

КІБЕРНЕТИЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛІКУВАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНОГО ПРОЦЕСУ В ХІРУРГІЇ

С. В. Веселий, О. І. Юдін, Р. П. Кліманський

Донецький національний медичний університет імені М. Горького

У роботі представлено актуальність застосування медичного прогнозування в лікувально-діагностичному процесі та використання математичних моделей в організації лікувального процесу. Здійснено огляд літератури щодо важливості сучасного медичного прогнозування поряд із інструментальними та фармакологічними методами діагностики та лікування.

ключові слова: медичні інформаційні системи, кібернетика, прогнозування, хірургія.

КИБЕРНЕТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ХИРУРГИИ

С. В. Веселый, О. И. Юдин, Р. П. Климанский

Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького

В работе представлена актуальность применения медицинского прогнозирования в лечебно-диагностическом процессе и использование математических моделей для организации лечебного процесса. Проведен обзор литературы относительно важности современного медицинского прогнозирования наряду с инструментальными и фармакологическими методами диагностики и лечения.

ключевые слова: медицинские информационные системы, кибернетика, прогнозирование, хирургия.

CYBERNETIC PREDICTION AS WAYS TO OPTIMIZE CLINICAL PROCESSES IN SURGERY

S. V. Veselyi, O. I. Yudin, R. P. Klimanskyi

Donetsk National Medical University named after M. Gorky

The paper shows the relevance of the use of medical forecasting in diagnostic and treatment process. The urgency of the use of mathematical models in the organization of the treatment process were reflects. It carried out a literature review of the importance of using modern medical prediction, along with instrumental and pharmacological methods of diagnosis and treatment.

Key words: medical information systems, cybernetics, prognosis, surgery.

Вступ. Основні особливості, що відрізняють біологічний рівень організації матерії від рівня неживої природи, обумовлені процесами збору, передавання, оброблення та аналізу інформації. При цьому реалізується стійкість, прагнення до збереження гомеостазу, що породжує гігантську систему зворотних зв'язків [16].

Математичний опис зворотних зв'язків у біологічних спільнотах з'явився ще в 1933 р. П. К. Анохін у 1935 р. сформулював принцип зворотних зв'язків на цілком сучасному рівні, показавши його роль у поведінці тварин, що дозволяє вважати ав-

тора творцем біологічної кібернетики [5]. Один із найважливіших термінів, що розглядається кібернетикою - оптимальність. Пошук оптимально стійкого рішення зводиться до вибору найкращого з конкуруючих рішень. Без дотримання цієї умови не можна стверджувати, що знайдене рішення є оптимумом. З даних позицій розглянемо як вирішення найважливіших проблем медицини, так і профілактики, діагностики та лікування.

Останніми роками бурхливо розвиваються новітні методи діагностики, що за допомогою електронної апаратури дозволяють виявити тонкі

механізми патологічного процесу. Для вирішення цієї проблеми було розроблено нові алгоритми, засновані на недиференційованих методах оптимізації. Як приклад, методи оптимізації, що не диференціюються, були розроблені для вирішення проблеми кінцевого числа джерел опромінення під час променевої терапії для максимізації мінімальних кумулятивних ефектів [21].

Особлива увага надається впровадженню методів і технологій у лікувально-профілактичних установах, передаванні медичних знань та забезпеченні безперервного професійного розвитку лікарів і провізорів [16]. Для досягнення цієї мети актуальним стає впровадження моделі електронного документообігу в галузі охорони здоров'я та формування ринку інформаційних систем.

Традиційно, оптимізація лікарських рішень стандартних завдань медицини - діагностики, прогнозування та визначення методу лікування - відбувається в процесі життєвої практики. Проте чим складніша ситуація, тим менш припустимі в ній «волютаристські» рішення і тим важливішими виявляються сучасні методи, що дозволяють об'єктивно оцінити наслідки кожного рішення та рекомендувати найбільш вдалі з них [11, 13, 20]. Таким рішенням, що оптимізує лікувально-діагностичну діяльність лікаря, є сучасна теорія прийняття рішень.

Результати та їх обговорення. Одна з перших спроб формалізації та прогнозування результату була зроблена S. Schnur (1958) у хворих із інфарктом міокарда. Отриманий прогноз не зв'язувався з будь-яким певним терміном. Аналогічний варіант застосування передбачення в клініці відображений у роботах A. F. Peel (1962), A. Lemlich, H. Ziffer (1964), I. G. Ступеліса із співавт. (1971), K. C. Яценка (1971) та інших.

У цілому ряді досліджень завдання прогнозування результатів розглядалося стосовно конкретних термінів після початку захворювання з урахуванням особливостей тієї чи іншої патології. При цьому прогноз відображав найближчий результат гострого періоду, або ж був довгостроковим. Так, M. C. Бубель із співавт. (1971) досліджували можливість передбачення результатів інфаркту міокарда в терміни від 3 до 5 років після початку ішемічної хвороби серця; при цьому прогнозування на 3 роки проводилося за даними першого, а на 5 років - за даними третього року. Цікаве рішення прогнозування динаміки перебігу інфаркту міокарда на основі одномоментної оцінки стану

хворого було представлено I. E. Оранським із співавт. (1979). Використовуючи різні математичні індекси (Шнура, Піла, Халфена та співавт.) в аналізі результатів захворювання автори показали, що похибки діагностики та прогнозування можуть бути істотно знижені введенням в систему показників, що відображають розвиток патологічного процесу, або показників, що обумовлені зв'язком анамнестичних даних з наявними показниками.

Багато авторів зверталися до методів прогнозування для визначення результатів оперативного лікування. O. П. Мінцер і B. M. Пашенко (1971) прогнозували наслідки оперативної корекції набутих вад серця. У роботі A. A. Генкіна та B. I. Штабцова (1969), що була присвячена результатам операцій з приводу внутрішньочерепної посттравматичної гематоми, автори використовували показник результату втручання не тільки для прогнозування, але й для оцінки тяжкості стану хворого. B. З. Москаленко зі співавт. (1990, 1991, 1994) пропонують досить прості для практичного застосування методики, що дозволяють прогнозувати перебіг і результат простого гідронефрозу та міхурово-сечовідного рефлюксу у дітей, а також оптимізувати спосіб оперативного лікування.

Значний ефект застосування математичних методів зазначають автори, які вирішують проблеми диспансеризації хворих. B. K. Гусак із співавт. (1986), які аналізували віддалені результати селективної проксимальної ваготомії у 249 хворих з дуоденальною виразкою, виявили прогностично важливі ознаки, що визначають результат операції. Ці ознаки були використані для об'єктивної кількісної оцінки стану хворого в процесі диспансерного спостереження. Виділені авторами типи перебігу виразкової хвороби дозволяють не тільки об'єктивізувати тактику ведення кожного конкретного хворого, а й обґрунтувати основні принципи взаємодії терапевтів і хірургів.

При вирішенні завдань прогнозування більшість авторів використовують відносно прості методики, пов'язані з бальними критеріями [1-3]. Значну питому вагу в прогнозуванні результатів захворювань займають моделі, які пов'язані з факторизацією простору прогнозованих станів на непересічні класи за допомогою лінійних і нелінійних перетворень [16, 18]. На сьогоднішній день поширені підходи, пов'язані із застосуванням теорії ймовірності, зокрема формули Байєса, послідовного статистичного аналізу Вальда тощо [10, 11]. Використовуються, хоча й рідше, ніж вищеперераховані, методи побу-

дови оптимального розділу гіперплощини, методи навчання розпізнаванню тощо. Слід зазначити, що визначення прогностичної значимості клінічних ознак є складною і трудомісткою процедурою, яка включає на сучасному етапі обов'язкову обробку інформаційного масиву на комп'ютері. Водночас заключний етап передбачення результатів або визначення лікувальної тактики зазвичай утруднює не викликає.

Найбільшу питому вагу серед усіх робіт, що присвячені клінічному прогнозуванню патологічних станів, займають, мабуть, дослідження в кардіології, зокрема з передбачення виникнення та результатів інфаркту міокарда [2-4, 18]. В останні роки значна кількість робіт присвячена прогнозуванню в хірургії [7, 8, 20, 24], онкології [6, 17], неврології та курортології [9]. На жаль, в інших галузях медицини проведено значно менший обсяг досліджень. У педіатрії та дитячій хірургії ряд робіт присвячений вивченню факторів ризику при різних захворюваннях в плані можливості їх використання для прогнозування результатів і диспансеризації. На тепер існує ряд наукових праць, що присвячені прогнозуванню в дитячій урології, абдомінальній хірургії тощо [14].

Підвищення наукової обґрунтованості прийнятих діагностичних рішень, на думку Л. Ластеда (1971), має перебігати за двома напрямками: 1) вдосконалення визначення симптомів і захворювань, створення адекватних моделей патологічних процесів з метою вивчення та автоматизованої діагностики; 2) дослідження самого лікаря в ролі людини, що приймає рішення. У клінічній практиці найпоширеніший нозологічний принцип діагностики. Ефективнішим у процесі встановлення діагнозу є синдромний принцип мислення [6]. Проте, як зазначають автори, виділити з сукупності ознак провідний синдром і врахувати можливі нозологічні одиниці також не завжди є легким завданням. Уникнути труднощів, що пов'язані з диференційною діагностикою, зробити процес розпізнавання легким і своєчасним дозволяє принцип оптимальної діагностичної доцільності, яким переважно користуються лікарі з великим клінічним досвідом. Якісно новим досягненням клінічної думки при розпізнаванні захворювань є діагностичний алгоритм, що об'єднує в собі принцип мислення доцільності. І. М. Григович (1986) із метою раннього виявлення непрохідності кишкової трубки у новонароджених застосував систему алгоритмів, що були розроблені на осно-

ві математичного методу графів. При цьому час розпізнавання з моменту появи перших ознак захворювання до встановлення остаточного діагнозу скоротився з 16 до 2 годин. Діагностичні алгоритми, розроблені О. П. Мінцером із співавт. (1990), дозволили значно спростити процес розпізнавання ускладнень після внутрішньочеревних операцій, що позитивно позначилося на результатах лікування.

Вирішення завдань комп'ютерної діагностики вимагає зовсім конкретної постановки питання та суворої формалізації як вихідних даних, так і очікуваного кінцевого результату [13]. Для організації діагностичної системи необхідно: 1) встановити частоту появи ознак; 2) визначити їх діагностичну значимість; 3) відібрати серед них найважливіші ознаки; 4) скласти діагностичну матрицю; 5) обґрунтувати пороги для прийняття рішень. Одним із найважливіших завдань при побудові діагностичної системи є вибір критеріїв надійності діагностичних висновків. Згідно з вирішальним правилом Байеса, якщо для будь-якого захворювання отримана ймовірність діагнозу значно перевершує ймовірність інших діагнозів, то може бути прийнято остаточне рішення про діагноз. О. П. Мінцер і М. М. Зюбрицький із співавт. (1990) відмічали, що поняттю «значно перевершує» легко надати кількісний сенс. Принципи, що покладено в основу подібних уявлень, можуть бути різними. Найефективнішим вважають принцип, за яким точної діагностики доцільно домагатися лише в тих випадках, коли від зміни висновку принципово змінюється метод лікування, реабілітації тощо [12].

Оскільки лікування в медицині є типовою формою управління складним динамічним об'єктом, що функціонує в умовах невизначеності, дослідження процесу управління порушеними параметрами метаболізму та розроблення відповідних алгоритмів тісно пов'язані з цілою низкою основних проблем теорії і практики управління. Насамперед сюди відносяться завдання вивчення розглянутого процесу та його математичний опис. Інша група завдань пов'язана з визначенням числових значень параметрів математичної моделі, тобто із завданням ідентифікації невідомих параметрів. Тут повинне вирішуватися завдання перевірки адекватності обраної структури моделі. Після цього необхідно розробити алгоритми оптимального управління. Завершальним етапом, як відомо, є апробування розроблених алгоритмів в умовах реального експерименту [15].

При вирішенні зазначених завдань визначилася величезна кількість методів, що можна розглядати як основу розділу теорії управління - теорії адаптивних систем управління, що складається сьогодні. У теорії адаптивних систем управління розроблено ряд методів і підходів, проте вони застосовуються для певного класу систем. Нові та синтезовані алгоритми для адаптивних систем управління, хоча підлаштовуються під конкретне завдання, вносять деякі проблеми в загальну теорію. Тому великого значення набувають не тільки розроблення нових ефективних алгоритмів ідентифікації та оптимального управління складними процесами, але й прикладні питання адаптивних систем управління в різних галузях, наприклад в біологічній і медичній кібернетиці [6].

Література

1. Теоретические исследования физиологических систем / Н. М. Амосов, Б. Л. Палец, Б. Т. Агапов [и др.]. - К. : Наукова думка, 1977. - 244 с.
2. Прогнозирование исходов митрального и многоклапанного протезирования / Н. М. Амосов, Л. Н. Сидоренко, О. П. Минцер [и др.] // Грудная хирургия. - 1976. - № 8. - С. 4-9.
3. Факторы риска протезирования митрального клапана / Н. М. Амосов, Л. Н. Сидоренко, О. П. Минцер [и др.] // Грудная хирургия. - 1975. - № 3. - С. 9-16.
4. Ананишвили Г. Г. К вопросу о прогнозировании исходов инфаркта миокарда / Г. Г. Ананишвили, В. Д. Варшавский, Н. А. Станойтите // Медицинская кибернетика. - К. : Наукова думка, 1977. - С. 10-20.
5. Анохин П. К. Проблемы центра и периферии в физиологии нервной деятельности : сб. работ / П. К. Анохин. - Горький, 1935. - С. 52-66.
6. Бабий Я. С. Клинико-рентгенологическая диагностика и прогнозирование результатов хирургического лечения рака лёгкого с помощью ЭВМ : автореф. дис на соискание ученой степени докт. мед. наук / Я. С. Бабий. - К., 1978. - 34 с.
7. Зюбрицкий Н. М. Вероятностные алгоритмы принятия решений в диагностике и тактике лечения важнейших осложнений раннего периода после неотложных внутрибрюшных оперативных вмешательств : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук / Н. М. Зюбрицкий. - К., 1983. - 18 с.
8. Корсуновский А. И. Выбор метода лечения и объёма оперативного вмешательства при неспецифическом язвенном колите с учётом прогностических характеристик заболевания : дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук / А. И. Корсуновский. - К., 1981. - 273 с.
9. Кривобоков Н. О. Математическое прогнозирование результатов курортной терапии / Н. О. Кривобоков, Ю. М. Гринзайт // Вопросы организации курортной и физиотерапевтической помощи населению. - Пятигорск, 1979. - С. 37-40.
10. Профилактика гнойных осложнений с учётом риска их возникновения / О. П. Минцер, А. А. Ваднеев, А. Ю. Спасокукоцкий, Ю. Я. Зайковский // Вестн. хирургии. - 1978. - № 3. - С. 3-7.
11. Минцер О. П. Математические методы предвидения результатов лечения / О. П. Минцер, Н. В. Воробьёва // Кибернетика в медицине. - М. : Медицина, 1976. - С. 73-77.
12. Диагностические алгоритмы и тактика лечения осложнений после внутрибрюшных операций / О. П. Минцер, Н. М. Зюбрицкий, А. М. Сёмко, Б. П. Шаталюк. - К. : Здоров'я, 1990. - 190 с.
13. Минцер О. П. Кибернетическое прогнозирование в пульмонологии / О. П. Минцер, В. Н. Молотков. - М. : Медицина, 1983. - 176 с.
14. Минцер О. П. Информационные технологии в хирургии / О. П. Минцер, В. З. Москаленко, С. В. Весёлый. - К. : Вища школа, 2004. - 423 с.
15. Минцер О. П. Автоматизированная диагностика ранних осложнений после неотложных оперативных вмешательств на органах брюшной полости / О. П. Минцер, Ю. Н. Мохнюк, А. М. Сёмко // Сов. медицина. - 1983. - № 9. - С. 17-20.
16. Минцер О. П. Информатика та охорона здоров'я / О. П. Минцер // Медична інформатика та інженерія. - 2010. - № 2. - С. 7-11.
17. Анализ осложнений и летальности при остром аппендиците у детей / Н. Б. Ситковский, Т. И. Даньшин, В. М. Каплан [и др.] // Клини. хирургия. - 1983. - № 4. - С. 34-36.
18. Халфен Э. Ш. Прогноз исходов инфаркта миокарда / Э. Ш. Халфен, Д. М. Заферман // Применение мате-

матических методов в изучении сердечно-сосудистой патологии. - 1971. - С. 3-11.

19. Шиган Е. Н. Методы прогнозирования и моделирования в социально-гигиенических исследованиях / Е. Н. Шиган. - М. : Медицина, 1986. - 247 с.

20. Прогнозирование риска операции при остром холецистите / Шулутко А. М., Лукомский Г. И., Сурин Ю. В. [и др.] // Хирургия. - 1989. - № 1. - С. 29-32.

21. Graham D. F. Computer diagnosis of acute abdominal pain / D. F. Graham, G. Kenny, R. Wright // Proc. Int. Conf. - Med. Comput. - Berlin, 1979. - S. 668-681.

22. Optimal Placement of Irradiation Sources in the Planning of Radiotherapy: Mathematical Models and Methods

of Solving / O. Blyuss, L. Koriashkina, E. Kiseleva, R. Molchanov // Comput. Math. Methods Med. 2015;2015:142987. doi: 10.1155/2015/142987. Epub 2015 Oct 12.

23. Ikegami T. Watching novice action degrades expert motor performance: causation between action production and outcome prediction of observed actions by humans / T. Ikegami, G. Ganesh // Science Rep. - 2014, Nov 11;4:6989. doi: 10.1038/srep06989.

24. Koperna T. Prognosis and treatment of peritonitis. Do we need new scoring systems? / T. Koperna, F. Schulz // Arch. Surg. (US). - 1996. - 131 (2). - P. 180-186.