

УДК 615.842:004.4

*Ковальчук В. І., аспірант,
Національний авіаційний університет*

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ТРАНСПЛАНТОЛОГІЇ

Ключові слова: інформаційні технології, трансплантація, трансплантологія, штучний інтелект.

Вступ. Інформаційні технології мають значний потенціал для того, аби стати невід'ємною частиною медичної сфери загалом. Використання сучасних комп'ютеризованих систем уже неабияк покращило клінічну практику шляхом обробки, зберігання і аналізу все більшої кількості клінічних даних. А для деяких галузей медицини, зокрема трансплантології, інформаційні технології мають стати каталізатором стрімкого розвитку. Трансплантація є крайнім методом лікування у разі термінальної стадії функціональної недостатності органів. Загалом це один із найбільш складних та ресурсомістких видів медичного втручання на сьогодні.

Актуальність. Згідно з останнім звітом міжнародної організації GODT за 2021 рік у світі було трансплантовано 144 302 органи, що більш як на 11 % перевищує показники ковідного 2020 року, однак все ще не покриває глобальних потреб [1]. В Україні ж за даними центру трансплант-координації, станом на весну 2023 року, в листі очікування перебуває 2 161 пацієнт [2]. Зважаючи на загальну кількість операцій, що відбувались в Україні останнім роками, можна констатувати існування значного розриву між потребою у трансплантаціях та можливостями української трансплантологічної системи. Саме це спонукає наукову спільноту до пошуку шляхів і способів підвищення ефективності трансплантаційної галузі, зокрема і за допомогою інформаційних технологій.

Необхідною умовою для надання високоякісної та своєчасної допомоги пацієнту впродовж і після трансплантації є перманентний доступ до широкого спектру клінічних даних, а також обробка цих даних. Отже, клінічна область трансплантології залежить від ефективного використання інформаційних технологій для підтримки адміністративних та робочих процесів [3].

Саме тому у 2021 році було проведено дослідження статей, пов'язаних із використанням інформаційних технологій у трансплантології. Дослідники намагались виявити ключові теми, що висвітлюються науковою спільнотою і актуалізувати вектор розвитку шляхом підкреслення інших потенційно важливих тем. Найпоширенішою темою передбачувано стало управління даними та інформацією. Цю тему розкривали різноманітні варіанти використання – збільшення оцінки ефективності операції, розробка цифрового реєстру донорів, а також подолання бар'єру інформаційної комунікації через вебсистему. Другою за частотою згадувань темою було підвищення ефективності – подолання затримок, поганого планування та неадекватного управління робочим процесом. Клінічна ефективність була досягнута шляхом

застосування систем підтримки прийняття клінічних рішень, які допомагали ідентифікувати потенційних донорів раніше [4].

Варто зауважити, що недооціненою темою було використання інформаційних технологій у якості алгоритмів і програмних застосунків для покращення ефективності власне самого процесу трансплантації та післяопераційного періоду.

Насправді ж програмне забезпечення досить важливе для вдалого і ефективного виконання трансплантації. Незважаючи на значний прогрес самого хірургічного процесу трансплантації, координація попередніх дій, пов'язаних з операцією все ще є дуже складним, комплексним і ще недостатньо вивченим процесом. Усе більша кількість клінічних, генетичних, радіологічних і метаболічних параметрів у трансплантації призвела до зростання інтересу до застосування інструментів штучного інтелекту (ШІ), які можуть виявляти приховані закономірності у великих наборах даних.

Розглядаючи різні формати застосування ШІ, слід почати з системи розподілу донорських органів. Багато наявних стратегій такого розподілу залежать від кількох критеріїв, які базуються на потребі реципієнта в трансплантації та відповідності між донором і реципієнтом. Оптимальна система розподілу повинна включати важливі фактори, що впливають на смертність у списку очікування, шляхом розширення розглянутих типів даних. Таким є, наприклад, підхід Random Survival Forest (RSF) – це метод аналізу даних про виживання з правовою цензурою, що призводить до кращого прогнозування виживання. Цей метод було застосовано до набору даних із 33 069 пацієнтів, які чекають на трансплантацію серця, і було визначено дев'ять лабораторних і гемодинамічних змінних, що впливають на смертність у списку очікування [5]. До того ж RSF показав, що важливість кожної змінної корелює з її впливом на інші змінні. Перевагою RSF є ідентифікація прогностичних змінних для смертності в списку очікування без попереднього знання параметричних зв'язків.

Наступним полем для застосування штучного інтелекту є оптимальний підбір пари донор-реципієнт. Вибір донора є складним і багатофакторним рішенням, на яке впливають параметри як донора, так і реципієнта. Для отримання максимально відповідних пар був запропонований стохастичний алгоритм під назвою Ant Lion Optimization (ALO) з використанням біоінспірованої техніки, яка має перевагу у тому, що вимагає відносно невеликої обчислювальної потужності. ALO був ефективним рішенням для пацієнтів, які мали менші шанси на знаходження відповідної пари у традиційній моделі [6].

Найбільш новітнє і ресурсномістке завдання, з яким можуть допомогти алгоритми на основі ШІ, – прогнозування післяопераційного періоду. Приміром, для цього застосовується модель міжнародного алгоритму виживання після трансплантації серця (INTSA) на основі штучних нейромереж. Її перевірили на основі пулу з 27 705 дорослих пацієнтів, використовуючи параметри як реципієнта, так і донора. Модель перевершила звичайну модель на основі логістичної регресії щодо точного прогнозування смертності за 1 рік і тривалого виживання. Додаткові можливості глибокого навчання для виявлення нелінійних

і прихованих моделей призвели до зменшення помилок на 12 % у прогнозуванні короткострокової смертності та на 10 % у довгостроковій смертності порівняно з традиційними моделями [7].

Головною перевагою описаних моделей є їх здатність ефективно працювати з великими наборами даних і знаходити складні приховані зв'язки між характеристиками донора та реципієнта, що забезпечує кращу продуктивність, порівняно зі звичайними статистичними алгоритмами. Однак основним обмеженням моделей на основі ШІ є їх залежність від якості вхідних даних, особливо у великих реєстрах, які чутливі до людських помилок під час внесення інформації. До того ж неоднорідність зібраних даних між різними центрами трансплантації вимагають від клініцистів тонкого налаштування моделей. Та в будь-якому разі ці інструменти матимуть великий вплив на формування підходу прецизійної медицини до трансплантації та покращення загальних результатів у майбутньому.

Висновки

Безперечно, інформаційні технології з кожним днем стають дедалі важливішими інструментами в медицині загалом і у трансплантології зокрема. Вони використовуються для створення баз даних та подальшого аналізу отриманої інформації, допомагають у керуванні складними процесами і нівелюють можливі затримки. Водночас існує широкий спектр задач, у яких застосування інформаційних технологій може стати вирішальним. Це, зокрема, процес підбору пари донор-реципієнт та прогнозування післяопераційного періоду. Тому завданням міжнародної наукової спільноти наразі є якомога більш широке експериментальне застосування інформаційних технологій у трансплантології.

Список використаних джерел

1. GODT – Global Observatory of Donation and Transplantation: вебсайт. URL: <https://www.transplant-observatory.org/> (дата звернення: 12.11.2023).
2. Український центр трансплант-координації: вебсайт. URL: <https://utcc.gov.ua/yak-formuyetsya-lyst-ochikuvannya-na-transplantatsiyu/> (дата звернення: 12.11.2023).
3. Трансплантація в Україні: вебсайт. URL: <https://hromadske.ua/posts/transplantaciya-v-ukrayini-chomu-derzhava-bilshe-ne-likuye-gromadyan-za-kordonom-i-yak-na-galuz-vplinula-vijna> (дата звернення: 12.11.2023).
4. Sharma V. et al. The use of health information technology in renal transplantation: A systematic review, *Transplantation Reviews*, 2021. Volume 35, issue 2, 100607, ISSN 0955-470X, DOI: 10.1016/j.trre.2021.10060.
5. Hsieh E. M. et al. Variables of importance in the Scientific Registry of Transplant Recipients database predictive of heart transplant waitlist mortality. *Am. J. Transplant.* 2019. Vol. 19. P. 2067–2076. DOI: 10.1111/ajt.15265.
6. Hamouda E., El-Metwally S., Tarek M. Ant Lion Optimization algorithm for kidney exchanges. *PLoS ONE*. 2018;13:e0196707. DOI: 10.1371/journal.pone.0196707.
7. Medved D. et al. Improving prediction of heart transplantation outcome using deep learning techniques. *Sci. Rep.* 2018. Vol. 8 P. 1–9. DOI: 10.1038/s41598-018-21417-7.