

ІНФОРМАЦІЙНА МЕДИЧНА ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВАЖКОСТІ ДІАБЕТИЧНОГО КЕТОАЦИДОЗУ НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ ГАЗІВ КРОВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проаналізовано та розроблено математичну модель та алгоритми прийняття рішень, сформульовано принципи діагностики стану з використанням нечіткої логіки.

Ключові слова: діабетичний кетоацидоз, медична діагностика, інформаційна експертна система, контроль, метод нечітких множин.

Abstract

The mathematical model and decision-making algorithms are analyzed and developed in the work, the principles of state diagnostics with the use of fuzzy logic are formulated.

Keywords: diabetic ketoacidosis, medical diagnostics, information expert system, control, method of fuzzy sets.

Вступ

За даними восьмого випуску атласу цукрового діабету (IDF) на 2017 рік кількість хворих цукровий діабет (ЦД) серед дорослого населення в середньому в світі складає 8,8 %. В абсолютних цифрах це складає біля 425 мільйонів осіб [1, 2].

За оцінками IDF, до 2030 року в світі буде налічуватися 578 мільйонів дорослих з діабетом, а до 2045 року - 700 мільйонів.

Цукровий діабет (ЦД) – це не тільки криза в галузі охорони здоров'я, це загальносвітова соціальна катастрофа. Будучи хронічним захворюванням, ЦД заподіює величезні страждання.

Діабетичний кетоацидоз (ДКА) – гостра декомпенсація цукрового діабету, внаслідок поганого контролю глікемії, що характеризується різким підвищенням рівня глюкози та кетонів в крові, появою кетонів в сечі та метаболічним ацидозом, яка може призвести до смерті внаслідок набряку мозку [3, 4].

Результати дослідження

В даному дослідженні визначалися лабораторні показники артеріальної крові, такі як рН крові, парціальний тиск вуглекислого газу - $p\text{CO}_2$, загальний вміст вуглекислого газу крові- $t\text{CO}_2$ та парціальний тиск кисню - $p\text{O}_2$.

Газовий аналіз венозної та артеріальної крові визначався методом потенціометричного вимірювання за допомогою іон-селективних електродів з використанням автоматичного аналізатору “Easy Blood Gas”.

Під час проведення клінічних досліджень використовують не тільки чіткі цифрові критерії, аналіз частин даних проводився за допомогою математичної моделі нечіткої логіки. Такий підхід дозволяє одержати однозначний цифровий вираз для тих критеріїв, які мають описові характеристики і, відповідно, якісний зміст, наприклад такі ознаки, як: ДН – дуже низький, Н – низький, НС – нижче середнього, С – середній, ВС – вище середнього, В – високий [1, 3, 4]. Кожний з вказаних термів являє собою нечітку множину, яка задана за допомогою спеціальних функцій належності і може бути представлена певним інтервалом, що має свої цифрові ступені від 0 до 1. Про абсолютну неналежність до множини свідчить 0, а про абсолютну належність – 1.

Приклад формування база даних для оцінювання рівня важкості при діабетичному кетоацидозі на

основі нечітких термів наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Приклад формування таблиці для оцінювання рівня важкості

Діагноз	pH (X ₁)	pCO ₂ , mmHg (X ₂)	tCO ₂ , mmHg (X ₃)	pO ₂ , mmHg (X ₄)
Кетоз (d _{1a})	BC	BC	BC	H
	BC	BC	BC	HC
	BC	BC	BC	C
	B	BC	BC	HC
Діабетичний кетоацидоз I (d _{2a})	C	HC	HC	HC
	C	HC	HC	C
	BC	HC	HC	HC
	BC	HC	HC	C
Діабетичний кетоацидоз II (d _{3a})	C	H	HC	HC
	C	H	HC	C
	C	HC	HC	HC
	C	HC	HC	C
Діабетичний кетоацидоз III (d _{4a})	H	H	H	C
	HC	H	H	C
	HC	HC	H	BC

Для кожного показника з баз даних з метою формалізації показників визначаються відповідні функції належності

$$\mu^{d1A}(X_1, X_2, X_3, X_4) = \mu^{BC}(X_1) \cdot \mu^{BC}(X_2) \cdot \mu^{BC}(X_3) \cdot \mu^H(X_4) \cup \mu^{BC}(X_1) \cdot \mu^{BC}(X_2) \cdot \mu^{BC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cup \mu^{BC}(X_1) \cdot \mu^{BC}(X_2) \cdot \mu^{BC}(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cup \mu^B(X_1) \cdot \mu^{BC}(X_2) \cdot \mu^{BC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4); \quad (1)$$

$$\mu^{d2A}(X_1, X_2, X_3, X_4) = \mu^C(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cup \mu^C(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cup \mu^{BC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cup \mu^{BC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^C(X_4); \quad (2)$$

$$\mu^{d3A}(X_1, X_2, X_3, X_4) = \mu^C(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cup \mu^C(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cup \mu^C(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cup \mu^C(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^C(X_4); \quad (3)$$

$$\mu^{d4A}(X_1, X_2, X_3, X_4) = \mu^H(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cup \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^{BC}(X_4); \quad (4)$$

Для побудови рівнянь необхідно визначити функції належності $\mu^j(x_i)$ всіх нечітких термів j (B, BC, C, HC, H, ДН) для всіх факторів x_i (в даному випадку j – значення коефіцієнта симетрії, i – інтервал дослідження: $i = \overline{1,4}$). Якщо вважати високий рівень варіантом норми, то побудову рівнянь необхідно проводити для п'яти нечітких термів (H, HC, C, BC, B).

Кожному фактору x_i повинна відповідати своя п'ятірка функцій належності. Для спрощення моделювання потрібно зробити певні дії: Нехай \underline{x}_i і \overline{x}_i – нижня та верхня межа діапазону змін фактора x_i . Виразимо інтервал $[\underline{x}_i, \overline{x}_i]$ на інтервал $U=[0, 4]$, на якому задані функції належності $\tilde{\mu}^j(u)$, $u \in U$ для нечітких термінів $j=BC, C, HC, H$ і ДН.

На основі даних було розроблено програму для діагностування діабетичного кетоацидозу. Приклад діалогового вікна наведено на рис. 1.

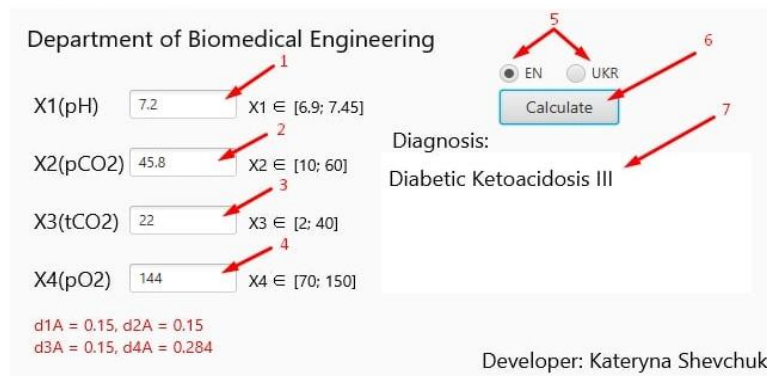


Рис. 1. Приклад діалогового вікна програми, де 1 – текстове поле параметра X1 (рН); 2 – текстове поле параметра X3 (рCO₂); 3 – текстове поле параметра X4 (tCO₂); 4 – текстове поле параметра X5 (рO₂); 5 - вибір мови програмного додатку; 6 - кнопка для обрахування результату; 7 – результат.

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід дозволяє використовувати для оцінювання стану при оцінюванні рівня важкості при діабетичному кетоацидозі на основі нечітких термів, що одержати однозначний цифровий вираз для визначення стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Valentina K. Serkova, Sergey V. Pavlov, Valentina A. Romanava, and etc. Medical expert system for assessment of coronary heart disease destabilization based on the analysis of the level of soluble vascular adhesion molecules // Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017, 104453O; doi: 10.1117/12.2280984.
2. Desai, Dimpi, et al. "Health care utilization and burden of diabetic ketoacidosis in the US over the past decade: a nationwide analysis." *Diabetes Care* 41.8 (2018): 1631-1638.
3. Khan, Vinshi, et al. "Incidence, Predictors and Outcomes of Cerebral Edema Among Patients With Diabetic Ketoacidosis (DKA) From Nationwide Inpatient Sample (NIS) 2002-2015: 2725." *American Journal of Gastroenterology* 113 (2018): S1519.
4. Rotshtein A. Design and Tuning of Fussy IF – THEN Vuly for Medical Didicol Diagnosis. In *Fussy and Neuro-Fussy Systems in Medicine* (Eds: N. Teodovescu, A. Kandel, I. Lain.). – USA. CRC-Press, 1998, pp. 235–295.

Шевчук Катерина Сергіївна — студентка групи БМІ-186, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: : katenka.shevchuk@gmail.com.

Павлов Сергій Володимирович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Тимчук Сергій Васильович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Павлов Сергій Володимирович** — д-р техн. наук, професор, професор кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Shevchuk Kateryna S. — Department of of Infocommunications, Radio Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : katenka.shevchuk@gmail.com.

Pavlov Serhii V. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Тymchyk Serhii V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Pavlov Serhii V.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia