

Новий підхід до контролю небезпечних інфекцій на прикладі COVID-19

Автори: Т.О. Чумаченко(1), А.С. Ткаченко(1), С.О. Кривцов(2), П.А. Пирогов(2)

(1) — Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна

(2) — Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна

Рубрики: Инфекционные заболевания

Разделы: Медицинские форумы

Розвиток пандемії COVID-19 переконливо продемонстрував неготовність людства до протидії глобальним викликам, зокрема у сфері біобезпеки. 11 березня 2020 р. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) охарактеризувала поширення коронавірусу у світі як пандемію, однак, незважаючи на очікування появи нового патогену, здатного викликати пандемію, і розробку ВООЗ певних документів щодо реагування на надзвичайні ситуації, чіткого плану дій, спрямованих на подолання пандемії, у жодній країні світу не було, і кожна країна обрала свій шлях боротьби з інфекцією. Сьогодні ми бачимо, що організаційні системи, зокрема системи протиепідемічного захисту населення різних країн, виявилися нездатними протидіяти вибуховому поширенню вірусу SARS-CoV-2, що призвело до високого рівня смертності певних категорій інфікованих людей, а також до широкого спектра довгострокових негативних наслідків неадекватних управлінських рішень, таких як необґрунтоване обмеження громадянських прав, погіршення стану національних і світової економік, звуження ринку праці, зниження якості освіти, зростання насильства в сім'ях, негативний вплив ізоляційно-карантинних заходів на психічний стан і ментальне здоров'я населення і таке інше. Жодна країна світу не змогла передбачити розвиток епідемії на власній території та уникнути негативних економічних, медичних, соціальних та інших наслідків через відсутність потужного інструменту оцінки різних факторів формування епідемічної ситуації та її прогнозування.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні нового підходу до конт-ролю небезпечних інфекцій на прикладі COVID-19.

Матеріали та методи. Застосований аналітичний метод дослідження.

Результати. З біоетичних міркувань експерименти з патогенами в людській популяції неможливі. У той же час тільки випробування може оцінити дійсний вплив того чи іншого чинника на покращання або погіршення епідемічної ситуації. У цих випадках на допомогу можуть прийти математичне моделювання та обчислювальні експерименти. В охороні здоров'я і епідеміології такі моделі застосовуються для кількісної оцінки ефективності різних методів боротьби з хворобами та їх профілактики. Ефективність застосування математичних методів у галузі охорони здоров'я обґрунтована науково. Моделі та методи, що використовуються для моделювання епідемічного процесу, у своїй більшості засновані на системах інтегродиференціальних рівнянь і концепції використання станів SIR (Susceptible — Infected — Recovered), яка має безліч модифікацій для різних захворювань. Такі підходи мають низку обмежень і недоліків: моделювання динаміки великих популяцій потребує великих обчислювальних потужностей; неможливо врахувати гетерогенність популяції (вік, стать, професію тощо); неможливо врахувати особливості територій, що досліджуються; для зміни процесу, що моделюється, необхідно повністю перебудувати модель тощо.

Пропонується нова концепція контролю захворюваності на небезпечні інфекції, що заснована на використанні методів прогнозування епідемічної захворюваності та моделювання епідемічного процесу. Попередня підготовка до моделювання включає детальний системний аналіз і класифікацію епідемічних загроз і проблем біобезпеки суспільства. Епідемічні дані мають різну структуру, розподіл і детермінованість для різних хвороб, що обумовлює необхідність їх детального аналізу, а також розробку інфраструктури, сховища даних і проектування архітектури інформаційної системи епідеміологічної діагностики. Для досягнення високої точності побудови прогнозів динаміки епідемічних процесів використовуються методи машинного навчання. Такі моделі не дозволяють виявити фактори, що впливають на епідемічний процес, проте високоточні прогнози, отримані за допомогою машинного навчання, використовуються на подальших етапах для оцінки адекватності мультиагентних моделей.

Для виявлення керуючих впливів на динаміку епідемічного процесу доцільно використовувати мультиагентний підхід. Але для врахування складного характеру популяції, детермінованості населення й стохастичного характеру поширення інфекційної захворюваності використовуються методи інтелектуальної взаємодії агентів, які є об'єктами мультиагентних систем. Для

вирішення цієї проблеми застосовуються методи теорії ігор, зокрема методи Байєса для частково спостережувальних систем, а також нечітка логіка.

Реалізація нового підходу виконується в рамках проєкту Національного фонду досліджень України 2020.02/0404 «Розробка інтелектуальних технологій оцінки епідемічної ситуації для підтримки прийняття управлінських рішень у сфері біобезпеки населення».

Висновок. Створення комплексної інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень у сфері біобезпеки дозволить виявити провідні фактори, що впливають на епідемічний процес. Можливість системи оперативно адаптуватися до емерджентних захворювань дає змогу швидко оцінювати особливості поширення нових небезпечних патогенів. Нові моделі епідемічних процесів і методи епідеміологічної діагностики дозволяють розробити ефективні науково обґрунтовані стратегії профілактики захворюваності та протидії епідемічній динаміці.

Практична цінність запровадження комплексної інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень у сфері біобезпеки полягає не тільки в соціальній і медичній складовій, обумовленій зниженням епідемічної захворюваності, але й у важливій економічній складовій, обумовленій науковим обґрунтуванням ефективних та одночасно економічно виправданих протиепідемічних заходів, зокрема обмежувальних та ізоляційних, що дозволяє значно зменшити економічні втрати внаслідок епідемій інфекційних хвороб.