:50. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06321-1>.
38. Divito CB, Katchikian BM, Gruenwald JE, et al. The tools of the future are the challenges of today: The use of ChatGPT in problem-based learning medical education. *Med Teach* 2024;46:320–2. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2290997>.
39. Topaz M, Peltonen L-M, Michalowski M, et al. The ChatGPT Effect: Nursing Education and Generative Artificial Intelligence. *J Nurs Educ* 2025;64:e40–3. <https://doi.org/10.3928/01484834-20240126-01>.
40. Gunawan J, Aunguroch Y, Montayre J. ChatGPT integration within nursing education and its implications for nursing students: A systematic review and text network analysis. *Nurse Educ Today* 2024;141:106323. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106323>.
41. Gilson A, Safranek CW, Huang T, et al. How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination (USMLE)? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Med Educ* 2023;9:e45312. <https://doi.org/10.2196/45312>.
42. Poberezhets VL, Radoshchyn IO. Are Generative Artificial Intelligence Chatbots Capable of Successfully Passing the Pulmonology License Examination?. *Asthma and Allergy*, 24(2), 34–39. <https://doi.org/10.31655/2307-3373-2025-24-2-34-39>.
43. Arsène S, Parès Y, Tixier E, et al. In Silico Clinical Trials: Is It Possible? *Methods Mol Biol* 2024;2716:51–99. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-3449-3_4.
44. Singh D, Roche N, Wu L, et al. In Silico Lung Deposition Profiles of Three Single-Inhaler Triple Therapies in Patients with COPD Using Functional Respiratory Imaging. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2025;20:2103–16. <https://doi.org/10.2147/COPD.S510214>.
45. Chustecki M. Benefits and Risks of AI in Health Care: Narrative Review. *Interact J Med Res* 2024;13:e53616. <https://doi.org/10.2196/53616>.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Джерела фінансування. Робота виконувалась без зовнішньої фінансової підтримки.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: This research received no external funding.

Надійшла до редакції / Received: 20.01.2025 p.

Після доопрацювання / Revised: 16.02.2026 p.

Прийнято до друку / Accepted: 25.02.2026 p.