

Д.В. ВАКУЛЕНКО, Н.О. КРАВЕЦЬ, А.С. СВЕРСТЮК,
А.В. СЕМЕНЕЦЬ, Н.Я. КЛИМУК, О.М. КУЧВАРА

ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я.Горбачевського МОЗ України”

ПОБУДОВА КОРЕЛЯЦІЙНОГО ПОРТРЕТУ ПРИ ЗАХВОРЮВАННЯХ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

У статті представлено алгоритм побудови кореляційного портрету перебігу захворювань серцево-судинної системи при проведенні медичних наукових досліджень. Запропоновано сортувати за складовими кореляційного портрету згруповані в кластери кореляти, що знаходились в інтервалі від 0,5 до 1 та від -0,5 до -1. Представлено результати проведеного експерименту, значення кореляцій в кластері не виходили за межі одного кластера. Представлено унікальне значення кластера до певного чинника з усього переліку проведених експериментів. Запропоновано враховувати спільні та унікальні кореляти, в залежності від впливу на серцево-судинну систему на різних етапах дослідження. Розглянуто застосування кількості значущих корелят до та після експерименту, кількості та ваги показників в кореляційному портреті, кількості корелят з прямою та оберненою залежністю. Представлено кореляційний портрет показників вимірювань параметрів серцево-судинної системи на лівій руці при інсульті. Унаочнено та систематизовано вплив конкретних параметрів серцево-судинної системи на перебіг захворювання, реабілітацію та процес прогнозування з можливістю подальшого корегування лікувального впливу на пацієнтів.

Ключові слова: алгоритм побудови, кореляційний портрет, кореляційний зв'язок, кореляційний аналіз, захворювання серцево-судинної системи, медико-біологічна методологія

D.V. VAKULENKO, N.O. KRAVETS, A.S. SVERSTYUK,
A.V. SEMENETS, N.Y. KLUMYK, O.M. KYCHVARA

SHEI “Ternopil state medical university by I.Ya.Gorbachevsky of MPH of Ukraine”

CONSTRUCTION OF CORRELATION PORTRAIT OF CARDIOVASCULAR SYSTEM DISEASES

Abstract — The article presents the algorithm for constructing a correlation portrait of the course of diseases of the cardiovascular system during medical research. The proposed sorted by components of the correlation portrait are grouped into clusters of correlates, which were in the range from 0.5 to 1 and from -0.5 to -1. The results of the conducted experiment are presented, the values of correlations in the cluster did not go beyond one cluster. The unique value of the cluster to a certain factor from the entire list of experiments conducted is presented. It is suggested to take into account the common and unique correlates, depending on the influence on the cardiovascular system at different stages of the study. The application of the number of significant correlates before and after the experiment, the number and weight of the indicators in the correlation portrait, the number of correlates with direct and reverse dependence is considered. The correlation portrait of measurements parameters of the cardiovascular system on the left hand during a stroke is presented. The influence of specific parameters of the cardiovascular system on the course of the disease, rehabilitation and the prognostication process with the possibility of further correction of therapeutic influence on patients is presented and systematized.

Key words: algorithm of construction, correlation portrait, correlation connection, correlation analysis, diseases of the cardiovascular system, medical-biological methodology.

Вступ

У різних областях медицини, біології, організації охорони здоров'я, соціально-гігієнічних та клінічних дослідженнях проводиться статистичний аналіз зв'язків, вивчення закономірностей і факторів, що на них впливають. Існують два види прояву кількісних взаємозв'язків між ознаками (явищами, факторами) функціональні і кореляційні. При функціональних залежностях кожному значенню однієї змінної величини відповідає одне цілком визначене значення іншої змінної. Такі залежності спостерігаються в математиці й фізиці. Різні вимірювальні прилади засновані на функціональній залежності, наприклад висота ртутного стовпчика дає однозначну відповідь про температуру.

Кореляційні або статистичні зв'язки це ті, при яких чисельному значенню однієї змінної відповідає багато значень іншої змінної. Наприклад, між зростом і вагою дітей існує безперечна залежність, але це не означає, що певному зросту строго відповідає певна вага. Оскільки у формуванні ваги приймає участь багато інших факторів, кожному значенню росту відповідає кілька значень ваги, які можуть бути виражені у вигляді розподілу. Функціональний зв'язок має місце по відношенню до кожного конкретного спостереження. Кореляційний ж зв'язок проявляється в середньому для всієї сукупності спостережень – виявлення взаємодії факторів, визначення сили і спрямованості. Практичне використання кореляційного аналізу полягає у виявленні взаємодії факторів, визначення сили та напрямку впливу одних факторів на інші.

Алгоритм побудови кореляційного портрету

При проведенні фундаментальних досліджень перебігу захворювання чи реабілітаційного процесу важливо аналізувати кореляційний портрет. Тобто визначити вплив (вагу) кожного показника у цьому процесі. У роботі розроблено алгоритм побудови кореляційного портрету:

Згруповані в кластери кореляти, що знаходились в інтервалі від 0,5 до 1 та від -0,5 до -1 (значущі), сортували за наступними критеріями – складовими кореляційного портрету.

1. У проведених експериментах значення кореляцій в кластері не виходили за межі одного кластера, були нечутливі до діючих чинників.

2. В експерименті значення кластера було унікальним (специфічним) саме до певного чинника з усього переліку проведених експериментів.
3. При вивченні певних видів впливу вивчали спільні та унікальні кореляції на різних етапах дослідження.
4. Кількість значущих кореляцій до та після експерименту.
5. Кількість та вага показників в кореляційному портреті.
6. Кількість кореляцій з прямою та оберненою залежністю.

Приклад побудови кореляційного портрету показників вимірювань параметрів серцево-судинної системи (ССС) на лівій руці при інсульті в MS Excel 2013

Більш наочно буде продемонструвати цей алгоритм на конкретному прикладі з використанням програми MS Excel 2013.

Для побудови кореляційного портрету показників вимірювань параметрів серцево-судинної системи (ССС) на лівій руці при інсульті необхідно:

1. Знайти показники стану ССС, коефіцієнти кореляції, яких попадають у кластер $|r| > |0,5|$, тобто містяться в межах $[-1; -0,5]$ або $[0,5; 1]$.
2. Вказати потужність корельованих показників (їх назву та частоту появи у кількісному та % значеннях).

При побудові кореляційного портрету показників вимірювань параметрів ССС були використані вихідні дані, згідно рис. 1.

	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Інсульт вимірювання на лівій руці ліва хвора																
2		NN50_pos	BP_pos	IVR_pos	VPR_pos	IN_pos	HVR_inde	NN50_neg	BP_neg	IVR_neg	VPR_neg	BPM	RR_neg_std	RR_neg_n	Систол	Діаст	Пульт
3	1	3	0,65	106,8376	0,9286	37,3932	51,4286	5	0,75	88,8889	1,0714	88	0,5994	-0,6627	146	101	86
4	2	2	0,55	121,2121	0,6875	48,4848	33,75	10	0,6	67,9012	0,75	76	0,294	-0,3122	120	76	74
5	3	9	0,6	86,2069	0,75	34,4828	36,25	14	0,55	62,6959	0,6875	76	0,3053	-0,2911	133	89	75
6	4	5	0,15	390,8046	0,1765	166,092	34,1176	6	0,45	107,2797	0,5625	76	0,9271	-0,9422	129	87	72
7	5	14	0,4	75	0,4	37,5	20	16	0,55	54,5455	0,4231	64	0,2905	-0,3279	128	88	62
8	6	18	0,5	88,8889	0,5882	37,7778	42,3529	20	0,7	63,4921	0,8235	72	0,413	-0,5421	185	91	69
9	7	10	0,7	84,6561	1,0769	27,5132	41,5385	16	0,85	34,8584	1,4167	96	0,5125	-0,642	125	84	92
10	8	19	0,65	44,8718	0,7647	19,0705	28,2353	13	0,75	33,3333	0,8333	68	0,5501	-0,6128	119	79	65
11	9	9	0,5	104	0,5556	46,8	27,7778	14	0,55	43,6364	0,5789	68	0,4868	-0,5915	128	83	66
12	10	25	0,85	39,2157	0,6538	25,4902	20,7692	26	0,9	41,1523	0,6923	84	0,2479	-0,2014	135	78	69
13	11	12	0,55	77,9221	0,6111	35,0649	31,1111	17	0,5	57,1429	0,5882	68	0,7864	-0,7103	181	109	68
14	12	13	0,9	31,746	1,2	11,9048	28	17	0,9	21,164	1,2857	84	0,5324	-0,533	99	73	79
15	13	28	0,75	34,4086	1,25	10,3226	51,6667	27	0,8	28,2258	1,3333	96	0,5357	-0,5775	131	93	91
16	14	11	0,9	40,404	1,2	15,1515	29,3333	15	0,9	25,2525	0,6923	88	0,3205	-0,3241	113	82	80
17	15	11	0,65	53,5117	0,8125	21,4047	28,75	16	0,75	34,7826	0,9375	84	0,4592	-0,4763	120	80	76
18	16	20	0,9	25,0896	1,2	9,4086	41,3333	24	0,9	21,5054	1,2	76	0,26	-0,3858	125	90	78
19	17	7	0,5	113,0435	0,5556	50,8696	25,5556	12	0,5	86,9565	0,5882	72	0,2858	-0,3263	130	90	68
20	18	14	0,9	37,037	1	16,6667	30	19	0,7	42,328	0,5385	72	0,4622	-0,4762	159	115	66
21	19	19	0,9	44,4444	1,3846	14,4444	46,1538	14	0,7	47,619	1	88	0,3057	-0,3982	133	64	89
22	20	13	0,65	46,1538	0,9286	16,1538	42,8571	18	0,75	40	1	80	0,2158	-0,3084	139	76	81
23	21	24	0,65	73,2601	0,8667	27,4725	56	10	0,7	88,4354	1	88	0,4489	-0,5156	172	115	84
24																	

Рис.1. Вихідні дані для побудови кореляційного портрету в програмі MS Excel 2013.

На рис. 1 АТ – артеріальний тиск; АТс – систолічний артеріальний тиск; АТд – діастолічний артеріальний тиск; VPR – вегетативний показник ритму; BPM - частота серцевих скорочень; VR (VAR) – варіаційний розмах; IVR – індекс вегетативної рівноваги; IN – індекс напруження регуляторних систем; HVR-індекс – триангулярний індекс; NN50 – кількість послідовних інтервалів (окремо максимумів та мінімумів), різниця між якими перевищує 50; RR-neg (pos)-std – середнє квадратичне відхилення інтервалів осциляцій за екстремумами; RR-neg (pos)-mean – середнє арифметичне значення відхилення інтервалів осциляцій за екстремумами, згідно [1].

У головному меню програми MS Excel 2013 необхідно вибрати вкладку DATA і на панелі інструментів DATA ANALYSIS. У вікні, що з'явилося потрібно вибрати CORELATION [2, 3] (рис.2).

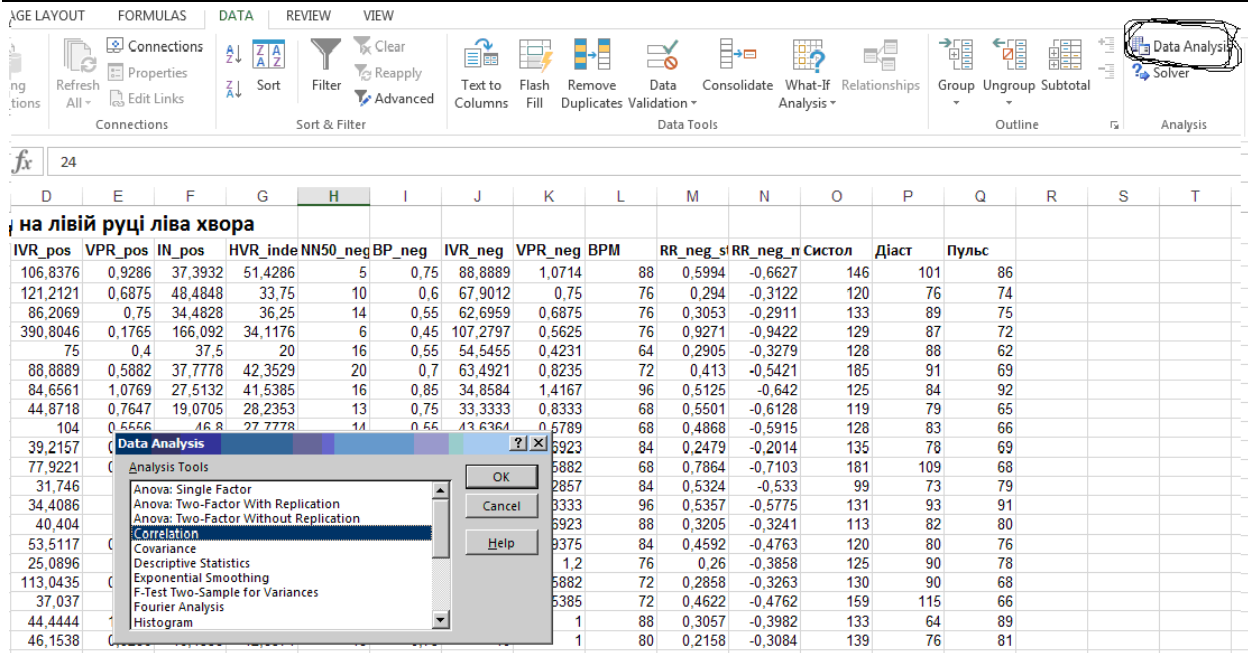


Рис. 2. Результат роботи з інструментом DATA ANALYSIS/CORRELATION.

Наступним кроком є виділення усього діапазону даних разом з назвами стовпців (рис. 3).

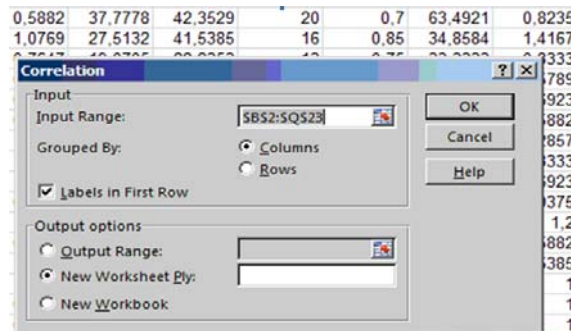


Рис. 3. Результат виділення необхідного діапазону даних.

В якості правильно виконаних попередніх команд отримано розрахунок усіх комбінацій попарних коефіцієнтів кореляції вихідних показників CCC (рис.4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
		NN50_pos	BP_pos	IVR_pos	VPR_pos	IN_pos	IVR_index	NN50_neg	BP_neg	IVR_neg	VPR_neg	BPM	RR_neg_sl	RR_neg_r	Систол	Діаст	Пульс
NN50_pos		1															
BP_pos		0,453365	1														
IVR_pos		-0,50589	-0,787	1													
VPR_pos		0,367913	0,878211	-0,65758	1												
IN_pos		-0,47712	-0,80255	0,992339	-0,72102	1											
HVR_index		0,23226	0,126532	-0,02279	0,448637	-0,11833	1										
NN50_neg		0,708749	0,508364	-0,58942	0,350233	-0,54408	-0,10534	1									
BP_neg		0,470246	0,807853	-0,60953	0,735595	-0,6353	0,176213	0,510059	1								
IVR_neg		-0,41988	-0,70321	0,7289	-0,62354	0,719523	0,206085	-0,70793	-0,69325	1							
VPR_neg		0,307227	0,479649	-0,33652	0,717706	-0,42055	0,623777	0,244863	0,676614	-0,39182	1						
BPM		0,24035	0,473066	-0,17394	0,659455	-0,25185	0,578103	0,111793	0,612357	-0,18116	0,750721	1					
RR_neg_sl		-0,21064	-0,42821	0,594548	-0,2933	0,571021	0,098854	-0,35468	-0,31495	0,334019	-0,01199	-0,02347	1				
RR_neg_r		0,182231	0,434191	-0,58453	0,223656	-0,5436	-0,25391	0,367472	0,259409	-0,31524	-0,12841	-0,01792	-0,95094	1			
Систол		0,211367	-0,1923	0,021786	-0,23491	0,029364	0,366312	0,03626	-0,3012	0,409737	-0,2173	-0,19785	0,195864	-0,20494	1		
Діаст		0,077812	-0,11769	0,046493	-0,16032	0,046153	0,266976	-0,06482	-0,23952	0,367889	-0,18339	-0,13696	0,343361	-0,30135	0,698904	1	
Пульс		0,154775	0,40293	-0,1544	0,716427	-0,25567	0,764917	0,006828	0,48261	-0,13249	0,825815	0,916709	-0,01528	-0,0868	-0,13927	-0,12955	1

Рис. 4. Результат розрахунку усіх комбінацій попарних коефіцієнтів кореляції вихідних показників CCC

Наступним кроком є вибір, тих коефіцієнтів кореляції, що попадають в потрібний кластер, тобто $|r| > |0,5|$. Для цього використовується логічна функція IF, в якій додатні коефіцієнти позначені 1, а від'ємні -1 (рис. 5).

Get External Data		Connections		Sort & Filter		Data Tools						
22		=IF(B3>0,5;1;IF(B3<-0,5;-1;0))										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
BP_pos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVR_pos	-1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VPR_pos	0	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
IN_pos	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0
HVR_index	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NN50_neg	1	1	-1	0	-1	0	1	0	0	0	0	0
BP_neg	0	1	-1	1	-1	0	1	1	0	0	0	0
IVR_neg	0	-1	1	-1	1	0	-1	-1	1	0	0	0
VPR_neg	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
BPM	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
RR_neg_std	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
RR_neg_mean	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1
Систол	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Діаст	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пульс	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0

Рис. 5. Приклад використання логічної функції IF, для вибору тих коефіцієнтів кореляції, які попадають в кластер $|r|>|0,5|$

Для підрахунку, як додатніх так і від’ємних значимих коефіцієнтів кореляції потрібно скористатися статистичною функцією COUNTIF, яка підраховує кількість не порожніх комірок, що задовольняють певній умові всередині діапазону (рис. 6).

2		=COUNTIF(B22:M22;1)														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
BP_pos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
IVR_pos	-1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
VPR_pos	0	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
IN_pos	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
HVR_index	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NN50_neg	1	1	-1	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2
BP_neg	0	1	-1	1	-1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	2
IVR_neg	0	-1	1	-1	1	0	-1	-1	1	0	0	0	0	0	3	4
VPR_neg	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	4	0
BPM	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	5	0
RR_neg_std	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0
RR_neg_mean	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	3
Систол	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Діаст	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пульс	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	4	0

Рис. 6. Результат підрахунку кількості додатніх та від’ємних значимих коефіцієнтів кореляції

Таким чином отримано кількість значимих коефіцієнтів кореляції (як додатніх, так і від’ємних (див. на рис. 6 стовпці P та Q)).

Для отримання кореляційного портрету необхідно вказати потужність корельованих показників (їх назву та частоту появи у кількісному та % значеннях).

В данному, частковому випадку спочатку потрібно посортувати по спаданню значення стовпців P та Q. Для цього необхідно скопіювати значення відповідних стовпців, використавши спеціальну вставку (Paste Special - Paste Value). Для кращого уявлення у сусідні стовпці помістити назви показників. Далі скористатися функцією SORT для стовпців, що містять коефіцієнти кореляції (на рис. 7 стовпці S та W).

	S	T	U	V	W	X	Y	Z
21								
22		5 BPM				4 IVR_neg		
23		4 BP_neg				3 RR_neg_mean		
24		4 VPR_neg				2 IVR_pos		
25		4 Пульс				2 IN_pos		
26		3 NN50_neg				2 NN50_neg		
27		3 IVR_neg				2 BP_neg		
28		3 RR_neg_std				1 VPR_pos		
29		2 VPR_pos				0 BP_pos		
30		2 IN_pos				0 HVR_index_pos		
31		1 BP_pos				0 VPR_neg		
32		1 IVR_pos				0 BPM		
33		1 HVR_index_pos				0 RR_neg_std		
34		0 RR_neg_mean				0 Систол		
35		0 Систол				0 Діаст		
36		0 Діаст				0 Пульс		
37								

Рис. 7. Результат сортування по спаданню значень відповідних досліджуваних показників CCC

У наступному кроці проводиться розрахунок відсоткового значення досліджуваних показників CCC (рис. 8).

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
22		1	0			5 BPM		10,2%		4 IVR_neg		8,2%
23		1	2			4 BP_neg		8,2%		3 RR_neg_mean		6,1%
24		2	1			4 VPR_neg		8,2%		2 IVR_pos		4,1%
25		2	2			4 Пульс		8,2%		2 IN_pos		4,1%
26		1	0			3 NN50_neg		6,1%		2 NN50_neg		4,1%
27		3	2			3 IVR_neg		6,1%		2 BP_neg		4,1%
28		4	2			3 RR_neg_std		6,1%		1 VPR_pos		2,0%
29		3	4			2 VPR_pos		4,1%		0 BP_pos		0,0%
30		4	0			2 IN_pos		4,1%		0 HVR_index_pos		0,0%
31		5	0			1 BP_pos		2,0%		0 VPR_neg		0,0%
32		3	0			1 IVR_pos		2,0%		0 BPM		0,0%
33		0	3			1 HVR_index_pos		2,0%		0 RR_neg_std		0,0%
34		0	0			0 RR_neg_mean		0,0%		0 Систол		0,0%
35		0	0			0 Систол		0,0%		0 Діаст		0,0%
36		4	0			0 Діаст		0,0%		0 Пульс		0,0%
37	SUM	33	16									
38		49										
39												

Рис. 8. Результат розрахунку відсоткового значення досліджуваних показників ССС

В даному випадку доречно стверджувати про досить високу потужність параметру BPM –(частота серцевих скорочень) з кількістю появи 5 (10,2%), високу потужність параметрів варіаційного розмаху (BP) та вегетативного показника ритму (VPR) і, відповідно, високу потужність параметру IVR (індекс вегетативної рівноваги) з частотою появи 4 (8,2 %).

Висновки

У роботі розроблено алгоритм побудови кореляційного портрету наведена практична реалізація перебігу захворювань серцево-судинної системи при проведенні медичних наукових досліджень. За отриманими результатами запропоновано сортувати по складовим кореляційного портрету ті кореляти, які згруповані в кластери, що знаходились в інтервалі від 0,5 до 1 та від -0,5 до -1. Запропоновано враховувати спільні та унікальні кореляти, в залежності від впливу на серцево-судинну систему. Розглянуто застосування кількості значущих корелят до та після експерименту, кількості та ваги показників в кореляційному портреті, кількості корелят з прямою та оберненою залежністю. Представлено кореляційний портрет показників вимірювань параметрів серцево-судинної системи на лівій руці при інсульті.

Побудова кореляційних портретів дозволяє унаочнити та систематизувати вплив конкретних параметрів ССС на перебіг захворювання, реабілітацію та процес прогнозування з можливістю подальшого корегування лікувального впливу на пацієнтів.

Література

1. Вакуленко Д.В. Інформаційна система морфологічного, часового, частотного та кореляційного аналізу артеріальних осцилограм у фізичній реабілітації [Текст] : [монографія] / Д.В. Вакуленко ; ДВНЗ "Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України". - Тернопіль : Укрмедкнига, 2015. - 211 с.
2. Згуровський М.З., Коваленко І.І., Михайленко В.М. Вступ до комп'ютерних інформаційних технологій: Навчальний посібник. – К.: Вид-во Європейського університету (фінанси, інформаційні системи, менеджмент і бізнес), 2000.- 265 с.
3. Лук'янова В.В. Комп'ютерний аналіз даних: Посібник. – К.: Видавничий центр „Академія”, 2003. – 344с.

References

1. Vakulenko D.V. Informatsiyana sistema morfolohichnoho, chasovoho, chastotnoho ta korelyatsiynoho analizu arterialnykh ostsilyohram u fizychniy reabilitatsiyi [Tekst] : [monohrafiya] / D.V. Vakulenko; DVNZ "Ternopil'skyi derzhavnyy medychnyy universytet im. I.YA. Horbachevskogo MOZ Ukrayiny". - Ternopil : Ukrmedknyha, 2015. - 211 s.
2. Zhurovskyy M.Z., Kovalenko I.I., Mikhaylenko V.M. Vstup do kompyuternykh informatsiynykh tekhnolohiy: Navchalnyy posibnyk. – K.: Vyd-vo Yevropeyskoho universytetu (finansy, informatsiyni systemy, menedzhment i biznes), 2000.- 265 s.
3. Lukyanova V.V. Kompyuternyy analiz danykh: Posibnyk. – K.: Vydavnychy tsestr „Akademiya”, 2003. – 344s.

Отримана/Received : 23.6.2017 р. Надрукована/Printed :26.6.2017 р.

Стаття рецензована редакційною колегією