

А. В. Демчук, Т. В. Константинович, Д. І. Ліваковська, Н. С. Слепченко, В. Л. Побережець МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ CHATGPT (GENERATIVE PRE-TRAINING TRANSFORMER) У ВИРІШЕННІ КЛІНІЧНИХ КЕЙСІВ ХВОРИХ НА НЕГОСПІТАЛЬНУ ПНЕВМОНІЮ

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, Україна

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ CHATGPT (GENERATIVE PRE-TRAINING TRANSFORMER) У ВИРІШЕННІ КЛІНІЧНИХ КЕЙСІВ ХВОРИХ НА НЕГОСПІТАЛЬНУ ПНЕВМОНІЮ

А. В. Демчук, Т. В. Константинович, Д. І. Ліваковська,
Н. С. Слепченко, В. Л. Побережець

Резюме

ChatGPT (Generative Pre-training Transformer) може бути потенційно використаний для допомоги лікарям у встановленні діагнозу та призначення лікування при безлічі захворювань.

Мета дослідження: встановити ефективність використання ChatGPT як засобу підтримки прийняття клінічних рішень у хворих на негоспітальну пневмонію (НП).

Матеріали і методи. Для ChatGPT (версія 3.5) були представлені 30 клінічних випадків НП у вигляді текстового документу, що містив інформацію про скарги пацієнта, анамнез захворювання та життя, об'єктивне обстеження, дані лабораторних та інструментальних методів дослідження. ChatGPT було задано запитання щодо діагнозу, підрахунку балу за шкалою CRB-65 для оцінки важкості НП, призначення лікування, загальних рекомендацій з ведення пацієнта.

Результати. ChatGPT показав обнадійливий результат у встановленні діагнозу НП, адже 96,7 % діагнозів виявились нозологічно вірними. Визначення важкості НП та прогнозу за шкалою CRB-65 було помилковим у 40 % випадків. Відповідність запропонованого ChatGPT лікування клінічному протоколу з НП склала 66,7 %, а загальних рекомендацій щодо ведення пацієнтів — 80,0 %.

Висновки. ChatGPT як засіб підтримки прийняття клінічних рішень потребує вдосконалення програмного забезпечення із залученням медичних фахівців та проведення доказових клінічних випробувань.

Ключові слова: штучний інтелект, ChatGPT, негоспітальна пневмонія, ефективність діагностики та лікування.

Укр. пульмонол. журнал. 2024;32(4):32–36.

Демчук Анна Василівна

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

Кафедра пропедевтики внутрішньої медицини

Професор кафедри, доктор медичних наук,

м. Вінниця, вул. Пирогова, 56, 21018, Україна

тел. +38 050 445 48 75, avdemchuk@yahoo.com

POSSIBILITY OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE CHATGPT (GENERATIVE PRE-TRAINING TRANSFORMER) IN RESOLVING CLINICAL CASES OF PATIENTS WITH COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA

A. V. Demchuk, T. V. Konstantynovych, D. I. Livakovska,
N. S. Slepchenko, V. L. Poberezhets

ChatGPT (Generative Pre-training Transformer) can potentially be used to help doctors to make a diagnosis and prescribe treatment for a variety of diseases.

The purpose of the study: to establish the effectiveness of using ChatGPT as a means of supporting clinical decision-making in patients with community-acquired pneumonia (CAP).

Materials and methods. 30 clinical cases of CAP were presented for ChatGPT (version 3.5) in the form of a text document containing information about the patient's complaints, disease and life history, objective examination, data of laboratory and instrumental investigations. The ChatGPT was asked questions about the diagnosis, CRB-65 score to assess the severity of CAP, treatment, and general recommendations for patient management.

Results. ChatGPT showed an encouraging result in the established diagnosis of CAP, because 96.7 % of the diagnoses turned out to be nosologically correct. Determining severity of CAP and prognosis according to the CRB-65 scale was wrong in 40 % of cases. The compliance of the proposed ChatGPT treatment with the clinical protocol for CAP was 66.7 %, and the general recommendations for patient management were 80.0 %.

Conclusions. ChatGPT as a means for supporting clinical decision-making needs software improvement and require the involvement of medical professionals and clinical trials to generate clinical evidence.

Key words: artificial intelligence, ChatGPT, community-acquired pneumonia, effectiveness of diagnosis and treatment.

Ukr. Pulmonol. J. 2024;32(4):32–36.

Anna V. Demchuk

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya

MScD, professor of the Propedeutic to Internal

Medicine Department,

56, Pirogov str., Vinnytsya, 21018, Ukraine

Phone: +38 050 445 48 75, avdemchuk@yahoo.com

Вступ

Стрімкий розвиток сучасних цифрових технологій відкриває нові фантастичні можливості у всіх сферах приватного, суспільного та професійного життя. Надзвичайно цікавим, корисним, перспективними та одночасно суперечливим є застосування штучного інтелекту в медицині, який за допомогою моделі машинного навчання здійснює пошук, аналіз медичних даних, що допомагає у діагностиці, лікуванні, профілактиці та спостереженні хворих, оптимізує адміністративну організацію роботи медичного закладу, проведення клінічних досліджень та інше [1, 2, 3, 4].

Вперше ідея створення штучного інтелекту виникла у 40-ві роки минулого сторіччя, коли Алан Тюрінг розробив його теорію, яка дотепер не втратила своєї актуальності (наприклад, тест Тюрінга), та описав, як створити комп'ютери, які «можуть навчатися на досвіді» [5]. Через малу потужність обчислювальних машин основи штучного інтелекту розвивались теоретично. У 1960-ті роки з'явилась концепція підтримки прийняття клінічних рішень (ППКР), однак її практична реалізація стала можливою лише у 1980-ті роки [6]. Метою ППКР є сприяння оптимізації та стандартизації медичної допомоги населенню. Залежно від наявності та повноти електронних записів пацієнтів, інтеграції штучного інтелекту у програмне забезпечення бази даних, сучасна ППКР може включати калькулятори оцінки клінічного ризику, оптимізацію клінічного обстеження, встановлення діагнозу і

© Демчук А. В., Константинович Т. В., Ліваковська Д. І., Слепченко Н. С., Побережець В. Л., 2024

www.search.crossref.org

DOI: 10.31215/2306-4927-2024-32-4-32-36

лікування пацієнтів, моделювання прогнозів і результатів [7].

Протягом останніх років шаленої популярності та стрімкого поширення набув ChatGPT (Generative Pre-training Transformer), що являє собою доступну неймережу, яка використовує можливості штучного інтелекту для розпізнавання мови, пошуку інформації в мережі Інтернет, ефективного навчання та виконання завдань [8]. ChatGPT був створений командою OpenAI 30 листопада 2022 року та лише за 5 днів свого існування охопив 1 млн користувачів. Щомісяця ChatGPT використовує 616 млн. людей, що підтверджує його ефективність, актуальність та універсальність [9].

В медичній практиці ChatGPT може діяти, як цифровий помічник для лікарів, що здатен витягувати важливу інформацію з записів про пацієнта, симптоми його хвороби, поточне лікування, потенційні алергічні або інші несприятливі реакції, результати додаткових методів дослідження. Іншою сферою застосування ChatGPT є автоматизація адміністративних функцій, на які лікарі та медичний персонал витрачають близько 16,4 години на тиждень, що обмежує час для надання медичної допомоги. За допомогою ChatGPT можна планувати зустрічі, створювати нотатки, писати листи та виконувати інші рутинні завдання.

Застосунок можна використовувати для створення клінічних нотаток, рекомендацій щодо діагностики та лікування для пацієнта, що будуть написані зрозумілою пересічній людині мовою з поясненнями термінології простими словами [9].

ChatGPT допомагає медичному працівнику у створенні та веденні професійного блогу в соціальних мережах. Штучний інтелект може запропонувати тему допису, стисло подати головну інформацію, автоматизувати процес планування публікацій тощо [10].

Підтвердженням визнання надзвичайних переваг сучасних цифрових технологій є видання Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я (ВООЗ) рекомендацій щодо застосування штучного інтелекту лікарями для діагностики та лікування пацієнтів, можливості його використання безпосередньо пацієнтом для дослідження симптомів, усвідомлення та дотримання рекомендацій з лікування. Експерти ВООЗ наголошують, що великі мультимодальні системи управління даними можуть виконувати канцелярські та адміністративні завдання, такі як документування та узагальнення прийомів пацієнтів в електронних медичних записах, або бути залученими до наукових досліджень та розробки ліків, у тому числі створення нових лікарських формул [11].

Одним з найбільш поширених та непередбачуваних захворювань людини є пневмонія, яка займає провідне місце серед причин смерті від інфекційних захворювань у світі. Тому використання сучасних інформаційних технологій при курації пацієнтів з пневмонією має важливе клінічне значення [12].

За даними одного з останніх системних оглядів щодо діагностики та лікування негоспітальної пневмонії (НП) застосування штучного інтелекту, системи ППКР у веденні пацієнтів дозволяє стандартизувати критерії необхідності госпіталізації та оцінки ризику смертності, прогно-

зування ускладнень і лікування антибіотиками, провести диференціальну етіологічну діагностику [13].

В Україні система електронного обігу медичних документів впроваджується протягом останнього десятиліття, потужної цифрової системи ППКР немає. Тому використання унікальних властивостей ChatGPT можуть покращити діагностику, лікування, профілактику та оцінку прогнозу пацієнтів з НП.

Мета дослідження — встановити ефективність використання ChatGPT як засобу підтримки прийняття клінічних рішень у хворих на НП.

Матеріали та методи дослідження

Для оцінки можливостей ChatGPT було відібрано 30 історій хвороб пацієнтів з НП III клінічної групи, які лікувались у терапевтичному та пульмонологічному відділеннях Комунального некомерційного підприємства «Вінницька міська клінічна лікарня №1». Середній вік пацієнтів склав ($65,2 \pm 7,4$) роки: чоловіків було 15 (50%), жінок — 15 (50%) осіб. Структура супутньої патології наведена у табл. 1.


Таблиця 1

Структура супутньої хронічної патології хворих НП (n = 30)

Супутня хронічна патологія	абс.	%
Бронхіальна астма	7	23,3
Хронічне обструктивне захворювання легень	6	20,0
Хронічна серцева недостатність	11	36,7
Порушення ритму	6	20,0
Цукровий діабет	4	13,3
Ожиріння	7	23,3
Онкологічні захворювання	3	10,0
Хронічна хвороба нирок IV	2	6,7

1. Пацієнт О. 62 роки поступив в терапевтичне відділення 23.01.24., скаржитися на малопродуктивний кашель, підвищення температури тіла до 38,8 С, задишку, що посилюється при фізичному навантаженні, головний біль та головокружіння, сухість в ротовій порожнині, дискомфорт в епігастральній ділянці, виражену загальну слабкість. Зі слів пацієнта захворів близько 5 днів тому, коли з'явилась ломота в тілі та виражена загальна слабкість, піднялась температура до 38 С та з'явився кашель. З інфекційними хворими не контактував та вираженого переохолодження не відмічає. З анамнезу відомо, що пацієнт протягом 7 років хворіє на цукровий діабет, з цього приводу отримує таб. Метформін та таб. Діабетон MR. Близько 2 -3 років хворіє на гіпертонічну хворобу приймає таб. Бісопролол, таб. Спіронолактон, таб. Лосартан, таб. Амлодипін, таб. Симвастатин та таб. АСК. Об'єктивно: свідомість – ясна; ЧД – 21 /хв; рО₂ - 94 %; ЧСС – 96 уд/хв; АТ – 150/90 мм рт.ст. Аускультативно: дихання везикулярне, жорстке. Вислуховуються вологі дрібнопухирчасті хрипи в нижніх відділах обох легень; Рентген від 23.01.24 - при наявності клініко-лабораторних даних не виключена двобічна нижньо-дольова пневмонія. Спирометрія та бак. посів мокротиння на момент огляду відсутні. Лабораторно: лейкоцити: 4.0 г/л; гемоглобін 148 г/л; п-9 %; с – 69 %; м-7 %; л – 13 %; е – 2 %; ШОЕ – 8 мм/год; СРБ – 1.14 мг/дл; Встанови діагноз?

Рис 1. Приклад презентації клінічного випадку для Chat GPT

 ChatGPT

На підставі наданих симптомів, клінічних даних та лабораторних результатів можна встановити наступний діагноз для пацієнта О., 62 роки:

Двобічна нижньо-дольова пневмонія

Обґрунтування діагнозу:

- Симптоми:**
 - Малопродуктивний кашель.
 - Підвищення температури тіла до 38,8°C.
 - Задишка, що погіршується при фізичному навантаженні.
 - Головний біль та головокружіння.
 - Сухість у ротовій порожнині.
 - Дискомфорт в епігастральній ділянці.
 - Виражена загальна слабкість.
- Об'єктивні дані:**
 - Аускультативно: вологі дрібнопухирчасті хрипи в нижніх відділах обох легень.
 - Рентгенологічне дослідження показало підозру на двобічну нижньо-дольову пневмонію.
- Лабораторні дані:**
 - Лейкоцити у межах норми (4,0 г/л).
 - Збережений рівень гемоглобіну (148 г/л).
 - Невисока ШОЕ (8 мм/год) та нормальний СРБ (1,14 мг/дл), що не вказують на значну системну запальну реакцію.

Дані вказують на активний вірусний або бактеріальний інфекційний процес у легенях, що привів до пневмонії. При врахуванні наявності супутніх захворювань (цукровий діабет і гіпертонічна хвороба), важливо вибрати антибіотикотерапію, що враховує можливі взаємодії з існуючими препаратами.

Таким чином, діагноз "двобічна нижньо-дольова пневмонія" потребує подальшого обстеження та лікування в умовах терапевтичного відділення.

Рис. 2. Обґрунтування клінічного діагнозу Chat GPT

Двобічне ураження легень спостерігалось в у 15 (50 %) пацієнтів. НП локалізувалась у правій легені в 9 (30 %) випадках, у лівій легені в 7 (23 %) випадках.

Кожний клінічний випадок був представлений для ChatGPT (версія 3.5) з персонального комп'ютера у вигляді текстового документу, що містив інформацію про скарги пацієнта, анамнез захворювання та життя, об'єктивне обстеження, дані лабораторних та інструментальних методів дослідження (рис. 1). ChatGPT було задано запитання щодо діагнозу, підрахунку балу за шкалою CRB-65 для оцінки важкості НП, призначення лікування, загальних рекомендацій з ведення пацієнта.

Отриманий результат містив обґрунтування та формулювання діагнозу (рис. 2), розрахунок балу за шкалою CRB-65 щодо вибору місця лікування хворого, рекомендації з призначення фармакологічного

лікування та загальні рекомендації щодо ведення пацієнта.

Правильність відповідей ChatGPT була оцінена за наступними критеріями:

- Вірно: нозологічно правильно встановлений діагноз; правильно названі всі групи препаратів згідно сучасним протоколам лікування; вірно надані подальші рекомендації враховуючи супутню патологію; правильно обрахована шкала CRB-65;
- Частково вірно: окрім припущення про НП, штучний інтелект пропонував ще декілька варіантів діагнозу; призначене лікування відображало не всі групи препаратів згідно сучасних протоколів лікування НП; подальші рекомендації лише частково враховували супутню патологію; шкала CRB-65 обрахована не за всіма критеріями;

- Не вірно: не вірно встановлено нозологічний діагноз; не вірно названі групи препаратів згідно сучасних протоколів лікування негоспітальної пневмонії; подальші рекомендації взагалі не враховували супутню патологію; штучний інтелект не оцінив пацієнта ні по-жодному критерію шкали CRB-65.

Отримані результати були оброблені на персональному комп'ютері за допомогою пакету статистичних програм SPSS Statistics for Windows 28.0.1.0, Training Version.

Результати дослідження та їх обговорення

ChatCPT вірно встановив нозологічний діагноз у 15 (50 %) випадках, у 14 (46,67 %) випадках діагноз було встановлено частково вірно, та у 1 випадку (3,33 %) — не вірно (рис. 3).

Встановлення частково вірного діагнозу НП було пов'язано з тим, що штучний інтелект запропонував декілька варіантів діагнозів, що свідчило про неоднозначність відповіді та потребувало проведення додаткового диференційного діагнозу.

Діагноз НП встановлений не вірно у одного пацієнта, який мав лейкопенію, що ChatCPT оцінив як вірусну інфекцію, не врахувавши при цьому інші симптоми бактеріальної НП — типові скарги, типовий анамнез, типову аускультативну картину, рентгенологічне підтвердження внутрішньоальвеолярної інфільтрації.

Розрахунок шкали CRB-65 для визначення місця лікування хворого та прогнозу НП був вірним у 18 (60 %) клінічних випадках. Не вірний розрахунок балу CRB-65 у 12 (40 %) клінічних ситуаціях був пов'язаний з тим, що штучний інтелект не оцінив пацієнтів ні за жодним критерієм шкали CRB-65 і, відповідно, не обчислив загальну суму балів, що свідчить про недостатню навченість застосунку і робить його не придатним для прийняття рішення про необхідність госпіталізації (рис. 4).

Запропоноване ChatCPT лікування відповідало поточним клінічним рекомендаціям у 20 (66,7 %) випадках та включало оксигенотерапію, антибактеріальні препарати, патогенетичну та симптоматичну терапію (антипиретики, інфузійні та бронхолітичні препарати) [12].

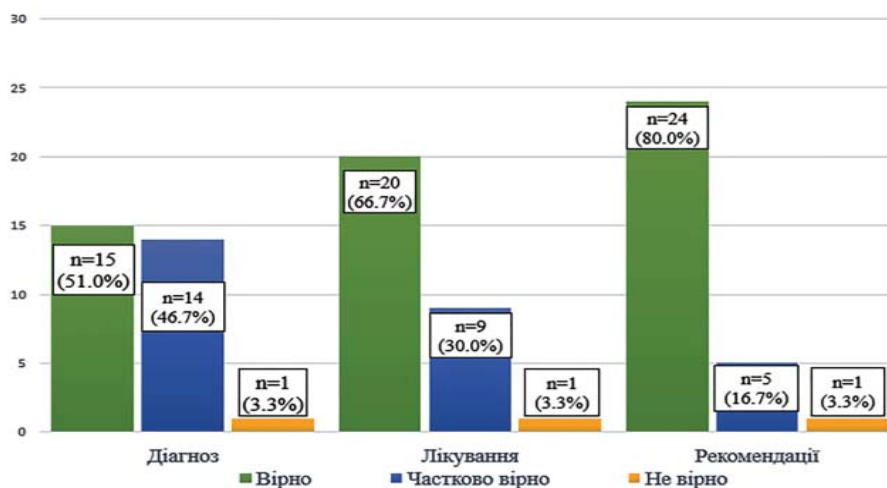


Рис. 3. Результати відповідності оцінки ChatCPT клінічних випадків НП клінічному протоколу з надання допомоги хворим з НП ($p < 0,05$)

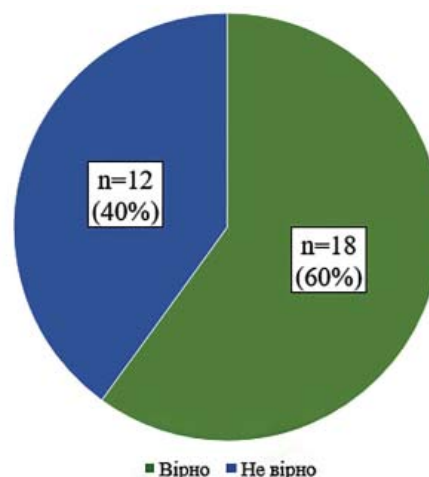


Рис. 4. Результати оцінки ChatCPT стану пацієнтів з НП за шкалою CRB-65

Призначення частково вірного лікування було виявлено у 9 (30 %) випадках, що зумовлено частковим переліком всіх необхідних груп препаратів, згідно сучасних рекомендацій щодо ведення пацієнтів з НП [12]. Помилкове, невідповідне рекомендаціям, емпіричне антибактеріальне лікування було запропоновано одному пацієнту (3,33 %) через те, що ChatGPT помилився в діагнозі, встановивши вірусну інфекцію верхніх дихальних шляхів. Це призвело до недооцінки стану пацієнта за шкалою CRB-65, відсутності рекомендацій з антибактеріальної терапії та коректного ведення.

Загальні рекомендації, щодо ведення пацієнтів були вірними у 24 випадках (80 %) та полягали у призначенні ліжкового режиму, забезпечення достатнього режиму пиття, раціонального і збалансованого харчування, обмеження фізичного навантаження на період хвороби.

Частково вірні рекомендації визначались у 5 (16,7 %) випадках та включали призначення ліжкового режиму та достатнього режиму пиття.

За даними Barbieri M. A. et al. (2024) застосування штучного інтелекту дозволяє оцінювати стан пацієнта в динаміці, застосовуючи стандартизований підхід, який виключає суб'єктивну складову в оцінці стану пацієнта з НП та визначенні необхідності госпіталізації, що сприяє

покращенню надання допомоги, оптимізує використання медичних ресурсів [14].

За нашими даними, ChatGPT невірно оцінив потребу в госпіталізації у 12 (40,0 %) пацієнтів, що свідчить про недостатню ефективність застосування для визначення прогнозу НП, потреби у госпіталізації та ризику смерті. ChatGPT був не здатен в повній мірі оцінити вплив супутньої патології на перебіг НП, прийом препаратів базисної терапії та їх взаємодію з антибіотиками. З іншого боку НП, як гострий системний запальний процес, здатна порушувати стан контролю супутніх захворювань, спричиняти їх загострення, що потребує додаткової корекції та залучення медичних ресурсів.

Безперечно, ChatGPT є одним з найбільш потужних та зручних у застосуванні реферативних засобів для отримання легкої для сприйняття та усвідомлення важливої інформації стосовно стану здоров'я, початкового самоаналізу симптомів НП пацієнтом, що спонукає вчасно звертатись по медичну допомогу, пояснення складних медичних висновків, особливостей лікування, застосування препаратів, отримання рекомендацій про зміну щоденної активності у разі НП.

ЛІТЕРАТУРА

1. Levin S, Toerper M, Hamrock E, et al. Machine-learning-based electronic triage more accurately differentiates patients with respect to clinical out-comes compared with the emergency severity index. *Ann Emerg Med.* 2018;71:565–574.
2. Bi Q, Goodman KE, Kaminsky J, et al. What is machine learning? A primer for the epidemiologist. *Am J Epidemiol.* 2019;188:2222–2239.
3. Austin PC, Tu JV, Ho JE, et al. Using methods from the data-mining and machine-learning literature for disease classification and prediction: a case study examining classification of heart failure subtypes. *J Clin Epidemiol.* 2013;66:398–407.
4. Greenfield D. Artificial intelligence in medicine: Applications, implications and limitations. Retrieved from Harvard University at <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2019/artificial-intelligence-in-medicine-applications-implications-and-limitations>. 2019.
5. Turing AM. I—Computing machinery and intelligence. *Mind.* 1950;59:433–60.
6. Warner HR, Toronto AF, Veasey LG, Stephenson R. A mathematical approach to medical diagnosis: application to congenital heart disease. *JAMA.* (1961) 177:177–83. doi: 10.1001/jama.1961.03040290005002
7. Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, et al. An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, strategies for success. *npj Digit Med.* 2020;3:1–10. doi: 10.1038/s41746-020-0221-y
8. How does Chat GPT work? Available at: <https://www.atriainnovation.com/en/how-does-chat-gpt-work/>
9. Is ChatGPT Healthcare's Next Big Thing? Available at: <https://www.drugtopics.com/view/is-chatgpt-healthcare-s-next-big-thing>
10. Chat GPT: The Future of Social Media Marketing Available at <https://www.linkedin.com/pulse/chat-gpt-future-social-media-marketing-chris-burns>.
11. ВООЗ надала рекомендації щодо використання штучного інтелекту в медицині. Джерело: <https://medplatforma.com.ua/news/74182-vooz-nadala-rekomendatsii-shchodo-vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-v-meditsini>.
12. Адаптована клінічна настанова, заснована на доказах «Негоспітальна пневмонія у дорослих осіб: етіологія, патогенез, класифікація, діагностика, антимікробна терапія та профілактика» Київ, національна академія медичних наук України 2019 рік.
13. Candel FJ, Salavert M, Basaras M, et al. Ten Issues for Updating in Community-Acquired Pneumonia: An Expert Review. *J Clin Med.* 2023;30(12):6864. doi: 10.3390/jcm12216864. PMID: 37959328; PMCID: PMC10649000
14. Barbieri MA, Battini V, Sessa M. Artificial intelligence for the optimal management of community-acquired pneumonia *Curr Opin Pulm Med.* 2024;30(3):252–257. doi: 10.1097/MCP.0000000000001055.

Однак для використання його у якості застосування ППКР необхідним є вдосконалення налаштування, підвищення ефективності роботи ChatGPT із залученням медичних фахівців, експертів, проведення клінічних досліджень для оцінки його чутливості, специфічності, якості та ефективності.

Висновки та перспективи подальших розробок

1. ChatGPT, який ґрунтується на даних суб'єктивного, об'єктивного та додаткових досліджень, в більшості випадків здатен встановити діагноз НП.
2. Здатність ChatGPT визначити місце лікування за показником балу CRB-65 виявилась низькою.
3. Використання ChatGPT для призначення антибактеріального лікування та загальні рекомендації в більшості випадків відповідають сучасним державним рекомендаціям з ведення хворих НП.
4. Валідизація ChatGPT в якості засобу ППКР потребує вдосконалення програмного забезпечення із залученням медичних фахівців та проведення доказових клінічних випробувань.

REFERENCES

1. Levin S, Toerper M, Hamrock E, et al. Machine-learning-based electronic triage more accurately differentiates patients with respect to clinical out-comes compared with the emergency severity index. *Ann Emerg Med.* 2018;71:565–574.
2. Bi Q, Goodman KE, Kaminsky J, et al. What is machine learning? A primer for the epidemiologist. *Am J Epidemiol.* 2019;188:2222–2239.
3. Austin PC, Tu JV, Ho JE, et al. Using methods from the data-mining and machine-learning literature for disease classification and prediction: a case study examining classification of heart failure subtypes. *J Clin Epidemiol.* 2013;66:398–407.
4. Greenfield D. Artificial intelligence in medicine: Applications, implications and limitations. Retrieved from Harvard University at <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2019/artificial-intelligence-in-medicine-applications-implications-and-limitations>. 2019.
5. Turing AM. I—Computing machinery and intelligence. *Mind.* 1950;59:433–60.
6. Warner HR, Toronto AF, Veasey LG, Stephenson R. A mathematical approach to medical diagnosis: application to congenital heart disease. *JAMA.* (1961) 177:177–83. doi: 10.1001/jama.1961.03040290005002
7. Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, et al. An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, strategies for success. *npj Digit Med.* 2020;3:1–10. doi: 10.1038/s41746-020-0221-y
8. How does Chat GPT work? Available at: <https://www.atriainnovation.com/en/how-does-chat-gpt-work/>
9. Is ChatGPT Healthcare's Next Big Thing? Available at: <https://www.drugtopics.com/view/is-chatgpt-healthcare-s-next-big-thing>
10. Chat GPT: The Future of Social Media Marketing Available at <https://www.linkedin.com/pulse/chat-gpt-future-social-media-marketing-chris-burns>.
11. ВООЗ надала рекомендації щодо використання штучного інтелекту в медицині (WHO provided recommendations on the use of artificial intelligence in medicine). Available at: <https://medplatforma.com.ua/news/74182-vooz-nadala-rekomendatsii-shchodo-vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-v-meditsini>.
12. *Adaptovana klinichna nastanova, zasnovana na dokazakh «Nehospitalna pnevmoniya u doroslykh osob: etiologiya, patohenez, klasyfikatsiya, diahnostyka, antimikrobnaya terapiya ta profilaktyka»* (Adapted evidence-based clinical guideline “Community-acquired pneumonia in adults: etiology, pathogenesis, classification, diagnosis, antimicrobial therapy and prevention”). Kyiv, natsionalna akademiya medychnykh nauk Ukrainy. 2019 rik.
13. Candel FJ, Salavert M, Basaras M, et al. Ten Issues for Updating in Community-Acquired Pneumonia: An Expert Review. *J Clin Med.* 2023;30(12):6864. doi: 10.3390/jcm12216864. PMID: 37959328; PMCID: PMC10649000
14. Barbieri MA, Battini V, Sessa M. Artificial intelligence for the optimal management of community-acquired pneumonia *Curr Opin Pulm Med.* 2024;30(3):252–257. doi: 10.1097/MCP.0000000000001055.