

**ФИЗИОТЕРАПИЯ ПРИ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ С ПОЗИЦИЙ
ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ССС У ПАЦИЕНТОВ**

В.В. ЕСЬКОВ, Г.Р. ГАРАЕВА, К.А. ЭЛЬМАН, Д.В. ГОРБУНОВ, С.А. ТРЕТЬЯКОВ

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет», пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628412

Аннотация. Формулируется задача разрешения неопределенности 1-го типа, когда параметры сердечно-сосудистой системы пациентов в условиях физиотерапии при гипертонической болезни с позиций стохастичности не различаются, а в рамках нейрокомпьютинга или расчета параметров квазиаттракторов различия фиксируются. Одновременно при этом возможно решение задачи системного синтеза, т.е. идентификации наиболее важных диагностических признаков x_i из всего набора компонент вектора состояния сердечно-сосудистой системы $x(t)$ больных гипертонической болезнью. Дается оценка эффективности физиотерапии на двух этапах общего курса лечения: в исходном состоянии (начало физиотерапии) и по окончании курса. Показывается динамика движения квазиаттракторов больных гипертонией в фазовом пространстве состояний. В целом, решена задача устранения неопределенности 1-го типа в изучении эффективности проведения лечебных мероприятий.

Ключевые слова: физиотерапия, кардиоинтервал, квазиаттрактор.

**PHYSIOTHERAPY FOR HYPERTENSIVE DISEASE FROM THE PERSPECTIVES OF CHAOTIC
DYNAMICS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM PARAMETERS IN PATIENTS**

V.V. ESKOV, G.R. GARAEVA, K.A. ELMAN, D.V. GORBYNOV, S.A. TRET'YAKOV

Surgut State University, Lenina, 1, Surgut, Russia, 628412

Abstract. The problem of one-type uncertainty is solved when cardiovascular system parameters in hypertensive patients undergoing physiotherapy aren't differentiated by stochastics, but these differences are clearly revealed by the methods of neurocomputing and calculation of parameters of quasi-attractors. Simultaneously, the solution of system synthesis problem is possible, i.e. identification of more important diagnostic characters x_i from the whole set of state vector of cardiovascular system $x(t)$ in hypertensive patients. Efficiency of physiotherapy is estimated at two stages of course of treatment: in the initial state (initial physiotherapy) and after the termination of course of treatment. The dynamics of motion of quasi-attractors in phase space of states in hypertensive patients is shown. Thus, the problem of elimination of one-type uncertainty in studying the efficiency of curative measures is solved.

Key words: physiotherapy, cardiointerval, quasi-attractor.

Введение. Оценка эффективности лечения того или иного заболевания традиционно осуществляется по результатам мониторинга соответствующих для данного заболевания параметров организма больного до лечения и после лечебных мероприятий [1, 2, 7]. Однако, довольно часто при многопараметрическом мониторинге организма больного не все наблюдаемые параметры могут демонстрировать существенные (в рамках стохастических критериев) изменения параметров x_i всего вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где m -размерность фазового пространства состояний – ФПС. Если речь идет о системе регуляции работы сердца, то мы обычно наблюдаем 15 параметров x_i всего ВСОЧ $x(t)$, которые лишь небольшим числом k ($k < m$) могут демонстрировать статистические различия [2-5, 8-10].

В таких случаях возникает неопределенность 1-го типа (когда стохастика показывает низкую эффективность лечения) и мы вынуждены или признать эту низкую эффективность лечения, или искать другие методы измерения более точной динамики реальных изменений x_i в ходе лечебных мероприятий. Такая ситуация нами определяется как 1-й тип неопределенности в медицине и она требует реального разрешения противоречий между реальными усилиями врачей и кажущимся отсутствием лечебных эффектов. Для выхода из этого кризиса лаборатория биокibernетики и биофизики сложных систем (ЛББСС) при СурГУ запатентовала несколько изобретений и алгоритмов (методов), которые эффективно разрешают такую неопределенность. Два из этого набора новых подходов реализуются на примере параметров сердечно-сосудистой системы человека (ССС) [5-12].

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Эльман К.А., Горбунов Д.В., Третьяков С.А. Физиотерапия при гипертонической болезни с позиций хаотической динамики параметров ССС у пациентов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 1-12. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5030.pdf> (дата обращения: 16.12.2014).

В рамках этих подходов неопределенность 1-го типа может быть устранена с использованием нейромониторинговых технологий (с помощью ЭЭМ) или на основе расчета параметров квазиаттракторов (КА), внутри которых непрерывно и хаотически движется ВСОЧ $x(t)$. Существенно, что мы имеем дело с m -мерным фазовым пространством состояний (ФПС) и тогда возникает задача выделения наиболее важных диагностических признаков x_i из всего набора m . Фактически, мы при этом переходим к системам с меньшей размерностью k ($k \ll m$), а это уже определяется как задача системного синтеза (минимизация размерности m ФПС). Решение задачи системного синтеза (отыскание параметров порядка x_j ($j=1, 2, \dots, k$)) является весьма важной задачей для медицинской диагностики и для оценки эффективности проведения лечебных мероприятий. Ее решение, а также решение задачи, которая связана с неопределенностью 1-го типа, и определило актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – доказательство эффективности использования метода расчета параметров квазиаттракторов в разрешении неопределенности 1-го типа и нахождении наиболее важных диагностических признаков x_i при использовании методов восстановительной медицины у пациентов с гипертонической болезнью (ГБ).

Объект и методы лечения. Анализ результатов эффективности применения физиотерапевтических воздействий (ФВ) производился на основе проведения курсов лечения в рамках стандартных методик отделения восстановительной медицины Сургутской железнодорожной больницы (ст. Сургут). Пациенты (40 человек) находились в условиях ФВ и подвергались двукратным измерениям параметров ССС в рамках стандартной методики пульсоинтервалографии (с использованием прибора ЭЛОКС): в начале лечения и в конце лечения. Съём данных при ФВ производился перед началом лечебных мероприятий и в конце курса лечения. Таким образом, при ФВ для двух групп данных от 40-а больных было получено 80 групп выборок (по 15 измерений в каждой). Эти два кластера по 600-ам выборкам в каждом кластере содержали для каждого x_i (из набора $i=1, 2, \dots, 15$) 300 точек измерений в каждой из этих 600 выборок. Иными словами, мы в итоге работали с общим числом выборок в 1200 наборов из 300 точек в каждом (всего было выполнено 360000 измерений).

Все эти измерения были изучены и артефакты были исключены из расчетов (особенно это касается первых 20-30 точек измерений кардиоинтервалов). Расчет 15-ти параметров кроме частоты сердечных сокращений производился на основе стандартных формул определения основных параметров КРС, за исключением уровня насыщения крови оксигемоглобином – SpO₂.

Обозначение параметров КРС в работе производилось следующим образом: x_1 – SIM – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, у.е.; x_2 – PAR – показатель активности парасимпатического отдела, у.е.; x_3 – HR – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_4 – INB – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому); x_5 – SSS – число ударов сердца в минуту; x_6 – SPO2 – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина); x_7 – TINN – триангулярная интерполяция гистограммы NN-интервалов, мс; x_8 – pNN50 – число NN-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс; x_9 – VLF – спектральная мощность очень низких частот, мс²; x_{10} – LF – спектральная мощность низких частот, мс; x_{11} – HF – спектральная мощность высоких частот, мс²; x_{12} – Total – общая спектральная мощность, мс²; x_{13} – LFnorm – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{14} – HFnorm – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{15} – LF/HF – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной. Из этих 15-ти параметров были выбраны с новой индексацией (x_1 -SIM, x_2 -PAR, x_3 -INB, x_4 -SpO₂, x_5 -HR).

В целом, полученные кардиоинтервалы обрабатывались по специальным программам ЭВМ, которые рассчитывали 15-ть параметров работы сердца. Эти 15-ть параметров (см. выше) условно были разделены на две группы: группа показателей *состояния спектральных характеристик ритма вегетативной нервной системы* (ВНС) и система признаков x_i , характеризующая интегративные параметры кардиоритма (5-ти выше указанных x_1 - x_5).

Первый кластер образовывал шестимерное (или пятимерное) фазовое пространство, второй – семимерное ФПС. Для этих m -мерных пространств первоначально рассчитывались критерии отнесения полученных выборок к нормальному или ненормальному распределению. Поскольку более половины признаков x_i демонстрируют непараметрическое распределение, то далее вся статистика включала именно этот тип распределения.

При сравнении выборок всех 15-ти признаков для 2-х состояний в группе больных с ГБ любые парные сравнения (до и после воздействия) производились по критерию Вилкоксона, а в случае сравнения разных групп по критерию Ньюмена-Кейлса. Критическим значением являлось значение $p=0,05$.

Общий алгоритм всех расчетов включал следующие блоки: блок первого класса статистического расчета (проверка на нормальность, расчет моды, медианы и 15-го, 95-го процентилей, проверка «совпадений» или различий выборок до и после воздействия по стандартным критериям (Вилкоксона и др.) В случае возникновения неопределенности 1-го рода (статистика не дает различий между выборками) мы использовали нейромониторинг в режиме бинарной классификации. При нейромониторинге мы особым

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Эльман К.А., Горбунов Д.В., Третьяков С.А. Физиотерапия при гипертонической болезни с позиций хаотической динамики параметров ССС у пациентов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 1-12. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5030.pdf> (дата обращения: 16.12.2014).

образом выделяли параметры порядка, т.е. наиболее важные диагностические признаки x_i из общего набора m . Аналогичную процедуру мы можем выполнить и методом многомерных фазовых пространств путем анализа изменений объемов квазиаттракторов при поочередном исключении признаков x_i -й. Последнее и представлено в настоящем сообщении [3-10].

Далее, производился расчет параметров квазиаттракторов и строились матрицы мажаттракторных расстояний Z_{ij} [6-10]. По этим матрицам определялась эффективность лечебных мероприятий и выполнялось решение о необходимости использования методов расчета кинематических характеристик движения квазиаттракторов в ФПС [10-13].

Основа подобных расчетов составляет расчет координат центров квазиаттракторов для каждой группы обследуемых в выборках m -мерных ФПС, расчет радиусов r_i , для каждой координаты x_i каждого КА (до и после воздействий – r_i^1 и r_i^2) и расчет истинных значений расстояний между центрами каждой пары сравниваемых КА, т.е. O_i^1 и O_i^2 . Если 2-й квазиаттрактор, его центр, покидал объем V_G 1-го квазиаттрактора, т.е. $O_i^1 O_i^2 > r_i^1 = \Delta x_i^1 / 2$ (здесь Δx_i^1 - вариационный размах по i -й координате 1-го КА вектора $x(t)$), то смещение считалось уже значимым по i -й координате.

Полный выход КА² за пределы КА¹ соответствовал неравенству $O_i^1 O_i^2 > r_i^1 + r_i^2 = (\Delta x_i^1 + \Delta x_i^2) / 2$. Иными словами центр 2-го квазиаттрактора удаляется на такое расстояние, что сумма половинок вариационных размахов по x_i становится меньше истинного расстояния между центрами исходного квазиаттрактора (КА¹) и центром второго квазиаттрактора (КА²), т.е. $O_i^1 O_i^2$. Расчет этих расстояний по каждой x_i производился из реальных значений координат центра каждого КА, т.е. $x_i^{c2} - x_i^{c1}$ по специальной программе ЭВМ [10-12].

Результаты и их обсуждение. Обследование группы из 40-а пациентов проводилось перед началом лечения больных с гипертонической болезнью (ГБ до, в табл.1) и в конце лечения (ГБ после, табл.1). Итог статистической обработки по основным пяти координатам вектора состояния вегетативной нервной системы (в табл. 1 это СИМ, ПАР, ИНВ, SpO₂, HR) продемонстрировал отсутствие возможностей представления этих выборок в рамках нормального распределения (такие выборки в табл.1 представлены индексом N). Из 5-ти параметров x_i только в двух случаях (ПАР и HR) можно говорить о нормальном распределении, поэтому в дальнейшем все расчеты производились для непараметрического распределения.

Таблица 1

Результаты статистической обработки в пятимерном ФПС (m=5) параметров ССС пациентов с гипертонической болезнью до физиотерапевтического воздействия (ФВ) и после ФВ (число обследуемых N=40)

	ГБ до					ГБ после				
	SIM	PAR	INB	SpO ₂	HR	SIM	PAR	INB	SpO ₂	HR
	2	15	24	98	75	3	10	38	97	60
	8	8	79	98	80	5	8	57	98	77
	8	9	100	98	81	6	7	68	97	69
	2	13	28	98	65	7	7	70	96	91
	17	1	266	97	95	1	22	10	99	48
	5	7	51	97	72	12	1	186	98	94
	6	8	58	98	66	5	11	55	98	80
	5	11	42	98	65	6	7	61	99	76
	4	8	50	97	66	4	7	46	98	68
	6	13	78	96	84	2	11	28	98	65
	4	12	12	96	90	12	4	124	96	77
	5	10	41	97	79	3	11	10	96	71
	26	2	131	96	101	1	21	18	98	72
	6	5	92	97	69	6	10	74	99	57
	17	6	186	97	77	7	11	74	97	57
	8	7	90	97	80	8	9	84	98	75
	6	9	74	97	90	6	10	76	97	66
	3	12	38	98	79	8	7	62	98	65
	23	0	383	96	93	2	13	29	98	67
	4	13	42	94	69	4	13	33	97	71

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Эльман К.А., Горбунов Д.В., Третьяков С.А. Физиотерапия при гипертонической болезни с позиций хаотической динамики параметров ССС у пациентов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 1-12. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5030.pdf> (дата обращения: 16.12.2014).

	6	3	51	97	62	1	17	16	97	71
	2	18	23	97	74	1	16	24	98	75
	5	7	59	97	79	1	16	18	97	84
	2	16	22	98	78	3	10	50	97	83
	9	4	120	97	75	1	18	22	98	82
	25	2	277	98	79	9	3	100	98	81
	1	15	22	98	73	3	10	45	98	80
	8	4	108	99	95	5	10	69	99	87
	1	18	10	98	52	2	13	16	98	51
	21	0	298	98	78	15	0	124	98	68
	9	4	90	95	63	13	4	142	97	64
	4	14	25	98	99	3	15	37	98	94
	14	4	127	97	76	16	2	186	97	94
	4	10	38	97	81	3	14	35	97	81
	7	6	69	99	67	6	8	74	97	94
	3	10	35	98	78	7	10	46	99	98
	2	13	29	98	73	5	11	58	98	81
	9	6	81	98	60	10	9	90	97	72
	4	22	29	99	90	1	15	24	98	85
	3	10	37	99	62	3	12	45	99	92
среднее	7.60	8.88	85.38	97.38	76.75	5.40	10.33	60.60	97.68	75.58
Стд. Откл.	6.62	5.27	84.70	1.05	11.30	3.99	4.98	43.14	0.83	12.36
доверит. -95	5.48	7.19	58.29	97.04	73.14	4.12	8.73	46.80	97.41	71.62
доверит. +95	9.72	10.56	112.46	97.71	80.36	6.68	11.92	74.40	97.94	79.53
медиана	5.50	8.50	54.50	97.50	77.50	5.00	10.00	52.50	98.00	75.50
процентль 5	1.50	0.50	17.00	95.50	61.00	1.00	1.50	13.00	96.00	54.00
процентль 95	24.00	18.00	287.50	99.00	97.00	14.00	19.50	164.00	99.00	94.00
p (по критерию Шапиро-Уилка)	0	0.68	0	0	0.48	0	0.61	0	0	0.62
проверка на тип распределения	NN	N	NN	NN	N	NN	N	NN	NN	N

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, HR уд/мин – частота сердечных сокращений, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO₂, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, HR – частота сердечного сокращения. p – достоверность значимых различий, по критерию Вилкоксона (p>0,05), N – нормальное распределение, NN – ненормальное распределение.

В табл. 2 и 3 представлены уточняющие и более подробные результаты проверки на нормальное распределение всех выборок до и после лечения ФВ. Далее, в таблице 4 представлены результаты попарного сравнения выборок по этим пяти параметрам x_i до и после лечения пациентов с ГБ в условиях применения комплекса ФВ для группы из 40-а человек. Из этой таблицы 4 следует, что все параметры *вариабельности сердечного ритма* (ВСР) не удовлетворяет критерию Вилкоксона p<0,05. Это означает, что все различия между состояниями ВНС до и после лечения существенно не выявлены (статистически недостоверные различия).

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Эльман К.А., Горбунов Д.В., Третьяков С.А. Физиотерапия при гипертонической болезни с позиций хаотической динамики параметров ССС у пациентов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 1-12. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5030.pdf> (дата обращения: 16.12.2014).

Результаты проверки на нормальное распределение параметров ВСП у пациентов с гипертонической болезнью до применения комплекса ФВ (число обследуемых N=40, критическое значение $p < 0.05$)

	N	макс.D	К.-С. p	Лиллиеф. p	W	p	
SIM	40	0.24	$p < ,05$	$p < ,01$	0,78	0,00	NN
PAR	40	0.07	$p > ,20$	$p > ,20$	0,98	0,68	N
INB	40	0.22	$p < ,05$	$p < ,01$	0,74	0,00	NN
SpO ₂	40	0.22	$p < ,05$	$p < ,01$	0,87	0,00	NN
HR	40	0.13	$p > ,20$	$p < ,10$	0,97	0,48	N

Таблица 3

Результаты проверки на нормальное распределение параметров ВСП у пациентов с гипертонической болезнью после применения комплекса ФВ (число обследуемых N=40, критическое значение $p < 0.05$)

	N	макс.D	К.-С. p	Лиллиеф. p	W	p	
СИМ	40	0.15	$p > .20$	$p < ,05$	0.89	0.00	NN
ПАР	40	0.12	$p > .20$	$p < ,20$	0.98	0.61	N
ИНБ	40	0.16	$p > .20$	$p < ,05$	0.87	0.00	NN
SpO ₂	40	0.25	$p < ,05$	$p < ,01$	0.87	0.00	NN
HR	40	0.07	$p > .20$	$p > .20$	0.98	0.62	N

Таблица 4

Статистическая проверка значимости $p < 0.05$ по Вилкоксоу различий между параметрами выборок x_i показателей ВСП у пациентов с гипертонической болезнью в условиях применения комплекса ФВ (n=40)

		Параметры ВСП				
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
		SIM	PAR	INB	SpO ₂	HR
медиана	До ФВ	5.50	8.50	54.50	97.50	77.50
	После ФВ	5.00	10.00	52.50	98.00	75.50
оценка $p < 0.05$		0.15	0.59	0.34	0.11	0.74

Примечание: SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, HR уд/мин – частота сердечных сокращений, INB, у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO₂, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом, HR – частота сердечного сокращения. p – достоверность значимых различий, по критерию Вилкоксона ($p > 0,05$)

Таким образом, мы имеем неопределенность 1-го типа для исследуемых выборок 5-ти наиболее значимых диагностических признаков x_i . Итог этих результатов – необходимость применение для разрешения неопределенности 1-го рода методов *теории хаоса-самоорганизации* – ТХС. В этом случае на первом шаге мы должны произвести расчет параметров КА. Сразу отметим, что главный результат – это резкое уменьшение объема КА после лечения. Так например, до начала ФВ объем квазиаттракторов $V^1_x = 50,26 \times 10^6$ у.е., а после лечебного воздействия $V^2_x = 8,71 \times 10^6$ у.е., т.е. объем КА резко уменьшился. Произошла стабилизация сразу всех 5-ти параметров ВСОЧ. Уменьшение объема КА составило $W = 50,26/8,71 = 5,8$ у.е.

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Эльман К.А., Горбунов Д.В., Третьяков С.А. Физиотерапия при гипертонической болезни с позиций хаотической динамики параметров ССС у пациентов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 1-12. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5030.pdf> (дата обращения: 16.12.2014).

Однако, положение центров КА по каждой координате x_i существенно не изменилось. Мы не можем говорить о заметном движении центра КА в ФПС, т.к. мерой движения является $z \geq 2$. Таким образом, мы можем говорить о скорости изменения объема $\langle V \rangle = \sum z_i / (\Delta t \times m)$, где $m=5$.

Таблица 5

Расчет параметров порядка методом исключения пятимерном ФПС ($m=5$) параметров ССС у пациентов с гипертонической болезнью до ФВ и после ФВ

Vx0	330 480 000	Vy0	103 048 176	dif	227 431 824	R0	68,8186	%	Z0	2,1262
Vx1	6 480 000	Vy1	2 453 528	dif1	4 026 472	R1	62,1369	%	Z1	2,1257
Vx2	13 770 000	Vy2	4 684 008	dif2	9 085 992	R2	65,984	%	Z2	1,6809
Vx3	528 768.0000	Vy3	181 104	dif3	347 664	R3	65,7498	%	Z3	1,405
Vx4	55 080 000	Vy4	25 762 044	dif4	29 317 956	R4	53,228	%	Z4	2,1155
Vx5	4 590 000	Vy5	2 103 024	dif5	2 486 976	R5	54,1825	%	Z5	2,071

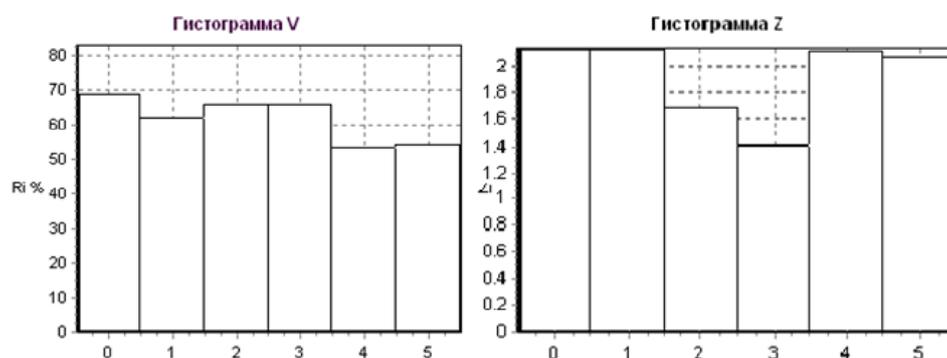


Рис. Гистограммы изменений относительных величин объемов V и расстояния Z в фазовом пространстве состояний при последовательном исключении x_i ($i=1, 0,05$)

В табл. 5 представлены результаты расчетов относительных изменений $W = V_x^1 / V_x^2$ объемов V_x квазиаттракторов при последовательном исключении (поочередно) отдельных параметров x_i вектора состояние ССС у пациентов с ГБ, находящихся в условиях физиотерапевтического лечения (гистограмма V). Одновременно мы представляем и величины изменения межаттракторных расстояний Z (до и после лечения) при последовательном исключении Z_i . Очевидно, что для этих двух гистограмм признак x_3 (под номером 3) на рис. демонстрирует наиболее значимое изменение и по W, и по Z. По W мы вообще имеем изменение почти в 6 раз. На втором месте по значимости следует x_2 .

Таким образом, параметр x_3 и x_2 , можно обозначить как два параметра порядка по критериям изменения объема W и расстояний Z. В статистике мы не можем их выделить, что следует из табл. 4. В табл. 4 на первом месте стоит признак x_4 , для которого критерий $p=0,11$.

Выводы:

1. Неопределенность 1-го типа возникает, когда стохастические методы не позволяют сделать вывод о различиях между выборами.

2. В этом случае целесообразно применять нейроэмуляторы для решения задачи бинарной классификации или методы расчета параметров квазиаттракторов. В нашем случае объем квазиаттрактора уменьшается в 5,8 раза (статистика вообще ничего не показывает), а метод исключения признаков x_i позволит отранжировать значимость диагностических признаков при гипертонической болезни на фоне физиотерапии.

Литература

1. Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Химикова О.И., Соколова А.А. Новые методы для геронтологии в прогнозах долгожительства коренного населения Югры // Успехи геронтологии. 2014. Т. 27. 3 1. С. 30–36.

2. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Особые свойства биосистем и их моделирование // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18. №3. С. 331–332.

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Эльман К.А., Горбунов Д.В., Третьяков С.А. Физиотерапия при гипертонической болезни с позиций хаотической динамики параметров ССС у пациентов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 1-12. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5030.pdf> (дата обращения: 16.12.2014).

3. Еськов В.М., Козлова В.В., Голушков В.Н. Сравнительный анализ и синтез физиологических параметров организма студентов Югры в фазовых пространствах состояний // Теория и практика физической культуры. 2011. №11. С. 88–92.
4. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Околосуточные ритмы показателей кардиореспираторной системы и биологического возраста человека // Терапевт. 2012. №8. С. 36–43.
5. Русак С.Н., Еськов В.В., Молягов Д.И., Филатова О.Е. Годовая динамика погодноклиматических факторов и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2013. № 11. С. 19–24.
6. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатова О.Е. Использование статистических методов и методов многомерных фазовых пространств при оценке хаотической динамики параметров нервно-мышечной системы человека в условиях акустических воздействий // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21. №2. С. 6–10.
7. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Орлов В.А. Медико-биологические технологии в спорте. Москва: Изд-во «Известия», 2011. 460 с.
8. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Новые методы изучения интервалов устойчивости биологических динамических систем в рамках компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2004. № 3. С. 5–6.
9. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques. 2011. V. 53 (12). P. 1404–1410.
10. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Kozlova V.V., Filatov M.A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques. 2012. Vol. 55. №. 9. P. 1096–1100.
11. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development // Emergence: Complexity and Self-organization. 2014. Vol. 16. №2. P. 107–115.
12. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Zimin M.I. Uncertainty in quantum mechanics and biophysics of complex systems // Moscow University Physics Bulletin. 2014. Vol.5. P. 41–46.
13. J.A.S. Kelso. Multistability and metastability: understanding dynamic coordination in the brain // Phil. Trans. R. Soc. B 2012 367, doi:10.1098/rstb.2011.0351, published 27 February 2012, p.906-918.

References

1. Gavrilenko TV, Es'kov VM, Khadartsev AA, Khimikova OI, Sokolova AA. Novye metody dlya gerontologii v prognozhakh dolgozhitel'stva korennoho naseleniya Yugry. Uspekhi gerontologii. 2014;27(3):30-6. Russian.
2. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, Khadartsev AA. Osobyie svoystva biosistem i ikh modelirovanie [Special oriperties of biosystems and their modelling]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;18(3):331-2. Russian.
3. Es'kov VM, Kozlova VV, Golushkov VN. Sravnitel'nyy analiz i sintez fiziologicheskikh parametrov organizma studentov Yugry v fazovykh prostranstvakh sostoyaniy. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2011;11:88-92. Russian.
4. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA. Okolosutochnye ritmy pokazateley kardi-orespiratornoy sistemy i biologicheskogo vozrasta cheloveka. Terapevt. 2012;8:36-43. Russian.
5. Rusak SN, Es'kov VV, Molyagov DI, Filatova OE. Godovaya dinamika pogodno-klimaticheskikh faktorov i zdorov'e naseleniya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga. Ekologiya cheloveka. 2013;11:19-24. Russian.
6. Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, Filatova OE. Ispol'zovanie statisticheskikh metodov i metodov mnogomernykh fazovykh prostranstv pri otsenke khaoticheskoy dinamiki parametrov nervno-myshechnoy sistemy cheloveka v usloviyakh akusticheskikh vozdeystviy [Application of statistical methods and multidimensional phase space methods for estimation of chaotic dynamics of neuromuscular system parameters under acoustic effects]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(2):6-10. Russian.
7. Khadartsev AA, Fudin NA, Orlov VA. Mediko-biologicheskie tekhnologii v sporte. Moscow: Izd-vo «Izvestiya»; 2011. Russian.
8. Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Novye metody izucheniya intervalov ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem v ramkakh kompartmentno-klaster'nogo podkhoda [New methods of investigation of biological dynamic systems' stability according to compartmental-cluster approach]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;3:5-6. Russian.
9. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states. Measurement Techniques. 2011;53(12):1404-10.
10. Eskov VM, Gavrilenko TV, Kozlova VV, Filatov MA. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. Measurement Techniques. 2012;55(9):1096-100.

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Эльман К.А., Горбунов Д.В., Третьяков С.А. Физиотерапия при гипертонической болезни с позиций хаотической динамики параметров ССС у пациентов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 1-12. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5030.pdf> (дата обращения: 16.12.2014).

11. Eskov VM. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development. *Emergence: Complexity and Self-organization*. 2014;16(2):107-15.
12. Eskov VM, Eskov VV, Gavrilenko TV, Zimin MI. Uncertainty in quantum mechanics and biophysics of complex systems. *Moscow University Physics Bulletin*. 2014;5:41-6.
13. J.A.S. Kelso. Multistability and metastability: understanding dynamic coordination in the brain // *Phil. Trans. R. Soc. B* 2012 367, doi:10.1098/rstb.2011.0351, published 27 February 2012, p.906-918.

Библиографическая ссылка:

Еськов В.В., Гараева Г.Р., Эльман К.А., Горбунов Д.В., Третьяков С.А. Физиотерапия при гипертонической болезни с позиций хаотической динамики параметров ССС у пациентов // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2014. №1. Публикация 1-12. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5030.pdf> (дата обращения: 16.12.2014).