DOI: https://doi.org/10.32782/spmed.2024.2.128-136

Методологічні підходи до застосування штучного інтелекту в системі громадського здоров'я

УДК 004.8:614.2

Я. В. Першегуба

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Стаття присвячена вивченню методологічних підходів до застосування штучного інтелекту в системі громадського здоров'я. *Мета.* Розробити методологічні підходи до застосування штучного інтелекту в системі громадського здоров'я на основі оцінки ризиків для здоров'я населення. *Методи.* Аналіз наукової, науково-методичної літератури, узагальнення, синтез, абстрагування, формалізація. *Результати.* Виконано системний аналіз наукової, науково-методичної літератури та інших джерел інформації, що стосуються методологічних підходів застосування штучного інтелекту в системі громадського здоров'я на основі оцінки ризиків для здоров'я населення від забруднення довкілля. За отриманими результатами було зроблено висновки, що штучний інтелект має потенціал покращити здатність системи громадського здоров'я підтримувати здоров'я всіх людей у всіх громадах та збільшити швидкість і точність діагностичних процедур, покращуючи результати для здоров'я населення. Розробка зрозумілих методологій штучного інтелекту для діагностичних систем сприяє підвищенню довіри громадськості до використання штучного інтелекту в охороні здоров'я. Систему штучного інтелекту можна використовувати для виявлення і оцінювання ризиків потенційних спалахів та відстеження поширення захворювань, епідемій у реальному часі. Під час використання штучного інтелекту в системі громадського здоров'ям виникають проблеми з упередженням і дискримінацією, що призводить до несправедливого розподілу ресурсів у громадах, тому потрібні подальші дослідження використання методів штучного інтелекту для спостереження за громадським здоров'ям.
Ключові слова: штучний інтелект, громадське здоров'я, методологія оцінювання ризику, здоров'я населення.

Methodological approaches to the application of artificial intelligence in the public health system

Ya. V. Pershehuba

Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. The article is focused on the methodological approaches to the application of artificial intelligence in the public health system. *Objective.* To develop methodological approaches to the use of artificial intelligence in the public health system based on public health risk assessment. *Methods.* Analysis of scientific, scientific and methodological literature, generalization, synthesis, abstraction, formalization. *Results.* A systematic analysis of scientific, scientific-methodological literature and other information sources related to methodological approaches to the use of artificial intelligence in the public health system based on the assessment of risks to public health from environmental pollution was performed. Based on the results, it was concluded that artificial intelligence has the potential to improve the ability of the public health system to support the health of all people in all communities and to increase the speed and accuracy of diagnostic procedures, thus improving public health outcomes. The development of understandable AI methodologies for diagnostic systems helps to increase public confidence in the use of AI in healthcare. Artificial intelligence systems can be used to identify and assess the risks of potential outbreaks and track the spread of diseases and epidemics in real time. When using artificial intelligence in public health, there are problems with bias and discrimination, which leads to an unfair distribution of resources in communities, so further research is needed on the use of artificial intelligence methods for public health surveillance.
Keywords: artificial intelligence, public health, risk assessment methodology, state of public health.

© Я. В. Першегуба, 2024

Постановка проблеми. Громадська охорона здоров'я — це наука про захист і покращення здоров'я людей та їх спільнот. Ця робота досягається шляхом популяризації здорового способу життя, дослідження профілактики захворювань і травм, а також виявлення, запобігання та реагування на інфекційні захворювання. Загалом, громадське здоров'я пов'язане із захистом здоров'я всього населення [7]. Політики та інститути громадянського суспільства потребують точної та своєчасної інформації для прийняття обґрунтованих рішень у складних середовищах, таких як системи охорони здоров'я. Використання штучного інтелекту (ШІ) в політиці охорони здоров'я приведе до нових узагальнень та інноваційних рішень для інтелектуального прийняття рішень і збору даних. Створюючи нові платформи та набори інструментів, ШІ дає можливість робити висновки на основі достовірних фактів [27].

У сфері охорони здоров'я ШІ почали широко застосовувати лише нещодавно — з появою COVID-19 — для прогнозування ризиків, контролю дезінформації, нагляду за громадським здоров'ям, прогнозування захворювань, моделювання пандемії чи епідемії та діагностики стану здоров'я. Однак впровадження ШІ в охорону здоров'я не є універсальним через такі фактори, як обмежена інфраструктура, відсутність технічного розуміння, брак даних і проблеми етики та конфіденційності [24].

Штучний інтелект має потенціал для революції в дослідженнях шляхом автоматизації аналізу даних, створення нових ідей і підтримки відкриття нових знань. Так, дослідження показало, що він може сприяти дослідженням у сфері охорони здоров'я як член команди [16]. Хоча медичні технології з'являються та вдосконалюються швидкими темпами, стратегічна та справедлива інтеграція нових технологій у систему охорони здоров'я відстає.

Сьогодні дослідники зосереджуються на виявленні, просуванні та заохоченні спільних нових технологій та керівництві їх входженням у систему охорони здоров'я як повністю інтегрованих цифрових платформ та інструментів для оптимальної роботи системи охорони здоров'я, а також сприяння стратегічному обміну, зв'язку та використанню даних, створених або зібраних новими технологіями [21]. Швидкі досягнення ШІ підняли багато питань щодо механізмів регулювання та управління для автономних машин. Багато науковців і політиків закликають забезпечити прозорість, справедливість і підзвітність алгоритмів, які керують життям. Для регулювання ШІ та алгоритмічних систем потрібні інструменти для програмування, налагодження та підтримки алгоритмічного соціального контракту, угоди між різними зацікавленими сторонами за посередництва машин [26].

Мета дослідження — розробити методологічні підходи до застосування штучного інтелекту в системі громадського здоров'я на основі оцінки ризиків для здоров'я населення.

Методи дослідження: аналіз наукової, науково-методичної літератури, узагальнення, синтез, абстрагування, формалізація.

Результати дослідження та їх обговорення. Штучний інтелект — це використання автоматизованих алгоритмів, які виконують процеси, подібні до здатності людського мозку навчатися, синтезувати, аналізувати, узагальнювати та вирішувати завдання. Зазвичай ці алгоритми базуються на обробці природної мови, аналізу даних, глибокому навчанні, машинному навчанні [22, 29]. ШІ — це функція, за допомогою якої машини навчаються виконувати завдання, а не просто виконувати обчислення, які вводять люди. Ранні програми ШІ включали машини, які могли грати в такі ігри, як шашки та шахи, а також програми, які могли відтворювати мову.

Машинне навчання — підхід до штучного інтелекту, за якого комп'ютерний алгоритм (набір правил і процедур) розробляється для аналізу та прогнозування даних, які надходять у систему. Технології, засновані на машинному навчанні, використовуються щодня, наприклад персоналізовані стрічки новин. Нейронні мережі — підхід машинного навчання за моделлю мозку, у якому алгоритми обробляють сигнали через взаємопов'язані вузли, які називаються штучними нейронами. Імітуючи біологічні нервові системи, штучні нейронні мережі успішно використовувалися для розпізнавання та прогнозування моделей нейронних сигналів, залучених до роботи мозку.

Глибоке навчання — форма машинного навчання, яка використовує багато рівнів обчислень для формування так званої глибокої нейронної мережі, здатної навчатися на основі великих обсягів складних неструктурованих даних. Глибокі нейронні мережі відповідають за віртуальних помічників з голосовим керуванням, а також за безпілотні транспортні засоби, які навчаються розпізнавати дорожні знаки [30]. ШІ все ширше застосовують у різних галузях науки і техніки. Відповідно до сучасних досліджень, медицина залучає все більше технологій ШІ, впровадження якого в системі громадського

здоров'я може призвести до позитивних і негативних ефектів [5].

Поширення знань про те, «що працює» в охороні здоров'я, доступність потужних і доступних інформаційних технологій, рутинна цифрова документація надання медичних послуг і накопичення розуміння того, як прищепити поведінку, яка сприяє здоров'ю, стають більш доступними. Удосконалення системного рівня вимагає широкої та різноманітної інтелектуальної спільноти. Необхідна трансдисциплінарна спільнота, яка складатиметься з науковців, які мають досвід у соціальних, політичних, технічних і клінічних сферах, а також багатьох інших, які приносять критичний досвід з практики. У відповідь на ці імперативи з'явилося бачення систем навчання здоров'я [11].

Штучний інтелект уже досяг успіху в охороні навколишнього середовища та гігієні, використовуючи дані, отримані датчиками, нанотехнологіями та роботами. ШІ виявився цінним у всьому спектрі охорони здоров'я — від допомоги радіологам у виявленні захворювань до прогнозування труднощів під час операції. Наприклад, датчики для перевірки води з інструментами штучного інтелекту були поєднані з мікроскопами для виявлення бактеріального забруднення очисних споруд шляхом щогодинного відбору та аналізу проб води. Потім результати перевіряються людьми на місці. Таким чином система ШІ може значно скоротити час обробки результатів тестування на противагу сьогоднішнім методам, які включають відправку зразків для лабораторних досліджень та дорогих автоматизованих систем [18]. Машинний зір стає основою в цих діагностичних програмах і слід зазначити, що вдосконалення в цій галузі будуть тісно корелювати з надійними програмами діагностики.

Застосування ШІ в медичній діагностиці перебуває на ранній стадії впровадження в багатьох спеціальностях, оскільки на сьогодні доступні обмежені дані про результати лікування пацієнтів. Ці програми можуть вплинути на те, як клініцисти та системи охорони здоров'я підходять до діагностики, а також на здатність людей розуміти зміни свого здоров'я в реальному часі. Незважаючи на великі перспективи, ШІ у медичній діагностиці все ще є відносно новим підходом, і багатьом клініцистам ще належить переконатися в його надійності, чутливості та в тому, як він буде практично інтегрований у клінічну практику без шкоди для клінічного досвіду [8, 31].

Основні ресурси медичних знань уже використовують алгоритми машинного навчання для ранжування результатів пошуку, включаючи алгоритми, які постійно вивчають пошукову поведінку користувачів. Після використання глибокого навчання на скануваннях пацієнтів для відстеження еволюції раку, дослідники сподіваються, що це допоможе покращити відповідь на лікування та прогнозувати виживаність онкохворих. Рак легенів є однією з головних причин смерті в усьому світі, і пухлини є біологічними системами, що розвиваються. Дослідники вважають, що результати можуть мати потенційні клінічні наслідки для адаптивної та персоналізованої терапії [6].

Промислові роботи були значною частиною робочого місця протягом десятиліть. Нові технології промислової робототехніки принесуть як потенційні покращення, так і занепокоєння щодо безпеки та здоров'я працівників. Роботи можуть покращити якість життя працівників, беручи на себе виснажливу, небезпечну та брудну роботу, яка є більш або менш небезпечною для людей. Однак занепокоєння щодо безпеки та здоров'я працівників також виникає через швидкий технологічний прогрес і відсутність досвіду тісної співпраці з новими типами промислових роботів, таких як колаборативні та мобільні роботи, у різноманітних робочих умовах. Зокрема розширення кількості роботів, призначених для роботи в тісній співпраці з людьми, створює нові ризики для робочих місць. Щоб підвищити безпеку, здоров'я та благополуччя працівників у системі громадського здоров'я потрібно:

- відстежувати тенденції травматизму, які пов'язані з робототехнікою;
- оцінювати технології робототехніки, як джерела травм і захворювань на робочому місці та втручання в них;
- встановлювати профілі ризиків роботизованих робочих місць;
- визначати потреби в дослідженнях для покращення безпеки, здоров'я та добробуту людей, які працюють з роботами та робототехнікою;
- підтримувати розробку та прийняття консенсусних стандартів безпеки;
- розробляти та передавати найкращі практики, керівництво та тренінги щодо безпечної взаємодії між працівниками та робототехнікою [13].

У машинному навчанні часто доводиться шукати компроміс між точністю та зрозумілістю. Більш точні моделі, такі як розширені дерева (boosted trees), випадкові ліси (random forests) та нейронні мережі (neural nets), зазвичай не є зрозумілими, але більш зрозумілі моделі, такі як логістична регресія (logistic regression), наївні

байєсовські дерева (model naive-Bayes) та дерева єдиного рішення (single decision trees), часто мають значно гіршу точність. Цей компроміс іноді обмежує точність моделей, які можна застосовувати в критично важливих програмах, таких як система охорони здоров'я, де важлива можливість зрозуміти, перевірити, відредагувати та довіряти вивченій моделі. У прикладі 30-денного дослідження повторної госпіталізації хворих на пневмонію було показано, що ті самі методи масштабуються до великих наборів даних, що містять сотні тисяч пацієнтів і тисячі атрибутів, залишаючись зрозумілими та забезпечуючи точність, порівняну з найкращими (незрозумілими) методами машинного навчання [28].

Неефективність та величезна кількість даних і якісні бар'єри перешкоджають прогресу в покращенні здоров'я та загрожують економічній стабільності суспільства. Разом з тим є інструменти, які дозволяють спрямувати систему охорони здоров'я на правильний курс для досягнення постійного вдосконалення та кращої якості медичної допомоги за менших витрат. Ціни поточної неефективності системи підкреслюють нагальну потребу в загальносистемній трансформації, крім того, неефективність викликає непотрібні страждання [14].

Глобальне дослідження виявило появу кількох нових категорій людських професій, які вимагають навичок і навчання. Загроза того, що автоматизація знищить велику кількість робочих місць у світовій економіці, вже є цілком обґрунтованою. Оскільки системи ШІ стають все більш досконалими, напевно відбудеться нова хвиля переміщення робочих місць: буде створено багато нових, які зовсім не схожі на ті, що існують сьогодні. Так, понад 1000 великих компаній, які вже використовують або тестують ШІ і системи машинного навчання (МН) виявили появу категорій нових, унікальних людських професій. Ці ролі не замінюють старі професії. Вони є новими, вимагають навичок і навчання, які не мають прецедентів. Якщо говорити точніше, то сьогодні виникли три нові категорії робочих місць у бізнесі та технологіях, керованих ШІ. Їх називають тренерами (trainers), пояснювачами (explainers) та підтримувачами (sustainers). Люди в цих ролях доповнюватимуть завдання, які виконуються когнітивними технологіями, забезпечуючи ефективність і відповідальність роботи машин — справедливість, прозорість і можливість перевірки [34].

Незабаром діагностика, створена за допомогою МН, матиме явно кращі показники успішності, ніж діагностика, створена людьми-медиками. Це буде означати, що є домінування діагностики МН для майбутнього надання медичних послуг, для попиту на певних типів лікарів і, у довгостроковій перспективі, для якості самої медичної діагностики. Хоча спочатку лікар і машина можуть бути ефективнішими, ніж обидва окремо, оскільки люди та системи МН можуть робити дуже різні помилки з часом. Якщо буде досягнуто того моменту, коли основна частина клінічних результатів, зібраних у базах даних, є діагнозами, створеними за допомогою МН, це може призвести до майбутніх рішень, які непросто перевірити або зрозуміти лікарям-людям. Враховуючи добре задокументований факт, що стратегії лікування часто не настільки ефективні, коли застосовуються в клінічній практиці, порівняно з попередньою оцінкою, відсутність прозорості, запроваджена алгоритмами МН, може призвести до зниження медичної допомоги та якості послуг системи громадського здоров'я [12].

З моделями МН, які все частіше використовуються для сприяння прийняттю рішень навіть у сферах з високими ставками, зростає інтерес до розробки інтерпретованих моделей. Незважаючи на те що було запропоновано багато моделей, які нібито можна інтерпретувати, було проведено відносно мало експериментальних досліджень, які вивчали чи ці моделі досягають запланованих ефектів, наприклад, змушують людей уважніше слідувати прогнозам моделі, коли це вигідно для них, або дозволяють їм визначати, коли модель припустилася помилки [25]. Нещодавні досягнення в керованому МН підвищили точність діагностики та прогнозування результатів лікування, у деяких випадках перевершуючи ефективність клініцистів. Завдяки великим наборам навчальних даних і мінімальному керівництву людини комп'ютер вчиться узагальнювати інформацію, що міститься в навчальних даних. Результатом є математична функція — модель, яку можна використовувати для зіставлення нового запису з відповідним діагнозом, наприклад зображення для оцінювання сітківки ока. Хоча моделі на основі МН для класифікації або прогнозування майбутнього стану здоров'я розробляються для різноманітних клінічних застосувань, на сьогодні є ще недостатньо доказів того, що їх розгортання покращило лікування та результати пацієнтів [32].

Щороку мільйони людей виходять з кабінету лікаря з неправильним діагнозом. Лікарі намагаються бути систематичними, визначаючи хвороби, але вкрадається упередженість. Вчені зі Сполучених Штатів Америки повідомили, що вони створили систему, яка автоматично діа-

гностує типові дитячі захворювання — від грипу до менінгіту, після обробки симптомів пацієнта, його історії хвороби та результатів лабораторних досліджень і інших клінічних даних. За словами дослідників, система була дуже точною, і з часом вона буде допомагати лікарям діагностувати складні або рідкісні захворювання.

Спираючись на записи майже 600 000 пацієнтів, які відвідували педіатричну лікарню протягом 18 місяців, величезна колекція даних використана для навчання цієї нової системи. Об'єднання даних про охорону здоров'я є особливо складним завданням. Схожі технології розробляються для автоматичного виявлення ознак хвороби на рентгенівських знімках і скануванні сітківки ока. Нова система спирається на нейронну мережу (НМ), різновид ШІ, яка прискорює розвиток усього — від охорони здоров'я до безпілотних автомобілів та військових застосувань. НМ може вивчати завдання в основному самостійно, аналізуючи величезні обсяги даних. В ідеалі такі системи слугували б першою лінією захисту, перевіряючи пацієнтів і виявляючи тих, хто потребує подальшої уваги.

Спочатку група кваліфікованих лікарів анотувала лікарняні записи, додавши мітки, які ідентифікували інформацію, пов'язану з певними захворюваннями. Потім система проаналізувала позначені дані. Потім НМ отримала нову інформацію, включаючи симптоми пацієнта, визначені під час фізичного огляду. Невдовзі ШІ зміг самостійно встановити зв'язок між письмовими записами та спостережуваними симптомами. Після тестування на немаркованих даних програмне забезпечення може конкурувати з продуктивністю досвідчених лікарів. Ця система була на понад 90 % точною при діагностиці астми, а точність лікарів у дослідженні становила від 80 до 94 %. У діагностиці захворювань шлунково-кишкового тракту система була точна на 87 %, порівняно з точністю лікарів від 82 до 90 %.

Здатні розпізнавати закономірності в даних, які люди ніколи не могли ідентифікувати самостійно, НМ можуть бути надзвичайно потужними в потрібній ситуації. Але навіть експертам важко зрозуміти, чому такі мережі приймають певні рішення і як вони навчаються. У зв'язку з цим необхідно провести комплексне тестування, щоб переконати лікарів і пацієнтів у надійності цих систем [20]. Дослідницькі лабораторії вже працюють над перетворенням цих концепцій на повноцінні інструменти для охорони здоров'я, поєднуючи існуючі системи МН та ШІ з набором, що включає кремнієві датчики, які використовуватимуться в «системах гіперзображення» — інструментах, що отримують не лише зображення з видимого світла, яке може бачити людина, а й з інших частин електромагнітного спектра, які ми не можемо бачити. Поєднуючи таку інформацію з потужними камерами та датчиками, гіпервізуалізація дозволяє клініцистам побачити, скажімо, таблетку на молекулярному рівні, щоб визначити, чи це безпечний фармацевтичний препарат, чи сфальсифікований [4].

Експертна група високого рівня з ШІ [9] представила Рекомендації з етики для надійного ШІ. Керівництво висуває набір із семи ключових вимог, яким мають відповідати системи ШІ, щоб вважатися надійними. Спеціальний список оцінювання має допомогти перевірити застосування кожної з ключових вимог:

- Людські права та нагляд — системи ШІ повинні розширювати можливості людей, дозволяючи їм приймати обґрунтовані рішення та заохочуючи їхні основні права.
- Технічна надійність і безпека — системи ШІ мають бути стійкими та безпечними, забезпечуючи запасний план на випадок, якщо щось піде не так, а також бути точними, надійними та відтворюваними. Це єдиний спосіб гарантувати, що ненавмисна шкода може бути зведена до мінімуму та попереджена.
- Конфіденційність і управління даними — окрім забезпечення повної поваги до конфіденційності та захисту даних, необхідно також забезпечити відповідні механізми управління даними, враховуючи їх якість і цілісність, а також забезпечуючи законний доступ до даних.
- Прозорість — дані, система та моделі ШІ мають бути прозорими. Механізми відстеження можуть допомогти досягти цього. Крім того, системи ШІ та їхні рішення мають бути пояснені у спосіб, який адаптований до зацікавлених сторін. Люди повинні знати, що вони взаємодіють із системою ШІ і повинні бути поінформовані про можливості та обмеження системи.
- Різноманітність, відсутність дискримінації та справедливість — слід уникати упередження, оскільки воно може мати численні негативні наслідки — від маргіналізації вразливих груп до загострення упередженого ставлення та дискримінації. Сприяючи розмаїттю, системи ШІ мають бути доступними для всіх, незалежно від будь-якої інвалідності.
- Суспільне та екологічне благополуччя — системи ШІ повинні приносити користь усім людям, у тому числі майбутнім поколінням. Тому необхідно переконатися, що вони є стійкими та екологічно чистими. Крім того, вони повинні вра-

ховувати навколишнє середовище, включаючи інших живих істот.

• Підзвітність — слід запровадити механізми для забезпечення відповідальності та підзвітності систем ШІ та їх результатів. Ключову роль у цьому відіграє можливість перевірки, яка дозволяє оцінювати алгоритми, дані та процеси проєктування, особливо в критичних програмах.

Діагностика є вирішальною складовою громадського здоров'я, оскільки швидка та точна діагностика захворювання необхідна для ефективного лікування та профілактики захворювання. Традиційні діагностичні методи, такі як лабораторне тестування, можуть бути дорогими та трудомісткими, а їхні результати не завжди надійні. ШІ має здатність підвищувати швидкість і точність діагностичних процедур, покращуючи результати для громадського здоров'я. Алгоритми МН можуть досліджувати та інтегрувати величезні обсяги даних, зокрема результати лабораторних тестів і медичних зображень, щоб знаходити закономірності та прогнозувати захворювання. Алгоритми глибокого навчання, які можуть оцінювати складні дані та створювати прогнози з високою точністю, особливо корисні для розшифровки шаблонів у медичних картинах, таких як рентгенівські знімки, які можуть вказувати на наявність захворювання. ШІ може бути використаний для вилучення даних із неструктурованого медичного тексту, такого як записки лікаря та медичні звіти, щоб виявити шаблони даних, які можуть передбачити захворювання. Він може підвищити швидкість і точність діагностичних процедур, покращуючи як здоров'я окремої людини, так і громади в цілому. Вартість лабораторних тестів та інших діагностичних процедур також можна зменшити за допомогою використання ШІ в діагностиці під наглядом експерта.

Застосування ШІ для діагностики в охороні здоров'я не позбавлене недоліків. Оскільки точність передбачень залежить від якості та повноти даних, які використовують для навчання алгоритмів, пошук високоякісних даних може бути складним завданням. Крім того, тести продуктивності, валідація та порівняння зі звичайними методами діагностики слід порівнювати з тими, які отримані з систем на основі ШІ. Ще однією складністю є вимога значного обсягу даних, які не завжди можуть бути доступними. Лікарям також може знадобитися навчання, щоб зрозуміти, як діагностичні алгоритми на основі ШІ отримують результати, щоб пояснити свої прогнози пацієнтам або політикам [2, 10].

Дослідження та практика у сфері громадського здоров'я мають велику користь від інформації, що міститься в електронних медичних записах. Цифрові записи інформації про здоров'я пацієнта, як от історія хвороби, використання рецептів, результати лабораторних досліджень та інша інформація, зберігаються в електронних медичних записах. Вони більш поширені в закладах охорони здоров'я, але пропонують велику кількість інформації для досліджень і практики в системі громадського здоров'я. Однак величезна кількість даних в електронних медичних записах може ускладнити ручний аналіз, що потребує розробки нової технології, щоб робити висновки на основі даних. ШІ має здатність підвищувати ефективність і точність обробки даних в електронних медичних записах, покращуючи результати для громадського здоров'я. Наприклад, для отримання клінічних даних пацієнта, таких як життєво важливі ознаки, лабораторні результати та рецепти ліків.

Алгоритми ШІ здатні обробляти великі обсяги даних в електронних медичних записах для отримання цінної інформації. Ці відомості допомагають у визначенні моделей захворювання, індивідуальних підходах до лікування та ранньому виявленні спалахів інфекційних та неінфекційних хвороб. Використовуючи ШІ в аналізі електронних медичних записів, медичні працівники можуть приймати більш обґрунтовані рішення та надавати оптимізовану допомогу. Проте застосування штучного інтелекту для електронних медичних записів в охороні здоров'я не позбавлене проблем. Оскільки точність прогнозів залежить від якості та повноти даних, які використовують для навчання алгоритмів, пошук високоякісних даних є однією з ключових проблем. Важливо захищати безпеку та конфіденційність даних пацієнтів при використанні ШІ для обробки електронних медичних записів. Використання штучного інтелекту для персоналізованої медицини, де алгоритми можуть досліджувати інформацію з електронних медичних записів та інших джерел для прогнозування ризику захворювання та прийняття рішень щодо лікування конкретних пацієнтів, є однією з перспективних сфер розвитку. Незважаючи на те що з використанням ШІ в охороні здоров'я залишаються труднощі, такі як вимога до високоякісних даних і етичні проблеми, ця технологія також має багато потенційних переваг. Майбутні дослідження в цій галузі мають бути зосереджені на підвищенні точності та ефективності алгоритмів, вирішенні моральних і правових проблем і стандартизації платформ електронних медичних записів [24].

Вирішальним компонентом громадського здоров'я є прогнозування ризиків, оскільки воно дає змогу зосереджено керувати захворюваннями або діяти на випередження — профілактично. Традиційні методи прогнозування ризику, такі як ручні обчислення на основі клінічних і демографічних даних, можуть зайняти час і не завжди дати надійні результати [23]. ШІ має потенціал для підвищення ефективності та точності прогнозування ризиків, що приведе до кращих результатів для громадського здоров'я. Великі обсяги даних, як от електронні медичні записи, можна аналізувати за допомогою алгоритмів машинного навчання, щоб знайти закономірності та передбачити ймовірність захворювань. Крім того, ці алгоритми можуть досліджувати складні дані, включаючи геномні та медичні зображення, щоб знайти закономірності, які можуть оцінити ймовірність захворювання.

Інтеграція ШІ з іншими технологіями, включаючи гаджети та геноміку, має потенціал для надання більш точних прогнозів у реальному часі. Крім того, зрозумілі інструменти ШІ можуть допомогти підвищити підзвітність і відкритість систем, розкриваючи, як алгоритми роблять прогнози, і таким чином сприяти довірі до використання ШІ в охороні здоров'я та системі громадського здоров'я.

Для прогнозування ризику в системі громадського здоров'я основною проблемою є виявлення осіб, які мають підвищений ризик розвитку конкретних захворювань. Традиційні підходи ґрунтуються на демографічному та клінічному аналізі даних, які можуть не повністю охоплювати малопомітні фактори ризику або умови, що розвиваються. Методи ШІ, включаючи МН та обробку природної мови, покращують прогнозування ризиків шляхом інтеграції різноманітних джерел даних, виявлення нелінійних зв'язків і прихованих закономірностей [17]. ШІ використовують для прогнозування ризику таких подій, як інфаркти, інсульти та автомобільні аварії. Наприклад, IBM Watson Health розробила модель, яка може передбачити ризик серцевого нападу з точністю до 90 % [15, 24].

Традиційні методи просторового моделювання, такі як ручний збір та аналіз даних, не завжди можуть дати точні висновки та можуть зайняти багато часу для вивчення проблеми [33]. ШІ може підвищити ефективність і точність географічного моделювання, покращуючи результати охорони здоров'я. Великі географічні дані, наприклад супутникові зображення, можна аналізувати за допомогою алгоритмів МН, щоб знаходити тенденції та прогнозувати виникнення і поширення хвороб [19]. Інтеграція географічних інформаційних систем з ШІ є подальшим розвитком просторового моделювання в системі громадського здоров'я. Це дасть змогу досліджувати масивні та різноманітні набори даних, такі як дані соціальних медіа і електронні записи про стан здоров'я у географічному контексті для створення більш точних прогнозів та виявлення тенденцій, які раніше було складно помітити.

Використання алгоритмів глибокого навчання для просторового моделювання в охороні здоров'я є ще однією новою тенденцією в ШІ. Ці алгоритми можуть досліджувати складні дані, включаючи генетику та медичні зображення, щоб знайти закономірності, які можуть сигналізувати про небезпеку захворювання в певних регіонах. Завдяки прогресу досліджень МН, керованого даними, було вирішено багато проблем прогнозування. Стало критично важливо досліджувати, як МН та, зокрема, методи глибокого навчання можна використовувати для аналізу даних в системі громадського здоров'я [1].

На сьогодні ШІ все ще перебуває в зародковому стані [3], але він готовий змінити систему громадського здоров'я та надання медичних послуг. Завдяки прориву в алгоритмах МН, розширеній обчислювальній потужності та збільшенню обсягу даних і ємності зберігання за останнє десятиліття ШІ досяг значних успіхів у багатьох медичних спеціальностях. Інструменти ШІ показали, що вони можуть відповідати або навіть перевищувати продуктивність експертів у медичних спеціальностях, які покладаються на людську інтерпретацію, а саме: радіологія, гігієна, патологія, дерматологія, гастроентерологія та офтальмологія. Ентузіазм потенціалу технології ШІ супроводжується занепокоєнням щодо якості даних, кількості та прозорості моделей ШІ, доказів клінічної користі, регуляторних проблем, а також етичного використання даних і впливу справедливості та упередженості результатів. Обмежена доступність і можливість інтерпретації великих обсягів даних, які є ключовими для навчання моделей ШІ. Пристрої та обладнання, які необхідні для збору великого обсягу даних, є дорогими та можуть бути недоступними в багатьох системах охорони здоров'я. Інше серйозне занепокоєння полягає в тому, що для того, щоб моделі ШІ почали використовуватися в клінічній практиці та системі громадського здоров'я, штучний інтелект повинен завоювати довіру користувачів. Прозорість алгоритмів ШІ є ключовою, оскільки користувачі повинні розуміти причини, що стоять за моделями прогнозування ШІ, та мати змогу

розпізнавати потенційно неправильні прогнози. Інше велике занепокоєння полягає в здатності враховувати та усувати упередження алгоритмів ШІ, які можуть поставити під загрозу результати та посилити розбіжності в доступі до системи охорони здоров'я різних верств населення.

Висновки:

1. Штучний інтелект має потенціал для покращення здатності системи громадського здоров'я підтримувати здоров'я всіх людей у всіх громадах та збільшити швидкість і точність діагностичних процедур, покращуючи результати для здоров'я населення.

2. Розробка зрозумілих методологій штучного інтелекту для діагностичних систем сприяє підвищенню довіри громадськості до використання їх в охороні здоров'я.

3. Систему штучного інтелекту можна використовувати для виявлення і оцінювання ризиків потенційних спалахів та відстеження поширення захворювань, епідемій в реальному часі.

4. Під час використання штучного інтелекту в системі громадського здоров'ям виникають проблеми з упередженням і дискримінацією, що призводить до несправедливого розподілу ресурсів у маргіналізованих громадах.

5. Потрібні подальші дослідження щодо використання методів штучного інтелекту для спостереження за громадським здоров'ям.

Перспективи подальших досліджень передбачають розробку методології оцінювання впливу забрудненого довкілля на здоров'я населення в певному регіоні чи місті за допомогою штучного інтелекту.

Література

1. Ahmedt-Aristizabal D, Armin MA, Denman S, Fookes C, Petersson L. Graph-Based Deep Learning for Medical Diagnosis and Analysis: Past, Present and Future. Sensors. 2021 Jul 12;21(14):4758. doi: 10.3390/s21144758. PMID: 34300498; PMCID: PMC8309939

2. Arabahmadi M, Farahbakhsh R, Rezazadeh J. Deep Learning for Smart Healthcare-A Survey on Brain Tumor Detection from Medical Imaging. Sensors (Ba-sel). 2022 Mar 2;22(5):1960. doi: 10.3390/s22051960. PMID: 35271115; PMCID: PMC8915095

3. Artificial Intelligence in Medicine and Public Health: Prospects and Challen-ges Beyond the Pandemic. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Ge-orgia Artificial Intelligence in Medicine and Public Health: Prospects and Challenges Beyond the Pandemic https://blogs.cdc.gov/genomics/2022/03/01/artificial-intelligence-2

4. Best J. AI that knows you're sick before you do: IBM's five-year plan to remake healthcare. ZDNet. 2017. https://www.zdnet.com/article/ai-that-knows-youre-sick-before-you-do-ibms-five-year-plan-to-remake-healthcare

5. Bitkina OV, Park J, Kim HK. Application of artificial intelligence in medical technologies: A systematic review of main trends. DIGITAL HEALTH. 2023;9. doi:10.1177/20552076231189331

6. Brown D. 2018. RSNA 2018: Researchers use AI to predict cancer survival, treatment response. AI in Healthcare News. https://www.aiin.healthcare/topics/research/research-ai-cancer-survival-treatment-response

7. CDC Foundation. 2019. What is public health? https://www.cdcfoundation.org/what-public-health

8. Daniel Faggella Machine Learning for Medical Diagnostics - 4 Current Applications Emerj Artificial Intelligence Research https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-learning-medical-diagnostics-4-current-applications/

9. EU Commission. 2019. Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence. https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai

10. Fitzpatrick F, Doherty A, Lacey G. Using Artificial Intelligence in Infection Prevention. Curr Treat Options Infect Dis. 2020;12(2):135-144. doi: 10.1007/s40506-020-00216-7. Epub 2020 Mar 19. PMID: 32218708; PMCID: PMC7095094

11. Friedman CP, Allee NJ, Delaney BC, Flynn AJ, Silverstein JC, Sullivan K, Young KA. The science of Learning Health Systems: Foundations for a new journal. Learn Health Sys. 2017; 1:e10020. doi: 10.1002/lrh2.10020

12. Froomkin A. Michael and Kerr, Ian R. and Pineau, Joelle, When AIs Outperform Doctors: Confronting the Challenges of a Tort-Induced Over-Reliance on Machine Learning. February 20, 2019.

13. Hsiao H, Choi H, Sammarco J, Earnest S, Castillo D, and Hill G. NIOSH presents: An occupational safety and health perspective on robotics applications in the workplace; 2017. https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2017/12/05/robot_safety_conf

14. Institute of Medicine. Best care at lower cost: The path to continuously learning health care in America. Washington, DC: The National Academies Press; 2013. https://doi.org/10.17226/13444

15. Johnson KB, Wei WQ, Weeraratne D, Frisse ME, Misulis K, Rhee K, Zhao J, Snowdon JL. Precision Medicine, AI, and the Future of Personalized Health Care. Clin Transl Sci. 2021 Jan;14(1):86-93. doi: 10.1111/cts.12884. Epub 2020 Oct 12. PMID: 32961010; PMCID: PMC7877825

16. Jungwirth D, Haluza D. Artificial Intelligence and Public Health: An Exploratory Study. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023; 20(5):4541. https://doi.org/10.3390/ijerph20054541

17. Kang M, Ko E, Mersha TB. A roadmap for multi-omics data integration using deep learning. Brief Bioinform. 2022 Jan 17;23(1):bbab454. doi: 10.1093/bib/bbab454. PMID: 34791014; PMCID: PMC8769688

18. Leider N. AI could protect public health by monitoring water treatment systems. AI in Healthcare News; 2018. https://www.aiin.healthcare/topics/artificial-intelligence/ai-public-health-monitoring-water-treatment

19. Li Zhichao & Dong Jinwei. Big Geospatial Data and Data-Driven Methods for Urban Dengue Risk Forecasting: A Review. Remote Sensing. 2022. 14. 5052. 10.3390/rs14195052

20. Metz C. A. I. shows promise assisting physicians. The New York Times; 2019. https://www.nytimes.com/2019/02/11/health/artificial-intelligence-medical-diagnosis.html

21. National Academy of Medicine. Digital Health Action Collaborative. https://nam.edu/programs/value-science-driven-health-care/digital-learning

22. Nilsson NJ. Principles of Artificial Intelligence. Burlington, MA: Morgan Kaufmann 2014.

23. Ngiam KY, Khor IW. Big data and machine learning algorithms for health-care delivery. Lancet Oncol. May;20(5):e262-e273. doi: 10.1016/S1470-2045(19)30149-4. Erratum in: Lancet Oncol. 2019 Jun;20(6):293. doi: 10.1016/S1470-2045(19)30294-3. PMID: 31044724

24. Olawade DB, Wada OJ, David-Olawade AC, Kunonga E, Abaire O, Ling J. Using artificial intelligence to improve public health: a narrative review. Front Public Health. 2023 Oct 26;11:1196397. doi: 10.3389/fpubh.2023.1196397. PMID: 37954052; PMCID: PMC10637620. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10637620/

25. Poursabzi-Sangdeh F, Goldstein DG, Hofman JM, Vaughan JW, and Wallach H. Manipulating and Measuring Model Interpretability. arXiv.org. 2018. https://arxiv.org/abs/1802.07810

26. Rahwan Iyad. Society-in-the-Loop: Programming the Algorithmic Social Contract. Ethics and Information Technology: 2018. 20. 10.1007/s10676-017-9430-8

27. Ramezani M, Takian A, Bakhtiari A. et al. The application of artificial intelligence in health policy: a scoping review. BMC Health Serv Res 23, 1416. https://doi.org/10.1186/s12913-023-10462-2

28. Rich Caruana, Yin Lou, Johannes Gehrke, Paul Koch, Marc Sturm, and Noemie Elhadad. 2015. Intelligible Models for HealthCare: Predicting Pneumonia Risk and Hospital 30-day Readmission. In Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1721-1730. https://doi.org/10.1145/2783258.2788613

29. Rueda JD, Cristancho RA, Slejko JF. Is artificial intelligence the next big thing in health economics and outcomes research? Value Outcome Spotlight; 2019 22-24.

30. Science Education. Science Topics. Artificial Intelligence https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/artificial-intelligence-ai

31. Sennaar K. Machine learning medical diagnostics-4 current applications. Emerj Artificial Intelligence Research; 2018. https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-learning-medical-diagnostics-4-current-applications

32. Shah NH, Milstein A, Bagley, PhD SC. Making Machine Learning Models Clinically Useful. JAMA. 2019; 322(14):1351–1352. doi:10.1001/jama.2019.10306

33. Shi F. et al., "Review of Artificial Intelligence Techniques in Imaging Data Acquisition, Segmentation, and Diagnosis for COVID-19," in IEEE Reviews in Biomedical Engineering, vol. 14, pp. 4-15, 2021, doi: 10.1109/RBME.2020.2987975

34. Wilson H J, Daugherty PR, Morini-Bianzino N. The jobs that artificial intelligence will create. MIT Sloan Management Review. 2017. https://sloanreview.mit.edu/article/will-ai-create-as-many-jobs-as-it-eliminates

igme@ukr.net

Надійшла 01.04.2024