

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАДІЙ ГНІЙНО-НЕКРОТИЧНОГО ПРОЦЕСУ У ХВОРИХ НА СИНДРОМ ДІАБЕТИЧНОЇ СТОПИ

Харківський національний медичний університет

(м. Харків)

Дана робота проводилася на основі комплексної НДР кафедри загальної хірургії № 1 Харківського національного медичного університету «Патофізіологічне обґрунтування застосування сучасних методів діагностики і хірургічної корекції захворювань органів черевної порожнини, судин, легень, щитоподібної залози з урахуванням порушень гомеостазу», № державної реєстрації 0106U001855.

Вступ. Цукровий діабет, як хронічне захворювання, є небезпечним своїми ускладненнями, зокрема синдромом діабетичної стопи (далі – СДС). Слід погодитися, що ускладнені форми СДС є однією з найважливіших медико-соціальних проблем, яка потребує розробки нових інноваційних підходів до комплексного лікування, в основу якого повинно бути покладено можливість збереження нижньої кінцівки та її опорної функції [1].

При появі у хворого ознак гнійно-некротичного процесу на нижній кінцівці необхідно правильно обрати і ефективно проводити комплексну терапію. Для досягнення зазначеної мети, на наш погляд, ще на ранніх етапах обстеження лікар повинен чітко розуміти ймовірність виникнення і прогресування гнійно-некротичного процесу на стопі у даної категорії хворих.

Вбачається необхідним в першу чергу вивчати різні фактори ризику і в підсумку визначити ступінь їх впливу на розвиток гнійно-некротичного процесу. Після визначення значущих показників дослідники можуть формувати відповідні прогностичні моделі, в тому числі бальні.

Запропоновані українськими та іноземними вченими математичні моделі прогнозування, на нашу думку, мають певні недоліки. В одному з досліджень встановлювалася ймовірність прогресування перебігу гнійно-некротичного процесу [7], однак не вирішувалося питання, на якій стадії зупиниться прогресування гнійно-некротичного процесу.

Існують прогностичні системи, в основу яких покладені розрахунки цитокінів ФНП α , ІЛ-4 [6] або ліпопротеїнів низької щільності, малонових діальдегідів, глутатіонпероксидази та глутатіонредуктази [3]. Недостатня поширеність у клінічній практиці зазначених показників ставить під сумнів їх широке застосування.

Слід згадати й про українську прогностичну бальну модель з розробленою її авторами шкалою,

що дозволяє визначити одну з 3-х категорій тяжкості стану хворого [4]. Недоліком вказаного способу є велика кількість перерахованих факторів ризику, складність їх визначення та розрахунку.

Застосування зазначених моделей не забезпечує точне встановлення стадії гнійно-некротичного процесу на стопі. Отже, актуальним залишається питання побудови та впровадження ефективної математичної моделі для оцінки вказаного процесу.

Мета роботи – розробити математичну модель прогнозування перебігу гнійно-некротичного процесу у хворих на СДС та на її основі створити програмне забезпечення для використання в клінічній практиці.

Об'єкт і методи дослідження. У дослідження включено 138 хворих. За віком вони розподілилися наступним чином: до 41 року – 1 пацієнт (0,7%), від 41 до 50 років – 11 (8%), від 51 до 60 років – 35 (25,4%), від 61 до 70 років – 50 (36,2%), від 71 до 80 років – 33 (23,9%), більше 81 року – 8 (5,8%). Жінок було 78 (56,5%), чоловіків – 60 (43,5%). Цукровий діабет другого типу діагностовано у 134 осіб, цукровий діабет першого типу – у 4 хворих.

При надходженні до стаціонару і при виписці хворого визначалася стадія гнійно-некротичного процесу за класифікацією Meggitt-Wagner [8, 9] з формуванням трьох груп хворих.

При надходженні до стаціонару в першу групу з 3 стадією розповсюдженості та глибини гнійно-некротичного процесу у хворих на СДС включені 46 осіб. На момент виписки до першої групи увійшло 35 хворих з 3 стадією гнійно-некротичного процесу. Відсоток співпадіння діагнозів при надходженні та виписці – 76,1%.

У другій групі з 4 стадією знаходилося 43 людини, 12 з них на момент виписки перейшли до третьої групи. З урахуванням переходу хворих з першої до другої групи, загальна кількість хворих цієї групи складала 39 осіб. Відсоток співпадіння діагнозів при надходженні та виписці – 72,1%.

При надходженні до стаціонару у третій групі (5 стадія) перебувало 49 пацієнтів. За результатами оцінки стадій СДС при виписці до третьої групи включені 64 хворих з 5 стадією. Отже, на даному етапі прослідковується тенденція до збільшення кількості хворих з 5 стадією гнійно-некротичного процесу.

Проаналізовано 56 показників, що характеризують хворого, а саме:

- демографічні показники – вік, стать;
- дані анамнезу – термін госпіталізації від початку розвитку гнійно-некротичних змін на стопі, тривалість захворювання цукровим діабетом, прийом пероральних цукрознижувальних засобів, інсулінотерапія, наявність операцій на нижніх кінцівках;
- температура тіла;
- супутні патології – гіпертонічна хвороба та її стадії, аритмія, миготлива аритмія, екстрасистолія, постінфарктний кардіосклероз, стан після перенесеного гострого порушення мозкового кровообігу;
- показники периферичної крові – еритроцити, гемоглобін, лейкоцити, еозинофіли, мієлоцити, метамієлоцити, паличкоядерні нейтрофіли, сегментоядерні нейтрофіли, лімфоцити, моноцити, ШОЕ;
- гематологічні індекси – лейкоцитарний індекс інтоксикації (ЛІІК) за Кальф-Каліфом, лейкоцитарний індекс інтоксикації за Островським (ЛІІО), індекс Гаркаві, ядерний індекс інтоксикації (ЯІІ), індекс зсуву лейкоцитів крові (ІЗЛК), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), лімфоцитарний індекс (ЛІ), індекс співвідношення нейтрофілів і моноцитів (ІСНМ), індекс співвідношення нейтрофілів і лейкоцитів (ІСНЛ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ), ядерний індекс зсуву (ЯІЗ), індекс алергізації (ІА), індекс імунореактивності (ІІР), індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), загальний індекс (ЗІ), реактивна відповідь нейтрофілів (РВН);

- біохімічні показники крові – глюкоза крові, загальний білок, АЛТ, АСТ, загальний білірубін, прямий білірубін, непрямий білірубін, протромбін, фібрин, фібриноген;

- показники функції нирок – протеїнурія, глюкозурія, сечовина, креатинін.

Для множинного порівняння середніх (вік, еритроцити, гемоглобін, загальний білок, протромбін, фібрин, фібриноген) використовувався дисперсійний аналіз [5]. Для решти показників множинне порівняння проводилося за допомогою критерію Краскела-Уоллеса [2]. Статистична обробка даних включала розрахунок середнього арифметичного значення (М) і стандартної помилки середнього значення (m). Також нами використовувався біноміальний критерій [2].

Результати досліджень та їх обговорення.

Для оцінки стадії гнійно-некротичного процесу на стопі у хворих на СДС були сформовані дві прогностичні системи. Після проведення дискримінантного аналізу була обрана прогностична система на основі дискримінантних функцій. Кожній групі, яка прогнозується, відповідає дискримінантна функція – $Y_{\text{перша}}$, $Y_{\text{друга}}$, $Y_{\text{третя}}$. Порівняння чисельних значень кожної з них дозволяє визначити приналежність хворого до однієї з груп.

Для першої прогностичної системи встановлена статистична значущість віку, паличкоядерних нейтрофілів, фібрину, ІЗЛК, ЗІ. У другій прогностичній

системі такими показниками виявилися інсулінотерапія, операції на нижніх кінцівках, температура, фібриноген, ІЛГ.

Перша прогностична система визначає відповідність третій або більш високій стадії гнійно-некротичного процесу. У випадку, коли паличкоядерні нейтрофіли $\leq 6\%$, хворий відноситься до першої групи. Якщо ж паличкоядерні нейтрофіли $> 6\%$, то хворий відноситься до тієї групи, чия дискримінантна функція (Y) більше:

$$Y_{\text{перша}} = -35,72 + 0,53 \cdot \text{«Фібрин»} - 1,38 \cdot \text{«ІЗЛК»} + 0,92 \cdot \text{«Вік»} + 1,61 \cdot \text{«ЗІ»};$$

$$Y_{\text{друга або третя}} = -50 + 0,68 \cdot \text{«Фібрин»} - 0,91 \cdot \text{«ІЗЛК»} + 1,1 \cdot \text{«Вік»} + 2 \cdot \text{«ЗІ»}.$$

Друга прогностична система застосовувалася до тих, хто перейшов з першої групи після використання першої прогностичної системи або до другої групи хворих. При цьому використовувалися такі дискримінантні функції:

$$Y_{\text{друга}} = -4376,2 + 12,9 \cdot \text{«Фібриноген»} - 6 \cdot \text{«ІЛГ»} + 31,7 \cdot \text{«Операції на нижніх кінцівках»} - 15,1 \cdot \text{«Інсулінотерапія»} + 234,3 \cdot \text{«Температура»};$$

$$Y_{\text{третя}} = -4447,5 + 13,61 \cdot \text{«Фібриноген»} - 6,8 \cdot \text{«ІЛГ»} + 34,3 \cdot \text{«Операції на нижніх кінцівках»} - 14,7 \cdot \text{«Інсулінотерапія»} + 236,1 \cdot \text{«Температура»}.$$

На основі розробленої нами математичної моделі прогнозування, точність якої складає 93,5 %.

Запропонована комп'ютерна програма, яка представляє собою виконуваний файл у форматі .exe, може працювати в операційній системі Windows XP або вище.

Спочатку необхідно вибрати попередню оцінку, що відповідає 3 або 4 стадії розповсюдженості гнійно-некротичного процесу на стопі. При виборі 3 стадії з'являється вікно, в якому програма просить вказати кількість паличкоядерних нейтрофілів (%). Якщо кількість паличкоядерних нейтрофілів $\leq 6\%$, то на екрані з'являється напис, що прогнозована стадія розповсюдженості гнійно-некротичного процесу на стопі – 3. Після цього можна завершувати свою роботу з програмою.

За умови, що кількість паличкоядерних нейтрофілів $> 6\%$, відкривається нове вікно програми з таблицею, в якій необхідно заповнити наступні показники пацієнта: фібрин (мг), індекс зсуву лейкоцитів крові, вік (роки), загальний індекс (рис.).

Після цього проводиться розрахунок класифікаційних функцій кожного хворого. Потім програма або завершує процес класифікації із зазначенням якості результату прогнозу 3 стадії, або відбувається перехід на наступний етап (він відповідає початковому вибору 4 стадії).

У вікні з'являється таблиця, до якої необхідно внести дані про застосування інсулінотерапії в анамнезі, наявність операцій на нижніх кінцівках, температуру тіла, фібриноген, лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс.

Після введення всіх показників таблиці проводиться розрахунок класифікаційних функцій

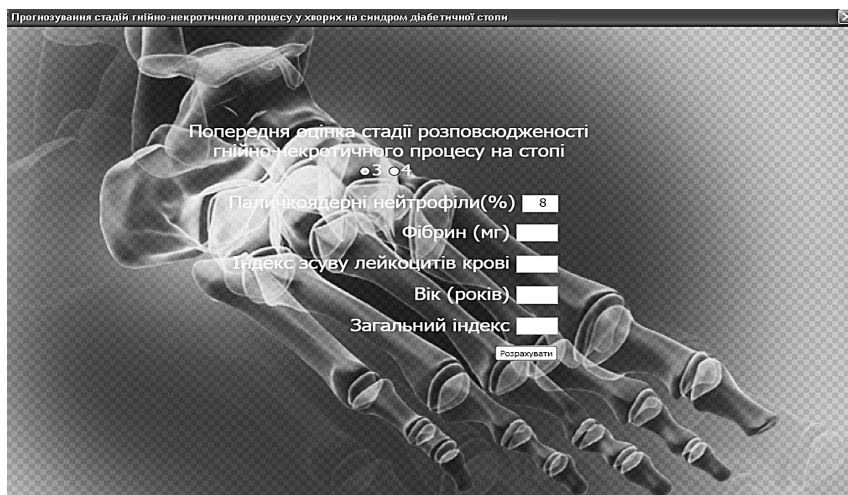


Рис. Розрахунок стадії розповсюдженості гнійно-некротичного процесу на стопі при виписці за попередньої оцінки 3 стадії та паличкоядерних нейтрофілів > 6 %.

кожного хворого. Порівняння чисельних значень класифікаційних функцій між собою і визначення найбільшої з них завершує процес класифікації. У новому вікні програми виводиться результат прогнозу із зазначенням 4 або 5 стадії розповсюдженості гнійно-некротичного процесу на стопі. Далі

елементів з різних математичних моделей, присвячених СДС. Для застосування в поліклінічних відділеннях і в роботі сімейних лікарів видається виправданою розробка окремої прогностичної системи з урахуванням специфіки їх роботи.

можна продовжити роботу і провести нові розрахунки або закрити програму.

Висновки. Розроблена нами математична модель прогнозування стадій гнійно-некротичного процесу у хворих на СДС та створена на її основі комп'ютерна програма дають можливість досягати необхідного результату без значних матеріальних і часових витрат. Зазначене програмне забезпечення може широко застосовуватися при стаціонарному лікуванні в медичних установах, оснащених персональними комп'ютерами.

Перспективи подальших досліджень. Більш докладно слід вивчити доцільність використання взаємодоповнюючих

Література

1. Герасимчук П. О. Варіанти шкірно-пластичних оперативних втручань у хворих на ускладнені форми синдрому діабетичної стопи / П. О. Герасимчук, В. О. Шідловський, А. В. Павлишин // Шпитальна хірургія. – 2012. – №3. – С. 44–47.
2. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
3. Пат. 2456601. Способ оценки течения раневого процесса при синдроме диабетической стопы / Е. В. Намоконов, С. Т. Кохан, А. М. Мироманов, М. Ю. Швецов (Россия). – заявл. 06.12.2010; опубл. 20.07.2012.
4. Пат 40887 Україна, МПК G01N 33/48, A61B 10/00, A61B 17/00. Спосіб оцінки та прогнозування ступеня важкості гнійно-некротичного процесу у хворих із синдромом діабетичної стопи / Заремба В. С., Павловський М. П., Федчишин Н. Р., Король Я. А.; власники Заремба В. С., Павловський М. П., Федчишин Н. Р., Король Я. А., Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького. – № у 200814151, заявл. 08.12.2008, опубл. 27.04.2009, Бюл. №8.
5. Прикладная статистика : Классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин / под ред. С. А. Айвазяна. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
6. Цитокіновий ответ при синдроме диабетической стопы : возможности прогнозирования нарушения заживления ран / Э. Ф. Баринов, Ю. Е. Лях, М. Э. Баринова, В. Г. Гурьянов // Патологія. – 2011. – Т. 8. – №2. – С. 30–32.
7. Широбокова М. В. Прогнозирование исходов хирургического лечения гнойно-некротических процессов у пациентов с синдромом диабетической стопы : автореф. дис. на получение научной степени канд. мед. наук: спец. 14.01.17 «Хирургия» / М. В. Широбокова. – Челябинск, 2011. – 26 с.
8. Meggitt B. Surgical management of the diabetic foot / B. Meggitt // Brit. J. Hosp. Med. – 1976. – Vol. 15 – P. 227–232.
9. Wagner F. W. The dysvascular foot : A system for diagnosis and treatment / F. W. Wagner // Foot Ankle. – 1981. – Vol. 2, №2. – P. 64–122.

УДК 617.586–002.45–002/3–02:616.379–008.64]–008.6–036.6–037:51–7

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАДІЙ ГНІЙНО-НЕКРОТИЧНОГО ПРОЦЕСУ У ХВОРИХ НА СИНДРОМ ДІАБЕТИЧНОЇ СТОПИ

Шевченко Р. С., Приймєнко Д. С., Циганенко О. С.

Резюме. У статті висвітлюється математична модель прогнозування стадій гнійно-некротичного процесу на нижній кінцівці у хворих на синдром діабетичної стопи. Вона дозволяє оцінити вірогідність розповсюдження гнійно-некротичного процесу на інші ділянки кінцівки. Модель побудована на аналізі демографічних показників, даних анамнезу, температури тіла, наявності супутніх патологій, показників крові та функції нирок. На основі дискримінантних функцій був сформований ансамбль з двома прогностичними системами з метою підвищення точності результатів. Для впровадження математичної моделі в медичних установах при стаціонарному лікуванні хворих на СДС була запропонована комп'ютерна програма та надано опис її роботи.

Ключові слова: синдром діабетичної стопи, прогнозування, гнійно-некротичний процес, математична модель, комп'ютерна програма.

УДК 617. 586-002. 45-002/3-02:616. 379-008. 64]-008. 6-036. 6-037:51-7

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТАДИЙ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА У БОЛЬНЫХ СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

Шевченко Р. С., Прийменко Д. С., Цыганенко О. С.

Резюме. В статье описывается математическая модель прогнозирования стадий гнойно-некротического процесса на нижней конечности у больных синдромом диабетической стопы. Она позволяет оценить вероятность распространения гнойно-некротического процесса на другие участки конечности. Модель построена на анализе демографических показателей, данных анамнеза, температуры тела, наличия сопутствующих патологий, показателей крови и функции почек. На основе дискриминантных функций был сформирован ансамбль с двумя прогностическими системами с целью повышения точности результатов. Для внедрения математической модели в медицинских учреждениях при стационарном лечении больных СДС была предложена компьютерная программа и представлено описание ее работы.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, прогнозирование, гнойно-некротический процесс, математическая модель, компьютерная программа.

UDC 617. 586-002. 45-002/3-02:616. 379-008. 64]-008. 6-036. 6-037:51-7

Mathematical Model of Prediction Grades of Pyonecrotic Process on the Foot in Patients with Diabetic Foot Syndrome

Shevchenko R. S., Pryimenko D. S., Tsyganenko O. S.

Abstract. Diabetes is a chronic disease with dangerous complications such as diabetic foot syndrome. The objective assessment of the grade of pyonecrotic process in patients with diabetic foot syndrome in the preoperative period is an important condition for successful surgical treatment. There are domestic and foreign mathematical models but they are not fully provided a solution of this problem.

The aim of this study was the creation a mathematical model and software which will help physician to determine the prospects for spreading of pathological process in patients with diabetic foot syndrome in clinical practice.

Comparison of the preliminary assessment of the grade prevalence and depth pyonecrotic process at foot was performed in 138 patients on admission. We used the Meggitt-Wagner classification when forming three groups of patients.

The forming of three groups was based on the results of the grade of the pathological process in the foot at discharge from the hospital. The first group consisted of 35 patients with Meggitt-Wagner grade 3; 39 patients with grade 4 were included in the second group; 64 patients with Meggitt-Wagner grade 5 were in the third group. 8 patients were passed from the first to the second group and 3 patients were passed to the third group at the discharge from the hospital. These data indicate the need for careful study groups of patients which are formed on admission, for a more accurate assessment of the grade of the pathological process on the foot in patients with diabetes.

The mathematical model is based on the preliminary assessment grade of the pathological process in patients with diabetic foot syndrome. The date of the demographics, clinical history, body temperature, peripheral blood, and blood biochemistry are used in this model. This model includes two prognostic systems, which are based on discriminate functions.

Our method of prediction the development progression of pyonecrotic process in patients with diabetic foot syndrome will be reduce the number of operations on the lower extremities, providing individualized prognosis. The accuracy of classification by the proposed method is significantly higher than the traditional one. The general accuracy is increased to 93.5%.

The proposed computer program is the file in.exe format. Operating system requirements is WindowsXP or higher. At the first step we select the preliminary assessment grade 3 or 4 of the pathological process in patients with diabetic foot syndrome. In the next window we can see the table in which you should enter data. After that the program calculates the classification features of each patient and shows the results of calculations.

Conclusions. We have created a mathematical model and software for predicting grades of pyonecrotic process in patients with diabetic foot syndrome. The advantages of this model and software are informative and adaptability for using in other medical institutions.

Perspective of further researches. Further researches are planned to develop of using complementary elements of different mathematical models in patients with diabetic foot syndrome. It is necessary to create individual mathematical model according to work in outpatient departments.

Keywords: diabetic foot syndrome, prediction, purulonecrotic process, mathematical model, computer software.

Рецензент – проф. Шевченко С. І.

Стаття надійшла 04. 03. 2015 р.