

includes also $[T_1; T_N]$. This will be applied for correct and rationalized selection of regime in the polymer recycling [10, 11], where the viscosity sensibility to the temperature change is determinative. Admittedly, the criterion of selecting optimally the WLF equation (1) does not answers the question on how many measurements N one should do for a polymer within the given temperature range. Also it does not speak whether the given number N is sufficient or not. These things are the subject for further investigation of the temperature dependence of polymer materials viscosity in the WLF equation form.

Bibliographical references

12. Williams M. L. The temperature dependence of relaxation mechanisms in amorphous polymers and other glass-forming liquids / M. L. Williams, R. F. Landel, J. D. Ferry // J. Am. Chem. Soc. – 1955. – V. 77, N. 14. – P. 3701 – 3707.
13. Виноградов Г. В. Реология полимеров / Г. В. Виноградов, А. Я. Малкин. – М., 1977. – 440 с.
14. http://en.wikipedia.org/wiki/Glass_transition_temperature
15. Малкин А. Я. Диффузия и вязкость полимеров. Методы измерения / А. Я. Малкин, А. Е. Чалых. – М., 1979. – 304 с.
16. Фогельсон Р. Л. Температурная зависимость вязкости / Р. Л. Фогельсон, Е. Р. Лихачев // Журнал технической физики. – 2001. – Т. 71, вып. 8. – С. 128 – 131.
17. http://en.wikipedia.org/wiki/Temperature_dependence_of_liquid_viscosity
18. <http://www.europrint-ua.com/pet-features.html>
19. http://www.ekoresurs.ru/pet__polietilenterftal
20. <http://www.brookfieldengineering.com>
21. <http://en.wikipedia.org/wiki/Polymer>
22. <http://www.recyclers.ru/modules/section/category.php?categoryid=17>

Надійшла до редколегії 01.06.10

УДК 616.12-008.315-036.1-07:608.7

І. В. Дроздова¹, М. Г. Сидорова², О. О. Харченко¹,
С. В. Романенко¹, С. Л. Поріц¹, Г. Б. Чумак³

¹ Український Державний науково-дослідний інститут медико-соціальних проблем інвалідності, м. Дніпропетровськ

² Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

³ Санаторій «Зорі України», м. Ялта

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТИКИ ХРОНІЧНОЇ СЕРЦЕВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ

Запропоновано обчислювальну технологію кластерного аналізу даних ехокардіографічного обстеження хворих на хронічну серцеву недостатність, що забезпечує відбір інформативних ознак, оцінку якості розбиття, підтримку прийняття рішень, встановлення меж «норма-патологія».

Ключові слова: інформативні ознаки, кластерний аналіз, якість розбиття, прийняття рішень, нормальний розподіл, межі «норма-патологія».

Предложена вычислительная технология кластерного анализа данных эхокардиографии у больных с хронической сердечной недостаточностью, которая обеспечивает отбор информативных признаков, оценку качества разделения, поддержку принятия решений, определение границ «норма-патология».

Ключевые слова: информативные признаки, кластерный анализ, качество разделения, принятие решений, границы «норма-патология».

The computing technology of cluster analysis of echocardiography data's in patients with chronic heart failure was proposed. The method provides selection of informative signs, evaluation of differences quality, supports to take decisions, determination between «norm» and «pathology» limits.

Key words: informative signs, cluster analysis, evaluation of differences quality, taking a decision, normal distribution, «norm» and «pathology» limits.

Вступ. Хронічна серцева недостатність із систолічною дисфункцією (ХСН) – це симптомокомплекс, що супроводжується такими ознаками, як задишка у спокої та під час фізичного навантаження, хрипи в легенях і набряк гомілок, при наявності об'єктивних доказів патологічних змін міокарду або функцій серця у спокої [1; 2; 3]. Поширеність ХСН у популяції коливається від 2 до 3 %, а серед осіб віком 70–80 років сягає 10–20 %; 50 % пацієнтів

© І.В.Дроздова, М.Г. Сидорова, О.О.Харченко,
С.В.Романенко, С.Л.Поріц, Г.Б.Чумак, 2010

помирають протягом 4 років від моменту виникнення захворювання, а 40 % хворих, госпіталізованих з цього приводу, помирають або повторно надходять до лікарні протягом року [4; 5]. Існує ряд класифікацій ХСН: класифікація Американського коледжу кардіологів та Американської асоціації серця (ACC/AHA), яка виділяє стадії А, В, С, D й комітету нью-йоркської асоціації серця (NYNA), класифікація М. Д. Стражеско, В. Х. Василенко, яка прийнята в Росії та Україні у клінічній практиці та медико-соціальної експертизі [1; 3; 4]. Класифікація М. Д. Стражеско та В. Х. Василенко виділяє: I стадію (початкової скритої недостатності кровообігу, без порушення гемодинаміки, що виявляється лише при фізичному навантаженні); II стадію (початкової скритої недостатності кровообігу, коли порушення гемодинаміки у малому та великому кругах кровообігу виражені вже у стані спокою; яка має два періоди: А – ознаки недостатності кровообігу виражені у стані спокою помірно, порушення лише в одному із відділів серцево-судинної системи; Б – закінчення цієї стадії, коли існують виразні порушення, що охоплюють як великий, так і малий круг кровообігу); III стадію – кінцеву дистрофічну з важкими порушеннями гемодинаміки, стійкими змінами обміну речовин та незворотніми змінами у структурі органів і тканин [1; 2; 3].

Усі класифікації базуються лише на клінічних ознаках, чітких електрокардіографічних, ехокардіографічних, велоергометричних, ангиографічних, томографічних критеріїв стадій ХСН до цього часу не існує. Робоча група з діагностики й терапії хронічної серцевої недостатності Європейського кардіологічного товариства вважає, що визначення ХСН має базуватись на виявленні її симптомів у спокої та при фізичних навантаженнях, на об'єктивному підтвердженні (за даними ехокардіографії) систолічної чи діастолічної дисфункції серця, на реакції організму при лікуванні [4]. Перспективними напрямками підвищення ефективності діагностики ХСН є, з одного боку, розробка та впровадження простих у використанні, чітких кількісних алгоритмів оцінки її стадій, з іншого – об'єктивне висвітлення місця новітніх високотехнологічних методів у комплексній клініко-функціональній діагностиці хворих на ХСН [6]. За стадіями ХСН, наявністю систолічної чи діастолічної дисфункції, встановлюються групи інвалідності та відсотки втрати працездатності, проводиться оптимізація тактики лікування та визначення прогнозу; тому правильне визначення стадій ХСН є досить значною медичною та медико-соціальною проблемою [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із значущих

статистичних методів для оцінки результатів медичних обстежень є кластерний аналіз. Методи кластерного аналізу висвітлено у [8 – 11]. Найбільш уживаними є методи агломеративно-ієрархічні, *K*-середніх та Forel. Переваги та недоліки агломеративно-ієрархічного методу, його видів (найближчого та найвіддаленішого сусіда, середнього й медіанного зв'язку, центроїдного та Варда); методу *K*-середніх та його варіантів (Мак-Кіна та Болла-Холла); алгоритму Forel розглядаються у значній кількості публікацій [8 – 12]. Для оцінки якості розбиття використовується близько 50 функціоналів якості [8; 9]. Найбільш поширеними серед них є такі: сума квадратів відстаней до центрів кластерів, сума попарних внутрішньокластерних відстаней, загальна внутрішньокластерна дисперсія, відношення функціоналів [8; 9; 12]. Використання різних методів кластерного аналізу призводить до відмінних варіантів розбиття заданої множини об'єктів. Більш того, навіть один і той же самий метод може давати різні результати, як наприклад, *K*-середніх та Forel, що залежить від початкової ініціалізації центрів кластерів. Не вирішують даної проблеми й функціонали якості, оскільки до кожного з них закладено різні поняття кластера та однорідності, що призводить до неоднозначних результатів. Тому виникає задача вибору методу кластерного аналізу, для вирішення якої запропоновано використовувати методи теорії підтримки прийняття рішень [12].

Об'єкт та методи досліджень. На базі Українського державного науково-дослідного інституту медико-соціальних проблем інвалідності, Кримського республіканського науково-дослідного інституту фізичних методів лікування та медичної кліматології ім. І. М. Сеченова та санаторію «Україна» було обстежено 165 осіб, з них 115 пацієнтів з ХСН ішемічного генезу та 50 осіб з ХСН, внаслідок артеріальної гіпертензії. Вік хворих коливався від 35 до 65 років. Клінічно у 2 осіб встановлено відсутність серцевої недостатності (СН 0 ст.), у 67 пацієнтів – СН I ст., у 67 хворих – СН 2А ст., у 29 осіб – СН 2Б ст. СН 3 ст. не було встановлено у жодного хворого.

Доплер ехокардіографія виконана за стандартною методикою на апараті «Ge LOGIC P5 Pro» в Українському державному науково-дослідному інституті медико-соціальних проблем інвалідності у відділі експертно-реабілітаційної ультразвукової та функціональної діагностики; а також на апараті «Ultrasound Scanner ТИ 628-А» в Кримському республіканському науково-дослідному інституті фізичних методів лікування та медичної кліматології ім. І. М. Сеченова на протязі 2008 – 2009 років [13; 14]. Під час обстеження визначалися: діаметр аорти на рівні клапанів, індекс кореня аорти, систолічне розходження клапанів аорти, розмір лівого

передсердя, індекс лівого передсердя, параметри лівого шлуночка: кінцево-діастолічний розмір, індекс кінцево-діастолічного розміру, кінцево-систоличний розмір, кінцево-діастолічний об'єм, індекс кінцево-діастолічного об'єму, кінцево-систоличний об'єм, ударний об'єм, фракція викиду за Сімпсоном та Тейхольцем, товщина задньої стінки лівого шлуночка в діастолу, відносна товщина міокарда, товщина міжшлункової перегородки в діастолу, маса міокарда, індекс маси міокарда, кінцево-діастолічний розмір правого шлуночка, середній тиск в легеневій артерії, тип геометрії лівого шлуночка.

Постановка задачі. Задано результати медичного обстеження хворих на ХСН ішемічного та гіпертензивного походження, отриманих за допомогою Допплер ехокардіографії. Необхідно виявити кластери, що відповідають стадіям СН, провести об'єктивізацію отриманих класів, а також установити межі «норми-патології» для кожної з стадій. Дані представлені у вигляді матриці дійсних чисел $X = \{x_{ij}; i = \overline{1, n}, j = \overline{1, p}\}$, де n – кількість пацієнтів, кожен пацієнт характеризується набором з p ознак, x_{ij} – значення j -ї ознаки, що спостерігається в i -го пацієнта, дійсне число.

Необхідно створити інформаційну технологію проведення кластерного аналізу та встановлення меж «норми-патології», для чого розробити обчислювальні схеми кластеризації на основі методів: ієрархічної кластеризації, швидкої ієрархічної кластеризації, K-середніх у варіантах Болла-Холла та Мак-Кіна. Розбиття вихідної вибірки на кластери, одержані різними методами або при різних значеннях параметрів, можуть відрізнитися. Тому слід провести оцінку якості отриманих результатів на основі функціоналів якості. Для визначення методу, що дає найкраще розбиття необхідно реалізувати методи прийняття рішень, а саме – множинний аналіз, процедуру Борда та плюралітарну процедуру, де експертами будуть функціонали якості, альтернативами – методи кластеризації.

Основний матеріал. Для розв'язання поставленої задачі запропоновано інформаційну технологію, що складається з наступних етапів:

1. Відбір інформативних ознак методом «Гойдалки» [15]. Даний метод дозволяє впорядкувати не лише ознаки за їх інформативністю, але й об'єкти і полягає в наступному.

1) Переформуємо вхідну матрицю даних X у матрицю X' , що складається з 0 та 1: $x'_{ij}=1$, якщо значення j -ї ознаки для i -го об'єкта знаходиться в діапазоні норми, $x'_{ij}=0$ в іншому випадку.

Матриця X' має задовольняти таким вимогам:

- $p \geq 2, n \geq 2$;
- у матриці не повинно бути однакових рядків і стовпців;
- у матриці не повинно бути рядків і стовпців, що повністю складаються із нулів або одиниць.

2) Інформаційна вага для об'єктів і ознак задається у вигляді додатніх векторів. У якості початкових оцінок ваг обчислюємо

$$\vec{z}_1 = (z_1, z_2, \dots, z_p), \vec{y}_1 = (y_1, y_2, \dots, y_p), \text{ де } z_j = \sum_{i=1}^n x_{ij}, y_i = \sum_{j=1}^p x_{ij}.$$

3) Далі визначаються пари векторів

$$\vec{W} = (w_1, w_2, \dots, w_p), \vec{V} = (v_1, v_2, \dots, v_n),$$

де $w_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} y_i, j = \overline{1, p}, v_i = \sum_{j=1}^p x_{ij} z_j, i = \overline{1, n}$. Тоді на другому

кроці одержують вектори:

$$\vec{z}_2 = \frac{\vec{W}}{\max_j |w_j|}, \vec{y}_2 = \frac{\vec{V}}{\max_i |v_i|}.$$

4) Таким чином одержують послідовність векторів $\vec{z}_1, \vec{z}_2, \dots, \vec{z}_k, \dots$, що містять ваги ознак, та послідовність векторів $\vec{y}_1, \vec{y}_2, \dots, \vec{y}_k, \dots$, які містять ваги об'єктів. Ітераційний процес закінчується, коли вектори-ваги перестають змінюватися.

Найбільшу інформативність, за методом «Гойдалки», для хворих на ХСН мають параметри: діаметр аорти на рівні клапанів (1,00), фракція викиду за Тейхольцем (0,99), індекс кореня аорти (0,99), систолічне розходження стулок аортального клапану (0,98), фракція викиду за Сімпсоном (0,97), кінцево-діастолічний розмір правого шлуночка (0,94), у лівому шлуночку індекс кінцево-діастолічного розміру (0,92), кінцево-діастолічний об'єм (0,88), кінцево-систоличний розмір (0,87); індекс лівого передсердя (0,86), розмір лівого передсердя (0,84); кінцево-діастолічний розмір лівого шлуночка (0,78), товщина міжшлункової перегородки в діастолу (0,77), середній тиск у легеневій артерії (0,75), індекс маси міокарда (0,57), товщина міжшлункової перегородки в діастолу (0,57), індекс кінцево-діастолічного об'єму (0,56), ударний об'єм (0,55), кінцево-систоличний об'єм (0,52).

2. Якщо ознаки об'єктів вимірюються у різних одиницях або сильно відрізняються за значеннями, доцільно привести їх до єдиного

масштабу. Найбільш уживаною з таких процедур є стандартизація. Обчислимо нові значення за формулою

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\hat{\sigma}_j}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, p},$$

де $\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}, \hat{\sigma}_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}.$

3. Проведемо кластерний аналіз різними методами, а саме ієрархічним методом при виборі міжкластерної відстані ближнього сусіда, дальнього сусіда, Уорда, середньої та між центрами; методом К-середніх у варіантах Болла-Холла та Мак-Кіна при виборі початкових центрів як перших, випадкових або найвіддаленіших точок. Усі ці методи показали різний результат. Для вибору найкращого розбиття були розроблені функціонали якості (сума внутрішньокластерних дисперсій за всіма ознаками, сума квадратів відстаней до центрів кластерів, відношення середньої внутрішньокластерної і середньої міжкластерної відстаней, сума внутрішньокластерних відстаней) та методи прийняття рішень (множинний аналіз, процедура Борда, плюралітарна процедура) [8; 9; 15]. На основі проведеного дослідження було обрано розбиття, отримане методом К-середніх у варіанті Болла-Холла при виборі перших К точок як початкових центрів. Нижче наведена обчислювальна схема методу К-середніх у варіанті Болла-Холла [8;9]:

1) Задається число K – кількість кластерів.

2) Серед усієї множини об'єктів обирається K точок одним з наступних способів:

- перші K об'єктів;
- випадкові K об'єктів;
- найвіддаленіші K об'єктів.

Кожна з цих K точок вважається центром окремого кластера.

3) Далі кожен об'єкт відносимо до кластера, центр якого найближчий. Тобто для кожної точки $X_i, i = \overline{1, n}$ обчислюємо відстані $d(X_i, M_j), j = \overline{1, K}$ та обираємо номер того кластера, де буде досягатися мінімум.

4) Після того, як усі об'єкти розподілені, перераховуються центри

кластерів $M_i = (\bar{x}_{i1}, \bar{x}_{i2}, \dots, \bar{x}_{ip}), i = \overline{1, K},$ де $\bar{x}_{ij} = \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} x_{kj}, j = \overline{1, p}.$

5) Повторюємо кроки 3–4 доки центри не стабілізуються або кількість ітерацій не перевищить задану.

Метою кластерного аналізу, проведеного за найбільш інформативними ехокардіографічними параметрами, було виділення п'яти кластерів. Результати роботи алгоритму методу К-середніх у варіанті Болла-Холла у вигляді діаграми розбиття представлено на рис.1. Діаграма розбиття чітко розмежовує п'ять кластерів.

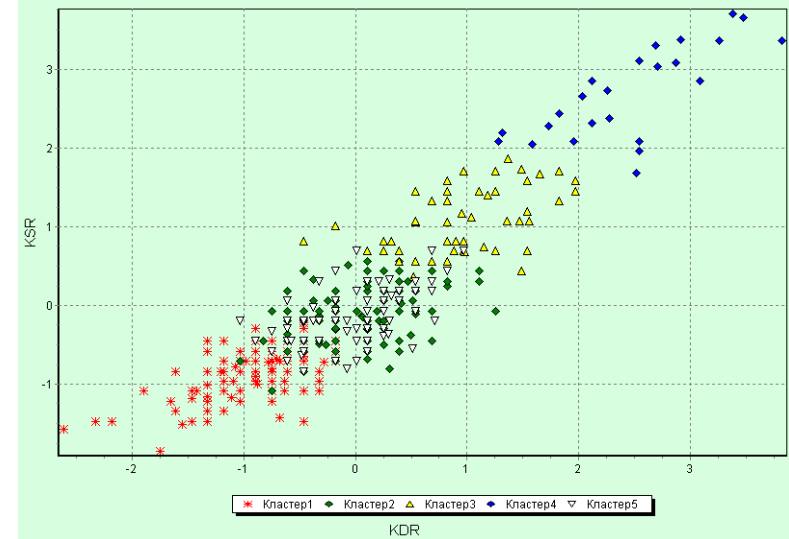


Рис. 1. Діаграма розбиття за допомогою К-середніх у варіанті Болла-Холла

До першого кластера увійшло 26,67 % хворих на СН, серед них було 63,64 % хворих із СН І ст. та 36,36 % із СН 2А ст. Другий кластер охоплював 23,03 % пацієнтів, з них 2,63 % із СН 0 ст., 42,11 % – із СН І ст., 50,00 % – із СН 2 А ст., 5,26 % – із СН 2 Б ст. До третього кластера увійшло 20,61 % обстежених осіб, СН 0 ст. була встановлена у 2,94 %, СН І ст. – у 14,71 %, СН 2 А ст. – у 44,12 %, СН 2 Б ст. – у 38,24 %. Четвертий кластер охопив 13,33 % хворих, з них у 36,36 % була СН 2 А ст. і у 63,64 % – СН 2 Б ст. П'ятий кластер включав 16,36 % пацієнтів, з яких СН І ст. встановлена у 66,67 %, СН 2 А ст. – 33,33 % обстежених.

Процеси ремоделювання мають суттєве значення для розвитку ХСН. Серед хворих першого, другого та п'ятого кластерів нормальна геометрія лівого шлуночка визначалась у 59,02, 18,56 та 30,11 %; концентрична гіпертрофія – у 18,85, 29,90 і 26,88 %; ексцентрична гіпертрофія – у 4,10, 46,39 і 36,56 %; концентричне ремоделювання – у

18,03, 5,15 та 6,45 % обстежених відповідно. У хворих третього кластера концентрична та ексцентрична гіпертрофія встановлені у 29,55 та 70,45 %, у пацієнтів четвертого кластера ексцентрична гіпертрофія – у 100,0 % випадків.

Характеристики кожного з виділених кластерів представлені у табл. 1. За цими значеннями вони були класифіковані наступним чином: до першого кластера увійшли особи із СН 0 ст., до другого – з СН I ст., третій кластер характеризує хворих на СН II А ст., а четвертий – на СН II Б ст., п'ятий кластер – на СН III ст.

Таким чином діагностика стадій СН з використанням кластерного аналізу методом К-середніх у варіанті Болла-Холла при виборі перших або випадкових точок як початкових центрів свідчить про неточність постановки клінічного діагнозу. Результати класифікації відображали статистичний факт постановки правильного діагнозу у 49,9 %.

Це спонукало до визначення меж ехокардіографічних показників, які б відповідали стадіям ХСН.

4. Для кожного кластера визначимо межі «норми-патології» досліджуваних параметрів [16]. Нехай задано заміри деякого показника у вигляді масиву $\Omega_{1,N} = \{x_i, i = \overline{1, N}\}$. Необхідно знайти

x^h, x^g – нижню та верхню межі «норми-патології» на основі відтворення нормального розподілу та встановлення вірогідних меж реалізації відповідного показника $x^h = F^{-1}(\alpha / 2; \hat{\Theta})$, $x^g = F^{-1}(1 - \alpha / 2; \hat{\Theta})$.

Вважаючи, що досліджувані дані мають нормальний розподіл, $x^{h,g}$ обчислюємо наступним чином $x^{h,g} = \bar{x} \pm t_{\alpha/2, \nu} \hat{\sigma}$.

Межі ехокардіографічних показників, які відповідали стадіям ХСН наведено у табл. 2. Визначення цих меж, які дають можливість орієнтуватись при уточненні стадій ХСН, значним чином сприятиме покращенню клінічної діагностики та встановленню груп інвалідності, а це, в свою чергу, призведе до поліпшення лікування, якості та тривалості життя таких хворих.

Висновки. В роботі запропоновано обчислювальну технологію кластерного аналізу медичних даних, що забезпечує відбір інформативних ознак, оцінку якості розбиття, підтримку прийняття рішень, встановлення меж «норми-патології» досліджуваних показників для кожного класу. Проведено апробацію запропонованої технології на даних медичного обстеження хворих на хронічну серцеву недостатність.

Таблиця 1

Середні величини ехокардіографічних показників хворих на серцеву недостатність

Ехокардіографічні показники	Хворі на серцеву недостатність				
	першого кластера	другого кластера	третього кластера	четвертого кластера	п'ятого кластера
Діаметр аорти на рівні клапанів	2,82±0,27	3,41±0,42	3,29±0,29	3,49±0,31	3,10±0,31
Індекс кореня аорти	1,65±0,17	1,73±0,25	1,68±0,20	1,78±0,24	1,75±0,24
Сист. роз. стул. аорт. клапану	1,87±0,16	1,61±0,40	2,02±0,21	2,04±0,22	1,79±0,29
Розмір лівого передсердя	3,07±0,44	3,43±0,39	4,81±0,67	3,84±0,55	3,93±0,52
Індекс лівого передсердя	1,79±0,23	1,75±0,19	1,95±0,28	2,21±0,32	2,44±0,35
Кінцево-діастол. розмір	4,38±0,33	4,82±0,29	4,98±0,36	5,40±0,29	6,24±0,51
Індекс кінцево-діастол. розміру	2,46±0,21	2,57±0,28	2,75±0,21	2,80±0,25	3,17±0,34
Кінцево-сист. розмір	2,61±0,27	2,96±0,30	3,05±0,31	3,63±0,28	4,80±0,54
Кінцево-діастол. об'єм	87,62±14,61	109,31±15,26	117,92±18,63	142,20±17,52	198,61±37,58
Індекс кінцево-діастол. об'єму	51,00±7,52	55,66±7,08	66,07±9,04	72,22±7,71	100,63±17,15
Кінцево-сistolічн. об'єм	25,18±6,15	34,48±8,32	36,98±8,83	56,17±10,43	109,44±29,79
Ударний об'єм	62,43±12,06	72,32±11,97	83,44±15,66	86,02±17,23	89,16±23,59
Фр. викиду за Сімпсоном	40,51±4,89	40,49±5,14	36,82±4,98	32,67±5,44	23,07±5,55
Фр. викиду за Тейхольцем	71,16±5,76	70,66±6,10	66,23±6,51	60,16±7,68	44,99±9,08
Товщина міок. задн. стінки	0,86±0,14	1,03±0,15	1,06±0,19	1,11±0,15	1,16±0,18
Товщ. міжшлун. перег. в діастолу	1,00±0,17	1,24±0,18	1,24±0,15	1,31±0,27	1,40±0,17
Кінцево-діастол. розмір пр. шлун.	2,52±0,35	2,67±0,36	2,73±0,32	2,79±0,42	3,08±0,43
Інд. маси міок. лівого шлуночка	89,93±19,75	124,01±20,25	147,43±28,66	173,12±25,43	216,30±44,97
Середній тиск у легеневій артерії	26,10±10,57	29,39±11,50	32,21±15,20	42,77±11,85	44,76±13,12

Таблиця 2

**Норми ехокардіографічних показників
хворих на серцеву недостатність**

Ехокардіографічні показники	Відсутність серцевої недостатн.	Хворі на серцеву недостатність			
		I стадії	2 А стадії	2 Б стадії	3 стадії
Діаметр аорти на рівні клапанів	2,31-3,35	2,80-3,41	2,73-3,87	3,18-3,80	2,60-4,22
Індекс кореня аорти	1,32-1,99	1,29-2,22	1,30-2,07	1,33-2,24	1,26-2,21
Сист. роз. стул. аорт. клапану	1,56-2,19	1,24-2,34	1,62-2,43	1,61-2,47	0,85-2,38
Розмір лівого передсердя	2,23-3,92	2,68-4,19	2,78-4,90	2,93-4,95	3,52-6,11
Індекс лівого передсердя	1,35-2,25	1,38-2,13	1,42-2,49	1,60-2,83	1,77-3,13
Кінцево-діаст. розмір	3,76-5,01	4,26-5,39	4,33-5,63	4,85-5,96	5,25-7,23
Індекс кінцево-діастол. розміру	2,02-3,12	2,05-2,88	2,32-3,29	2,34-3,17	2,52-3,84
Кінцево-сист. розмір	2,09-3,12	2,38-3,54	2,45-3,64	3,09-4,18	3,76-5,84
Кінцево-діастол. об'єм	59,42-115,83	79,85-138,77	81,96-153,89	108,40-176,01	126,08-271,14
Індекс кінцево-діастол. об'єму	36,49-65,53	42,01-69,32	48,62-83,52	57,35-87,09	67,53-133,73
Кінцево-систолічн. об'єм	133,2-37,05	18,43-50,53	19,94-54,03	36,04-76,31	51,95-166,94
Ударний об'єм	39,15-85,72	49,22-95,42	53,23-113,66	52,77-119,29	43,63-134,70
Фр. викиду за Сімпсоном	31,06-49,96	30,57-50,41	27,21-46,44	22,18-43,16	12,36-33,78
Фр. викиду за Тейхольцем	60,05-82,28	58,88-82,45	53,68-78,79	45,34-75,00	27,46-62,52
Товщина міок. задн. стінки	0,59-1,14	0,69-1,43	0,74-1,34	0,82-1,40	0,83-1,51
Товщ. міжшлун. перегород. в діастолу	0,68-1,34	0,95-1,53	0,90-1,60	1,08-1,73	0,78-1,84
Кінцево-діастол. розмір пр. шлун.	1,84-3,21	1,98-3,36	1,99-3,59	2,12-3,35	2,26-3,91
Інд. маси міок. лівого шлуночка	51,82-128,05	84,94-163,09	92,11-202,76	124,03-222,21	129,51-303,09
Середній тиск в легеневій артерії	5,71-46,50	7,20-51,59	2,88-61,54	19,90-65,65	19,45-70,07

Автори висловлюють щире подяку д. тех. н. професору Приставке О. П. за допомогу при виконанні даної роботи.

Бібліографічні посилання

1. Настанова з діагностики й терапії хронічної серцевої недостатності: (версія 2005 р.) / [упорядкув. робоча група з діагностики й терапії хронічної серцевої недостатності Європейського кардіологічного товариства]. – К., 2006. – 159 с.
2. Недостаточность кровообращения : [методическое пособие в таблицах и схемах] / Г. В. Дзяк, Й. И. Дрыновец, Л. И. Васильева, А. А. Ханюков. – Д. : ДМА, 1999. – 267 с.
3. Отраслевой стандарт: Протокол ведения больных. Сердечная недостаточность: в 2 т. М., 2003. – Т. 1. – 131 с.
4. Европейські рекомендації з діагностики і лікування гострої та хронічної серцевої недостатності (2008) [упорядк. Ю.О.Мишковська, В.В.Таранчук] // Внутрішня медицина. – 2008. – С. 87–117.
5. **Ковалевська Л. А.** Клініко-патогенетична характеристика серцевої недостатності у віковому аспекті: діагностика, прогноз і лікування : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. мед. наук : спец. 14.01.11 «Кардіологія» / Л. А. Ковалевська. – Дніпропетровськ, 2009. – 34 с.
6. **Романенко С. В.** Клініко-функціональні критерії оцінки перебігу та прогнозу хронічної серцевої недостатності внаслідок ішемічної хвороби серця : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук : спец. 14.01.11 «Кардіологія» / С. В. Романенко. – Дніпропетровськ, 2009. – 20 с.
7. Збірник документів з медико-соціальної експертизи та працевлаштування інвалідів / [Іпатов А.В., Сергієні О.В., Коробкін Ю.І та ін.] ; під ред. А. В. Іпатова. – Дніпропетровськ, 2004. – 290 с.
8. **Айвазян С. А.** Классификация многомерных наблюдений / С. А. Айвазян, З. И. Бежаева, О. В. Староверов. – М., 1974. – 240 с.
9. **Жамбю М.** Иерархический кластер-анализ и соответствия / М. Жамбю. – М., 1988. – 279 с.
10. **Мандель И. Д.** Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – М., 1988. – 176 с.
11. **Загоруйко Н. Г.** Прикладные методы анализа данных и знаний / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск, 1999. – 270 с.
12. **О. М. Мацуга** Підтримка прийняття рішень під час кластерного аналізу медичних даних / О. М. Мацуга, Т. Г. Ємель'яненко // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – Д., 2008. – Т. 12. – С. 28–36.
13. **Шиллер Н.** Клиническая эхокардиография / Н. Шиллер, М. Осипов – М., 2005. – 344 с.

14. **Коржелецький О. С.** Принципи клінічного застосування та трактування ехокардіографії / О. С. Коржелецький // Внутрішня медицина. – 2008. – С. 39–50.
15. **Емельяненко Т. Г.** Принятие решений в системах мониторинга / Т. Г. Емельяненко, А. В. Зберовский, А. Ф. Приставка, Б. Е. Собко. – Д., 2005. – 224 с.
16. **Мацуга О. М.** Технологія визначення межі «норма-патологія» медичних показників / О. М. Мацуга // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – Д., 2009. – Т. 13. – с. 81–86.

Надійшла до редколегії 09.08.2010

УДК 004.4

І.В. Девяткін

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ В WEB ЗА ДОПОМОГОЮ SPIDERGL

Проводиться аналіз інформаційних технологій для візуалізації даних моніторингу в веб-орієнтованій системі з використанням локальних поліноміальних сплайнів та процедури регуляризації даних.

Ключові слова: *візуалізація, моніторинг, веб, 3d графіка, програмна бібліотека, сплайни.*

Проводится анализ информационных технологий для визуализации данных мониторинга в веб-ориентированной системе с использованием локальных полиномиальных сплайнов и процедуры регуляризации данных.

Ключевые слова: *визуализация, мониторинг, веб, 3d графика, программная библиотека, сплайны.*

The analysis of information technology for the visualization of monitoring data in web-based system using local polynomial splines and regularization procedure data.

Keywords: *visualization, monitoring, web, 3d graphics, software library, splines.*

Постановка проблеми. Внаслідок зростаючого антропогенного впливу результатів життєдіяльності людини на навколишнє середовище виникає задача створення систем екологічного моніторингу. Такі системи призначені для розв'язання задач оперативного аналізу й прогнозу визначальних параметрів навколишнього середовища, рішення яких вимагає розробки автоматизованої системи обробки даних. Особливо складна екологічна ситуація склалася в результаті Чорнобильської катастрофи на території України та суміжних держав.

Усі ці причини обумовили розробку різних автоматизованих систем ведення оперативного аналізу й прогнозування стану природного середовища – систем моніторингу за довкіллям. Однією із задач систем моніторингу є територіальне картографування за певними показниками, наприклад, радіоактивного забруднення. Отримані карти становлять основу територіального атласу, що є базою оперативного аналізу й прийняття рішень на вибір мір по зменшенню

© І. В. Девяткін, 2010