

МЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 612:615 (045)

Іванець О.Б.,
Висоцька Я.С.,
Мойсеєнко В.С.,
Собова С.Ю.

ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ

Національний авіаційний університет, e-mail: olchik2104@ukr.net

Відображена необхідність системного підходу для оцінювання функціонального стану організму. З використанням середовища для програмування Matlab запропонований підхід для проведення оцінювання стану організму. В якості прикладу обрана видільна система, для якої запропонований інтегральний показник оцінювання. Обрані показники для визначення стану видільної системи є основою розробленої програми, інтерфейс якої наведений в запропонованій статті.

Ключові слова: гомеостаз, стан організму, видільна система, механізми регуляції, показники

Вступ

На сьогоднішній день не існує об'єктивних методів системної оцінки функціонального стану організму в цілому. Для кожного системи організму розроблені свої класифікації, відповідно до яких встановлюються порушення. При цьому не враховується ступінь збереження функціонування організму взагалі і в дуже рідкісних випадках визначаються недостатність функціонування тієї чи іншої системи.

Постановка проблеми

Для визначення ступеня стабільності функціонування організму необхідно розробити підхід, який би надав можливість враховувати стан гомеостазу як єдиної системи з комплексів взаємозв'язків між окремими підсистемами. Рівень функціонування системи гомеостазу є регульованою величиною, сталість якої підтримується механізмами регуляції, шляхом зміни як міжсистемних, так і внутрішньосистемних взаємодій і взаємозв'язків. Принципу підтримання сталості рівня функціонування системи організму відповідають уявлення про функціональні резерви організму на основі регуляції вхідних та вихідних показників при зміні зовнішніх факторів впливу. Тому актуальною проблемою є розробка програмних комплексів на основі математичних моделей для оцінювання стану організму.

Виклад основного матеріалу

Для оцінювання стану гомеостазу такого складного об'єкта як організм людини пропонується використання полі параметричних інформаційних технологій для комплексного системного підходу до визначення співвідношення параметрів, які характеризують взаємодію кожної з підсистем організму.

Організм людини представлений в якості складної системи рис.1, в якій стан гомеостазу досягається завдяки управління нервової та ендокринної системи за рахунок гормонального впливу на кожну з підсистем організму.

При впливі комплексу факторів екстремального характеру виникає загальний адаптаційний синдром - універсальна відповідь організму на стресорні впливи будь-якої природи і проявляється однотипно у вигляді мобілізації функціональних резервів організму [1]. Проявом недостатності функціональних резервів вважається підвищення тонуусу симпатичного відділу вегетативної нервової системи - (проявляється високою стабільністю серцевого ритму) [2]. Симпатичний відділ як частина регуляторного механізму відповідає за екстрену мобілізацію енергетичних і метаболічних ресурсів за будь-яких видах стресу і активується через нервові і гуморальні канали. Він є частиною гіпоталамо-гіпофізарно-адренкортикотропної системи і підпорядковується безпосередньо центральну нервову систему [3]. Оцінити ступінь напруги регуляторних систем можна з вивчення вмісту в крові адреналіну (а), норадреналіну (п), дуфаміну (d) (рис.1), зміни діаметра зіниці, величині потовиділення і т.і.

Необхідно зазначити, що дестабілізуючі фактори є причиною порушення стабільного стану функціонування всієї системи і призводять до зниження адаптаційних можливостей організму [4]. Але дія кожного з дестабілізуючих факторів на організм є виключно індивідуальною та ймовірність розвитку захворювання залежить від адаптаційних можливостей кожної підсистеми організму. В

роботі кожної з підсистем організму закладена складна процедура підтримання гомеостазу організму в цілому. Так серцево-судинна система відіграє роль не тільки транспортну для доставки кисню та необхідних речовин по великому та малому колу кровообігу, але і виступає в якості одного з індикаторів адаптаційних можливостей організму.

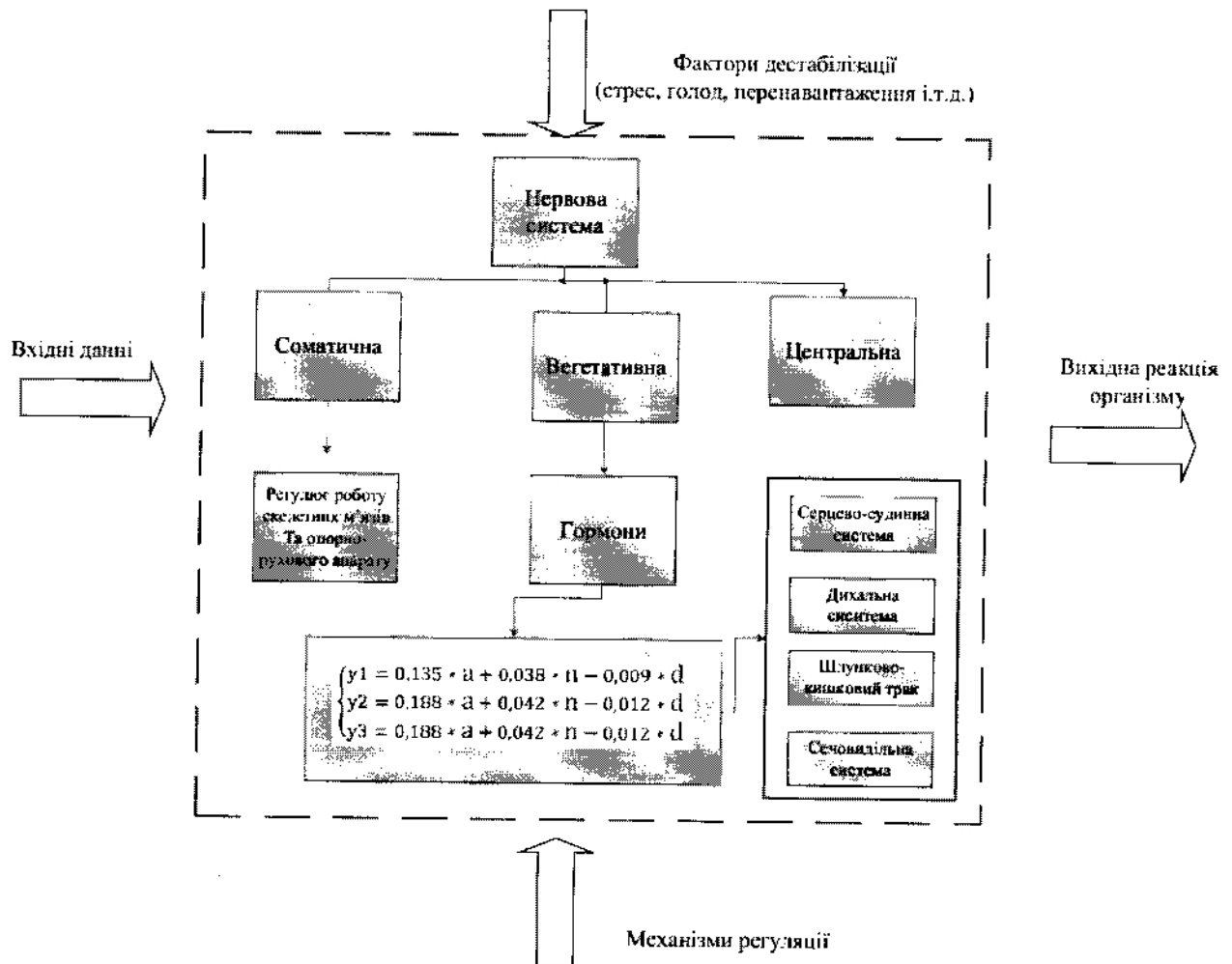


Рис.1. Система функціонування організму людини

Дихальна система тісно пов'язана з серцево-судинної і надає змогу передавати кисень з зовнішнього середовища до усіх органів організму. В свою чергу легені видаляють із організму вуглекислий газ, пари води, леткі речовини (ацетони, кетони та інші летучі речовини).

Травна система виконує роль джерела живлення для забезпечення організму енергетичними запасами. Також через систему травлення разом з неперетравленими продуктами їжі виводяться солі тяжких металів, токсичні речовини, залишки продуктів розпаду білків, жирів та вуглеводів.

Органи виділення відіграють важливу роль у збереженні сталості внутрішнього середовища організму за рахунок виведення зайвих продуктів розпаду, надлишків води та солей. В здійсненні цієї функції приймають участь легені, органи системи травлення (печінка, кишки), шкіра, а також спеціалізована система сечовиділення. Крім того, органи виділення забезпечують захисну (виділення жиру), лактогенну (виділення молока) та феромонну (створення запахів) функції. На шкірі функцію виділення відіграють потові та сальні залози, а під час годування немовлят грудями у жінок видільну функцію виконують молочні залози. Потові залози видаляють воду, солі та органічні речовини.

Розробка математичної моделі для оцінювання стану кожної з підсистем організму окремо і як результат оцінювання стану гомеостазу всього організму є важливою задачею для побудови програмного комплексу який надав би фахівцям можливість використання системного підходу для оцінювання стану організму [5]. Даний підхід може бути корисним при масових дослідженнях населення як окремих регіонів так і окремих соціальних груп.

Оцінювання стану організму в даній роботі носить скрінінговий характер, що дозволяє визначити вихід роботи кожної підсистеми за межі норми та визначення стану гомеостазу всього організму в цілому. В запропонованій статті використане програмне середовище Matlab для розробки програмного комплексу оцінювання стану організму. Важливими показниками для оцінювання функціонального стану для кожної з підсистем є вікові та статеві особливості, які зазначаються на перших етапах оцінювання. Інтерфейс запропонованої програми поданий на рис.2.

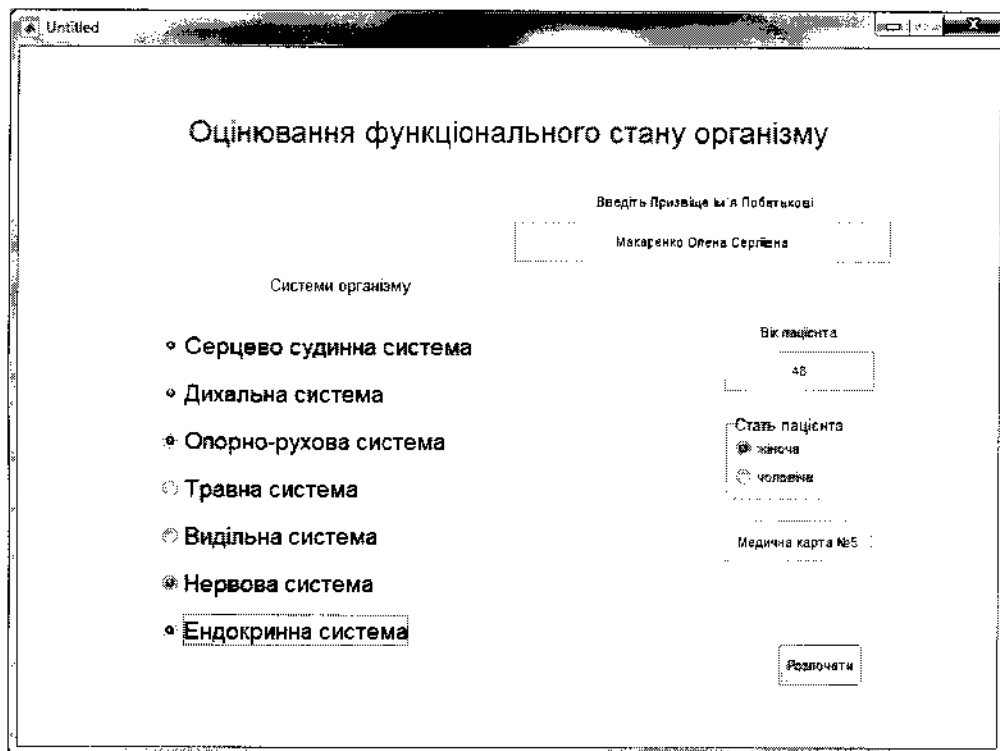


Рис.2 Інтерфейс головного вікна програмного комплексу розробленого для оцінювання стану організму

Головне вікно дозволяє обирати системи для оцінки, записує та шифрує за номером карти особу пацієнта, а також збирає дані для подальших розрахунків.

В якості прикладу розглянута видільна система організму, від функціонування якої залежить виведення з організму надлишків вода, солі, аміаку, сечовини, сечової кислоти, отруйних та токсичних речовини, залишків застосованих ліків, тощо.

Зазвичай функціональний стан видільної системи в загалі та нирок зокрема здійснюється за показниками швидкості клубкової фільтрації. В нормі швидкість клубкової фільтрації складає 80-120 мл /хв. Але даний показник визначається за допомогою специфічних додаткових обстежень і має труднощі у використанні його у скрінінгових системах. Останні дослідження нефрологів визначають тісний зв'язок стійкого погіршення функціонування видільної системи як з безпосереднім захворюванням нирок так і з патологією других підсистем організму та супутніх захворювань (сахарний діабет, ішемічна хвороба серця, гіпертензія та інші.)

Для проведення скрінінгових досліджень стану видільної системи були обрані наступні показники: показники біохімічного аналізу крові; швидкість потоку крові; вміст креатиніну; систолічний та діастолічний тиск ; рівень цукру в крові, вік пацієнта, вага пацієнта. Після проведення процедури експертних оцінок зазначених показників було визначено, що найбільш впливовими показниками для оцінювання поточного стану та прогнозування виходу сечовидільної системи зі стану рівноваги є швидкість потоку крові; вміст креатиніну; рівень цукру в крові, вік пацієнта та вага пацієнта. Саме ці показники стали основою для математичної моделі оцінювання поточного стану видільної системи. В загальному випадку модель виглядає наступним чином:

$$Y = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5 \quad (1)$$

де: Y – інтегрований показник стану видільної системи;

a_i – коефіцієнт сприятливості i -го фактора (у попарному добутку приймає значення „0” при сприятливій градації фактора та „1” - при несприятливій);

x_i – коефіцієнт ризику розвитку захворювання i -го фактора [%].

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку стану видільної системи

№№ п/п	Оцінювані фактори	Градація фактора		Коефіцієнт ризику розвитку захворювання видільної системи, %
		Сприятлива ($a=0$)	Несприятлива ($a=1$)	
1	Рівень цукру в крові	3,3-5,6 ммоль/л	>6,1 ммоль/л	19,4
2	Швидкість потоку крові	Швидкість кровотоку в нормі	Посилення швидкості кровотоку	12,7
3	Вміст креатиніну	Менше 1 ммоль / л	Більше 1 ммоль / л	16,2
4	Вік хворих	Молодші 40 років	Старші 40 років	8

Коефіцієнт a_i приймає значення „0” при сприятливій градації фактора та „1” - при несприятливій, таким чином ми визначаємо відсоток ризику захворювання, або ризик розвитку захворювання видільної системи [6]. На основі (1) та таблиці 1 був розроблена програма, що розраховує стан видільної системи згідно ранжування закладеного в програмі. Результатом роботи даної програми для видільної системи є визначення виходу стану видільної системи за межі норми. Ранжування результатів здійснюється для 3 станів: «норма», «задовільно», «вихід за межі норми». Приклад роботи описаного вікна поданий на рис.3. Вікно програми, яке розраховує цей коефіцієнт, дає змогу в режимі реального часу розрахувати стан видільної системи після занесення даних, що характеризують значення обраних п'яти показників. Зазначений коефіцієнт дає змогу оцінити стан видільної системи та після оцінювання всіх підсистеми організму за визначеною методикою стає одним із показників оцінювання всього організму загалом.

Видільна система

Рівень цукру в крові

Швидкість потоку крові 1- посилена, 0- в нормі

Вміст креатиніну

Вік пацієнта

Вага пацієнта Для попереднього перегляду результату натисніть Enter

Коефіцієнт = 0 норма Завершити Продовжити

Рис.3. Приклад роботи вікна для видільної системи

Розроблена програма, інтерфейс якої поданий на рис.3, надає змогу оцінити стабільність поточного стану видільної системи за показниками x_1, \dots, x_5 . Дана програма може бути корисна для медичних працівників при проведенні оцінювання поточного стану видільної системи зокрема.

В результаті проведеного дослідження показано, що сукупність таких показників, як біохімічний аналіз крові, рівень цукру в крові та швидкість потоку крові, а також вміст креатиніну, можна розглядати як важливі прогностичні фактори ризику розвитку захворювань видільної системи, хронічної ниркової недостатності зокрема [6]. Таким чином, запропонований спосіб дозволяє з достатньо високим рівнем достовірності здійснити прогнозування результату, що може бути враховано при виборі лікувальної тактики, і тим самим індивідуалізувати підхід до вибору оптимального обсягу лікування у хворих на хронічну ниркову недостатність.

Висновки

Запропонований принцип оцінювання дозволяє здійснити автоматизацію обробки результатів статистичних даних пацієнтів та може бути використаний в автоматизованих робочих місцях лікарів-нефрологів та окрім забезпечення збору, обробки та зберігання інформації про пацієнтів, біохімічних та клінічних даних визначити функціональний стан організму. Після отримання результатів оцінювання лікар-нефролог має змогу отримати кількісні відсоткові значення ризику захворювань та здійснити необхідні додаткові діагностичні дослідження для запобігання розвитку захворювань.

Список літературних джерел

1. Архирей М.В.. Метод оцінювання адаптаційних можливостей організму антарктичних зимівників/ М.В.Архирей, А.О.Гнатюк, О.Б.Іванець // Вісник інженерної академії України. – 2018.– №1.– С135-139.
2. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М.Баевский, А.П.Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.
3. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации / В.П. Казначеев. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980.- 191 с.
4. Коршунов Г.В. и др. Способ определения функционального состояния системы. Патент РФ № 2109297 кл. О 0Ш 33/86, 1998.
5. САМОЙЛЕНКО А. М. Математичне моделювання : Підручник / А.М.Самойменко, К.К.Кенжебаев, О.М.Стажицький. – Київ : Наукова думка, 2015. – 328 с.
6. Іванець О.Б.Метод прогнозування розвитку захворювань / Іванець О.Б., Булигіна О.В., Тишковець К.О./ Вісник інженерної академії України. – 2018.– № 2.– С. 32-36.