

УДК 616.12-008.331.1-072:519.226]-037

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕННЯ ПАЦІЄНТІВ З ГІПЕРТЕНЗІЄЮ НА ОСНОВІ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА БАГАТОПАРАМЕТРИЧНОЇ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРЕБІГУ ЗАХВОРЮВАННЯ НА ПЕРВИННОМУ РІВНІ

В. П. Марценюк, П. Р. Сельський, В. М. Творко

Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського

В роботі запропоновано методика прогнозування перебігу захворювання на первинному рівні надання медико-санітарної допомоги. Підхід ґрунтується на обчисленні коефіцієнтів кореляції та багатопараметричної нейромережєвої кластеризації.

Ключові слова: первинний рівень медико-санітарної допомоги, артеріальна гіпертензія, нейромережєва кластеризація.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ НА ОСНОВЕ КОРЕЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЙРОСЕТОВОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ НА ПЕРВИЧНОМ УРОВНЕ

В. П. Марценюк, П. Р. Сельский, В. М. Творко

Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского

В работе предложена методика прогнозирования течения заболевания на первичном уровне предоставления медико-санитарной помощи. Подход основан на вычислении коэффициентов корреляции и многопараметрической нейросетевой кластеризации.

Ключевые слова: первичный уровень медико-санитарной помощи, артериальная гипертензия, нейросетевая кластеризация.

ANALYSIS OF THE EXAMINATION RESULTS OF PATIENTS WITH HYPERTENSION BASED ON CORRELATION INDICES AND MULTIPARAMETER NEURAL NETWORK CLUSTERIZATION TO OPTIMIZE THE PROGNOSIS OF THE DISEASE AT THE PRIMARY LEVEL

V. P. Martsenyuk, P. R. Selskyi, V. M. Tvorko

Ternopil State Medical University by I. Ya. Horbachevsky

The paper examines prognosis methodology of the disease progression at the primary health care level. Approach is based on calculation of correlation coefficients and multiparameter neural network clusterization.

Key words: the primary health care level, hypertension, neural network clusterization.

Вступ. Для забезпечення належної якості медичної допомоги існує потреба в накопиченні й аналізі даних впродовж тривалого періоду [1]. Цілий ряд досліджень спрямовані на вирішення проблем впровадження інноваційних медичних інформаційних технологій [2, 3, 4, 5]. Проте не до кінця вирішеною зали-

шаються проблема ефективної інформатизації у сільській медицині та відповідної підготовки спеціалістів. При цьому важливою є оптимізація прогнозування перебігу захворювань з метою покращення лікувально-профілактичної роботи на первинному рівні.

© В. П. Марценюк, П. Р. Сельський, В. М. Творко

Метою роботи є аналіз результатів обстеження пацієнтів з гіпертензією на основі кореляційних показників та багатопараметричної нейромережевої класифікації для оптимізації прогнозування перебігу захворювання на первинному рівні надання медико-санітарної допомоги.

Матеріали і методи. В якості даних для аналізу використано результати обстеження 63 хворих з гіпертензією у навчально-практичних центрах первинної медико-санітарної допомоги (НПЦПМСД), відкритих Тернопільським державним медичним університетом імені І. Я. Горбачевського за сприяння місцевої влади у селах Гнилиці та Зарубинці Тернопільської області [6], внесених у базу програми “Реєстратура” протягом 2011 та 2012 років. Групу контролю склали 19 жителів даних населених пунктів, у яких за даними бази програми “Реєстратура” не зафіксовано жодної патології. Статистична обробка матеріалу проводилася з використанням пакета програм “Microsoft Excel” (Microsoft Office 2003). Статистична значущість різниці між середніми арифметичними та відносними величинами оцінювалась за критерієм Ст’юдента-Фішера (t). При порівнянні однотипних груп проводили кореляційний аналіз з врахуванням коефіцієнта кореляції (r) за допомогою методу квадратів Пірсона.

Для більш глибокого аналізу показників обстеження з метою прогнозування перебігу захворювання використано нейромережевий підхід з використанням надбудови NeuroXL Classifier для програми Microsoft Excel. Нейромережі є перевіреною і досить поширеною технологією для розв’язування комплексних класифікаційних проблем. Вони моделюються на основі людського мозку та є взаємопов’язаними мережами незалежних процесорів, які, змінюючи зв’язки (цей процес відомий як навчання), навчаються розв’язуванню проблеми. Програма NeuroXL Classifier (розробка компанії AnalyzerXL) реалізує самоорганізаційні нейромережі, які виконують категоріювання шляхом вивчення трендів та взаємозв’язків всередині даних. Незважаючи на високу ефективність, нейромережі часто не використовуються в силу своєї складності і навчання, яке потрібне для їх правильної реалізації. NeuroXL Classifier усуває такі бар’єри, приховуючи складність методів на основі нейромереж і використовуючи переваги використання робочих книг Microsoft Excel [7].

Результати й обговорення. У НПЦПМСД с. Гнилиці проведено аналіз даних обстеження 18 пацієнтів з гіпертензією, серед яких було 3 чоловіки та 15 жінок. Середній вік хворих становив $(63,33 \pm 3,99)$ років. Було проведено аналіз даних електрокардіо-

графічного дослідження, зокрема середнє значення положення електричної осі серця складало $(40,61 \pm 3,34)^\circ$. Середній показник пульсу був $(77,27 \pm 2,15)$ ударів за хвилину. Показники артеріального тиску склали: систолічний – $(152,20 \pm 3,08)$ мм рт. ст., діастолічний – $(95,83 \pm 2,22)$ мм рт. ст., пульсовий тиск – $(56,39 \pm 2,55)$ мм рт. ст. При повторному обстеженні середній показник пульсу був на тому ж рівні ($p > 0,05$) і становив $(76,94 \pm 1,98)$ ударів за хвилину. Показники систолічного ($(144,72 \pm 4,09)$ мм рт. ст.) та пульсового ($(56,11 \pm 3,27)$ мм рт. ст.) артеріального тиску також суттєво не різнилися ($p > 0,05$). Діастолічний артеріальний тиск був значно нижчим і складав $(88,61 \pm 2,42)$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). У 7 (38,89 %) пацієнтів спостерігали погіршення стану та розвиток ускладнень. У с. Зарубинці проведено аналіз даних обстеження 45 хворих, серед яких було 12 чоловіків та 33 жінки. Пересічні показники статистично не різнилися, порівняно з даними обстеження мешканців с. Гнилиці ($p > 0,05$). Середній вік хворих становив $(64,69 \pm 2,01)$ роки. Було здійснено також аналіз даних електрокардіографічного дослідження, зокрема середнє значення положення електричної осі серця складало $(36,71 \pm 2,33)^\circ$. Середній показник пульсу був $(78,62 \pm 1,38)$ ударів за хвилину. Показники артеріального тиску склали: систолічний – $(155,78 \pm 2,96)$ мм рт. ст., діастолічний – $(91,78 \pm 1,13)$ мм рт. ст., пульсовий тиск – $(64,00 \pm 2,48)$ мм рт. ст. При повторному обстеженні в процесі проведеного лікування середній показник пульсу ($(79,24 \pm 1,28)$ ударів за хвилину) знаходився на одному рівні ($p > 0,05$) з аналогічним показником при первинному обстеженні. Показники артеріального тиску були значно нижчими ($p < 0,05$), порівняно з аналогічними показниками до лікування: систолічний – $(146,31 \pm 2,31)$ мм рт. ст., діастолічний – $(88,44 \pm 1,18)$ мм рт. ст., пульсовий тиск – $(57,44 \pm 1,79)$ мм рт. ст. У 6 (13,33 %) пацієнтів спостерігали погіршення стану та розвиток ускладнень.

Таким чином, загалом було обстежено 63 хворих, серед яких – 15 чоловіків та 48 жінок. Середній вік хворих складав $(64,30 \pm 1,81)$ років. Середнє значення положення електричної осі серця було нормальним і становило $(37,83 \pm 1,92)^\circ$. Середній показник пульсу складав $(78,24 \pm 1,15)$ ударів за хвилину. Показники артеріального тиску при першому зверненні пацієнтів були наступними: систолічний – $(154,76 \pm 2,29)$ мм рт. ст., діастолічний – $(92,94 \pm 1,04)$ мм рт. ст., пульсовий тиск – $(61,83 \pm 1,95)$ мм рт. ст. При повторному обстеженні середній показник пульсу ($(78,59 \pm 1,07)$ ударів за хвилину) та пульсовий тиск ($(57,06 \pm 1,57)$ мм рт. ст.) статистично не різнилися ($p > 0,05$).

Показники верхнього і нижнього артеріального тиску були значно нижчими, порівняно з аналогічними показниками до лікування: систолічний – (145,86±

2,01) мм рт. ст. ($p < 0,01$), діастолічний – (88,49±1,08) мм рт. ст. ($p < 0,001$). У 13 (19,40 %) пацієнтів спостерігали погіршення стану та розвиток ускладнень.

Таблиця 1. Показники обстеження пацієнтів з гіпертензією за даними програми “Реєстратура” у НПЦПМСД с. Гнилиці та с. Зарубинці

Населений пункт	Кількість обстежених, п	Вік, років	Положення електричної осі, ⁰	Показники гемодинаміки							
				перше звернення				повторне обстеження (в процесі лікування)			
				пульс, ударів/хв	АТ, мм рт. ст.			пульс, ударів/хв	АТ, мм рт. ст.		
					сис-толічний	діа-столічний	пульсовий		сис-толічний	діа-столічний	пульсовий
Гнилиці	18	63,33±3,99	40,61±3,34	77,27±2,15	152,20±3,08	95,83±2,22	56,39±2,55	76,94±1,98	144,72±4,09	88,61±2,42*	56,11±3,27
Зарубинці	45	64,69±2,01	36,71±2,33	78,62±1,38	155,78±2,96	92,94±1,04	64,00±2,48	79,24±1,28	146,31±2,31*	88,44±1,18*	57,44±1,79*
Загальний показник	63	64,30±1,81	37,83±1,92	78,24±1,15	154,76±2,29	92,94±1,04	61,83±1,95	78,59±1,07	145,86±2,01**	88,49±1,08***	57,06±1,57

– $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ *** – $p < 0,001$ – порівняно з першим зверненням

Кореляційний аналіз виявив прямий кореляційний зв'язок між показниками пульсу (+ 0,5), верхнього (+ 0,1), нижнього (+ 0,4) та пульсового (+ 0,1) тиску при першому та повторному обстеженнях.

При дослідженні групи 50 пацієнтів із стабільним перебігом захворювання встановлено (табл. 2), що серед них переважали жінки ((72,00±6,35) %). Середній вік хворих складав (63,76±1,80) років. Середнє значення положення електричної осі серця було нормальним і становило (37,72±2,00)⁰. Середній показник пульсу складав (77,28±1,17) ударів за хвилину. Показники артеріального тиску при першому зверненні пацієнтів були наступними: систолічний –

(155,80±2,29) мм рт. ст., діастолічний – (93,10±1,01) мм рт. ст., пульсовий тиск – (62,70±1,95) мм рт. ст. При повторному обстеженні пересічний показник пульсу ((78,62±1,07) ударів за хвилину) статистично не різнився ($p > 0,05$). Показники артеріального тиску були значно нижчими, порівняно з аналогічними показниками до лікування: систолічний – (145,28±1,84) мм рт. ст. ($p < 0,01$), діастолічний – (88,30±1,04) мм рт. ст. ($p < 0,01$), та пульсовий тиск – ((56,60±1,36) мм рт. ст. ($p < 0,05$).

Проводився також порівняльний аналіз групи 13 пацієнтів із погіршенням стану, яке визначали на основі таких проявів, як встановлені при обстеженні і

Таблиця 2. Показники обстеження пацієнтів з гіпертензією в групах із стабільним перебігом та з погіршенням стану за даними програми “Реєстратура” у НПЦПМСД с. Гнилиці та с. Зарубинці

Група пацієнтів	Кількість обстежених, п	Вік, років	Положення електричної осі, ⁰	Показники гемодинаміки							
				перше звернення				повторне обстеження в процесі лікування			
				пульс, ударів/хв	АТ, мм рт. ст.			пульс, ударів/хв	АТ, мм рт. ст.		
					Сис-толічний	Діа-столічний	Пульсовий		Сис-толічний	Діа-столічний	Пульсовий
Стабільний перебіг	50	63,76±1,80	37,72±2,00	77,28±1,17	155,80±2,29	93,10±1,01	62,70±1,95	78,62±1,07	145,28±1,84**	88,30±1,04**	56,60±1,36*
Погіршення стану, розвиток ускладнень	13	66,38±3,74	38,23±2,67	81,92±1,64****	150,77±4,28	92,31±2,40	58,46±3,74	78,46±2,20	148,08±5,51	89,23±2,49	58,85±4,86
Загальна група	63	64,30±1,81	37,83±1,92	78,24±1,15	154,76±2,29	92,94±1,04	61,83±1,95	78,59±1,07	145,86±2,01**	88,49±1,08***	57,06±1,57

– $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ *** – $p < 0,001$ – порівняно з першим зверненням, **** – $p < 0,05$ – порівняно з групою із стабільним перебігом

зафіксовані в діагнозі тяжча стадія чи ступінь розвитку захворювання, або поява ускладнень. Встановлено, що у даній групі також переважали жінки ((92,31±7,69) %), проте ця частка була достовірно вищою, порівняно з групою із стабільним перебігом захворювання ($p < 0,05$). Середній вік хворих суттєво не різнився і складав (66,38±3,74) років. Середнє значення положення електричної осі серця було нормальним ((38,23±2,67)⁰) і також суттєво не різнилося. Середній показник пульсу був значно вищий ($p < 0,05$), порівняно з групою пацієнтів із стабільним перебігом, і складав (81,92±1,64) ударів за хвилину. Інші показники гемодинаміки не різнилися, порівняно з аналогічними показниками при стабільному перебігу хвороби ($p > 0,05$). Показники артеріального тиску при першому зверненні пацієнтів були наступними: систолічний – (150,77±4,28) мм рт. ст., діастолічний – (92,31±2,40) мм рт. ст., пульсовий – (58,46±3,74) мм

рт. ст. При повторному обстеженні середній показник пульсу ((78,46±2,20) ударів за хвилину) статистично не різнився ($p > 0,05$). Не різнилися, порівняно з аналогічними показниками до лікування, і показники артеріального тиску: систолічний – (148,08±5,51) мм рт. ст., діастолічний – (89,23±2,49) мм рт. ст. та пульсовий тиск – ((58,85±4,86) мм рт. ст. ($p > 0,05$)).

Кореляційний аналіз виявив прямий кореляційний зв'язок між показниками гемодинаміки при першому та повторному обстеженні пацієнтів у групах із стабільним перебігом (пульс – +0,5, артеріальний тиск: нижній – +0,3, пульсовий – +0,1) та погіршенням стану (пульс – +0,6, артеріальний тиск: верхній – +0,5, нижній – +0,7, пульсовий – +0,3).

Показники артеріального тиску при першому обстеженні в усіх групах з гіпертензією виявлялись вищими ($p < 0,05$), порівняно з аналогічними показниками в групі контролю (рис. 1), які становили: систо-

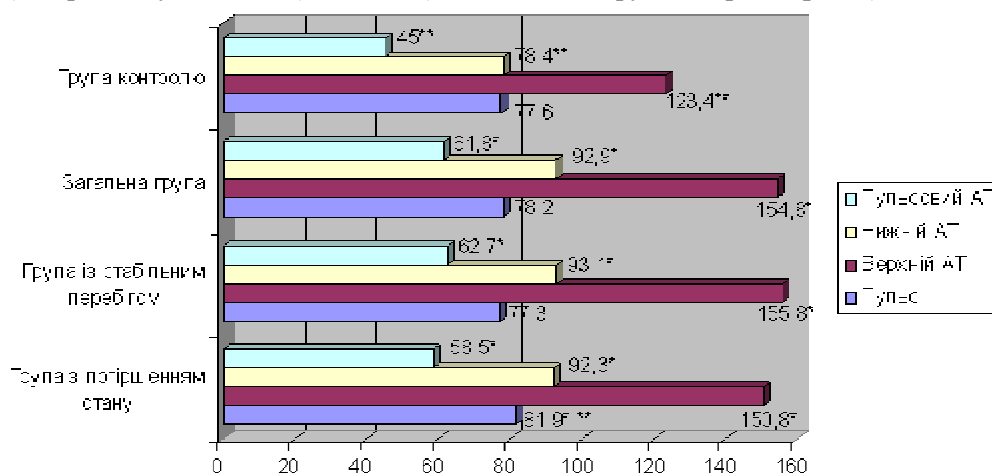


Рис. 1. Показники гемодинаміки пацієнтів з гіпертензією в групах із стабільним перебігом, погіршенням стану та загальній групі при першому обстеженні в НПЦПМСД. * – $p < 0,05$ порівняно з показником групи контролю, ** – $p < 0,05$ порівняно з показником групи із стабільним перебігом хвороби.

лічний – (123,42±1,49) мм рт. ст., діастолічний – (78,42±1,32) мм рт. ст. та пульсовий тиск – ((45,00±1,58) мм рт. ст. Середній показник пульсу був суттєво вищим ($p < 0,05$) в групі пацієнтів з погіршенням стану, проте не суттєво різнився ($p > 0,05$) в групі із стабільним перебігом захворювання та загальній групі, порівняно із аналогічним показником групи контролю ((77,58±1,02) ударів за хвилину). Середній вік у групі контролю виявлявся нижчим ($p < 0,05$), порівняно з групами із гіпертензією, і складав (38,21±3,91) років.

Кореляційний аналіз виявив прямий кореляційний зв'язок між показниками гемодинаміки при першому та повторному обстеженні пацієнтів у групах із стабільним перебігом (пульс – +0,5, артеріальний тиск: нижній – +0,3, пульсовий – +0,1) та погіршенням

стану (пульс – +0,6, артеріальний тиск: верхній – +0,5, нижній – +0,7, пульсовий – +0,3).

Показники артеріального тиску при першому обстеженні в усіх групах з гіпертензією виявлялись вищими ($p < 0,05$), порівняно з аналогічними показниками в групі контролю (рис. 1), які становили: систолічний – (123,42±1,49) мм рт. ст., діастолічний – (78,42±1,32) мм рт. ст. та пульсовий тиск – ((45,00±1,58) мм рт. ст. Середній показник пульсу був суттєво вищим ($p < 0,05$) в групі пацієнтів з погіршенням стану, проте не суттєво різнився ($p > 0,05$) в групі із стабільним перебігом захворювання та загальній групі, порівняно із аналогічним показником групи контролю ((77,58±1,02) ударів за хвилину). Середній вік у групі контролю виявлявся нижчим ($p < 0,05$), порівняно з групами із гіпертензією, і складав (38,21±3,91) років.

З метою встановлення значення поєднання зміни тих чи інших параметрів для прогнозу перебігу захворювання було здійснено нейромережеву кластеризацію пацієнтів на основі показників статевої належності, віку, змін електричної осі серця за результатами електрокардіографічного дослідження, гемодинамічних показників (пульс, верхній, нижній та пульсовий артеріаль-

ний тиск) при першому та повторному обстеженнях. Було використано комп'ютерну програму NeuroXL Classifier. Для алгоритму нейромережевої кластеризації обрано параметри, запропоновані програмою, та кількість кластерів, рівну п'яти.

На рисунках 2,а та 2,б наведено деякі результати виконання програми для пацієнтів з гіпертензією.

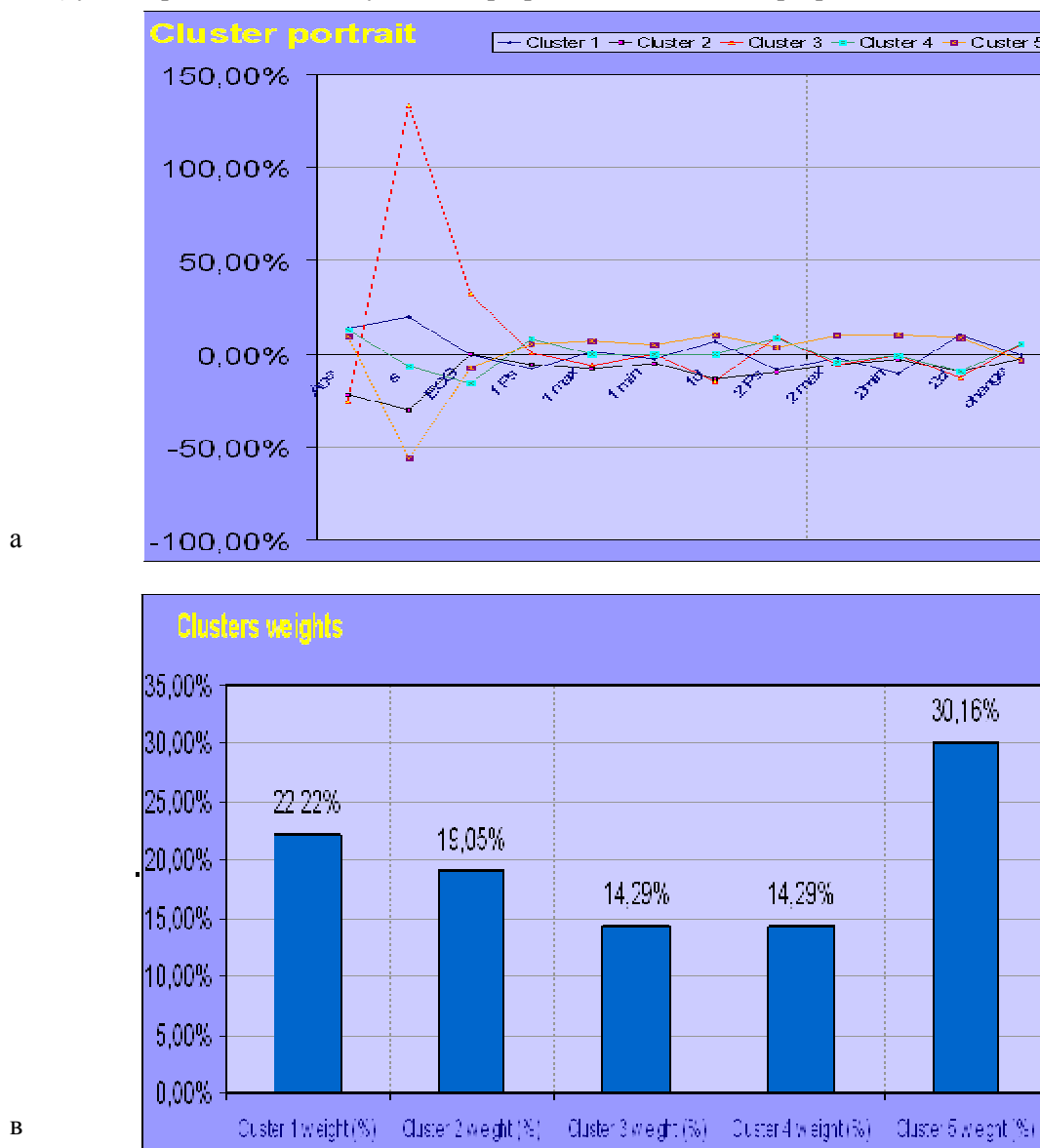


Рис. 2. Результати кластеризації для хворих з гіпертензією за результатами обстеження у НПЦПМСД (всього 63 пацієнти): а) кластерний портрет – середні значення параметрів, включно із показниками гемодинаміки при першому та повторному обстеженнях, в межах розподілених кластерів; б) долі кластерів – відсотки пацієнтів, які потрапили у певний кластер.

Як видно з гістограми, наведеної на рисунку 2,б найбільша частка пацієнтів виявлялась у 5-му кластері. Показник зміни стану пацієнтів (change) фіксувався навпроти кожного хворого як “1” при погіршенні стану та “2” – у випадку стабільного перебігу. Даний кластер (рис. 2,а) сформовано з найбільшої частки

пацієнтів із погіршенням стану, порівняно з 1–4 кластерами. При цьому за допомогою кластерного портрету можна визначити, що на 5-ий кластер припадають найвищі середні показники верхнього (max), нижнього (min) та пульсового (d) артеріального тиску при першому та повторному обстеженнях. Водночас

середні показники віку (Age) та пульсу (Ps) у даному кластері були високими, проте не перевищували аналогічні показники 1–4 кластерів.

Висновки. В роботі запропоновано метод аналізу результатів обстеження пацієнтів з гіпертензією у навчально-практичних центрах первинної медико-санітарної допомоги на основі середніх значень, кореляційних показників та алгоритмів нейромережевої кластеризації.

Виявлена статистично достовірна відмінність частоти пульсу в групах із стабільним перебігом хвороби та із погіршенням стану свідчить про те, що рівень тахікардії є суттєвим вихідним показником, який вказує на більшу ймовірність погіршення стану та, зокрема, розвитку ускладнень. Виявлений прямий кореляційний зв'язок між переважною більшістю показників гемодинаміки при першому та повторному обстеженнях пацієнтів у всіх групах з гіпертензією показує значення зміни частоти пульсу та артеріального тиску, як об'єктивних маркерів перебігу захворювання, а, отже, і ефективності лікування.

З'ясовано, що аналіз на основі середніх значень та

обчислення коефіцієнтів кореляції пересічних показників віку, положення електричної осі серця, ряду гемодинамічних показників є первинним інструментом, який не дає встановити значення поєднання зміни тих чи інших параметрів, включно із достовірно відмінними показниками, для прогнозування перебігу захворювання в сторону погіршення чи покращення.

Нейромережева кластеризація дозволяє ефективно та об'єктивно розподілити пацієнтів у відповідні категорії за рівнем пересічних показників результатів обстеження. Аналіз кластерних портретів виявив, що, поряд із статевою належністю, поєднання саме високих показників артеріального тиску (при першому і повторному обстеженнях), дає підставу прогнозувати погіршення стану пацієнтів, тоді як поєднання високих показників віку та пульсу (тахікардія) мають суттєве, проте не першочергове значення для прогнозу.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним є запровадження нейромережевих алгоритмів для прогнозування перебігу захворювань, а, отже, і покращення лікувально-профілактичної роботи на первинному рівні.

Література

1. Концепция информатизации здравоохранения в Украине / О. П. Минцер, Ю. В. Вороненко, Л. Ю. Бабинцева [и др.] // Медична інформатика та інженерія. – 2012. – № 3. – С. 5–29.
2. Минцер О. П. Інформаційно-технологічні проблеми організації телемедичних консультацій / О. П. Минцер, В. В. Краснов, Г. Тахере // Медична інформатика та інженерія. – 2011. – № 4. – С. 32–37.
3. Measuring patient-centered communication in patient-physician consultations: theoretical and practical issues / R. M. Epstein, P. Franks, K. Fiscella [et al.] // Soc. Sci. Med. – 2005. – Vol. 61, P. 1516–1528.
4. Марценюк В. П. О программной среде проектирования интеллектуальных медицинских баз данных / В. П. Марценюк, Н. О. Кравец // Клиническая информатика и телемедицина – 2004. – № 1. – С. 47–53.
5. Інформаційна модель надання дистанційних медичних послуг населенню. Перше повідомлення / Г. Н. Востров, О. П. Минцер, О. О. Павлов [та ін.] // Медична інформатика та інженерія. – 2010. – № 3. – С. 37–47.
6. Ковальчук Л. Я. Результати реалізації новітніх методик навчального процесу в Тернопільському державному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського та плани на майбутнє / Л. Я. Ковальчук // Медична освіта. – 2012. – № 2. – С. 11–17.
7. Марценюк В. П. Нейромережеве прогнозування складання студентами-медиками ліцензійного інтегрованого іспиту “Крок 1” на основі результатів поточної успішності та семестрового комплексного тестового іспиту / В. П. Марценюк, А. В. Семенець, О. О. Стаханська // Медична інформатика та інженерія. – 2010. – № 2. – С. 57–62.