

в оценке состояния больного ИБС // Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы: Сборник. – М., 2005. – С. 98 – 105.

*Доклад представлен к публикации членом редколлегии Ю.М. Перельманом.*

*E-mail: [Stepasharik@yandex.ru](mailto:Stepasharik@yandex.ru)*

УДК 681.3

**С.И. Логинов**, д-р биол. наук, **И.В. Борейченко**,  
**М.Н. Мальков**, канд. биол. наук, **А.С. Снигирев**  
(НИИ биофизики и медицинской кибернетики,  
Сургутский государственный университет)

### **ОЦЕНКА ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПОВЕДЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДОЗИРОВАННОЙ ХОДЬБЫ**

Исследованы физиологические параметры аттрактора поведения вектора состояния организма студентов до и после динамической физической нагрузки в виде дозированной ходьбы. Дана количественная оценка параметрам аттрактора поведения вектора состояния организма студентов с позиции теории хаоса и синергетики.

**Ключевые слова:** аттрактор, дозированная ходьба, управляющее воздействие.

На Севере РФ отмечается существенное снижение физической активности [1] на фоне действия неизбежных экологических факторов в сочетании с суровыми природно-климатическими факторами и своеобразным социумом. Воздействие этих факторов приводит к снижению иммунных реакций, замедлению регенеративной активности организма и формированию стойкой ваготонии [2]. В работе изучено влияние дозированной ходьбы на параметры вектора состояния организма студентов, постоянно проживающих в условиях Севера РФ.

В исследовании приняли участие 62 студента Сургутского госуниверситета в возрасте 17-20 лет. Физическая нагрузка представляла собой 20-минутную дозированную ходьбу на шаговом тренажере при частоте сердечных сокращений (ЧСС) 130-140 уд/мин. При помощи пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С2» и программы «ELOGRAPH» изучали показатели variability сердечного ритма (ВСР). Определяли величину артериального давления (АД) (по Короткову). Обработку полученных результатов проводили при помощи авторской программы «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в мерном фазовом пространстве», предназначенной для исследования систем с хаотической организацией [3].

Установлено, что до выполнения дозированной ходьбы объем квазиаттрактора в фазовом пространстве состояний у девушек составлял  $2,29 \times 10^{22}$  при коэффициенте асимметрии  $\gamma X = 1972$ . После выполнения нагрузки объем квазиаттрактора в фазовом пространстве состояний увеличился до  $1,45 \times 10^{23}$  при  $\gamma X = 3478$ .

У юношей объем квазиаттрактора в фазовом пространстве состояний до нагрузки составлял  $3,80 \times 10^{23}$  при коэффициенте асимметрии  $\gamma X = 2916$ . После вы-

полнения нагрузки увеличился до  $8,74 \times 10^{23}$  при коэффициенте асимметрии  $rX = 1262$ . Установлено, что при значительном увеличении объема (из-за адаптивных изменений в деятельности кардиореспираторной и вегетативной нервной системы) уровень асимметрии изучаемых параметров у юношей уменьшился более чем в 2 раза, у девушек увеличился в 1,8 раза (табл.).

В целом, в условиях Севера РФ целесообразно ежедневно осуществлять мониторинг состояния кардиореспираторной и вегетативной нервной систем студентов. При стойком преобладании ваготонии в состоянии относительного физиологического покоя рекомендуется выполнять физические упражнения динамического характера адекватной интенсивности, что позволит перевести динамику поведения вектора состояния организма студентов в область значений, характеризующихся состоянием нормотонии.

Результаты обработки данных аттрактора параметров кардиореспираторной системы девушек и юношей до и после выполнения 20-минутной дозированной ходьбы при ЧСС 130-140 уд/мин в 11-мерном фазовом пространстве признаков представлены в таблице, в которой использованы следующие условные обозначения:  $rX$  – показатель асимметрии; ОФП – объем фазового пространства, где 11-мерное фазовое пространство представлено показателями:  $X1$  – систолическое артериальное давление (мм рт.ст.),  $X2$  – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.),  $X3$  – активность симпатического отдела ВНС (отн.ед.),  $X4$  – активность парасимпатического отдела ВНС (отн.ед.),  $X5$  – стандартное отклонение NN интервалов (мс),  $X6$  – ЧСС (уд/мин),  $X7$  – спектральная мощность очень низкочастотной компоненты (VLF, мс<sup>2</sup>),  $X8$  – мощность низкочастотной компоненты (LF, мс<sup>2</sup>),  $X9$  – мощность высокочастотной компоненты (HF, мс<sup>2</sup>),  $X10$  – вагосимпатический баланс (отн.ед.),  $X11$  – индекс напряжения Баевского.

Ин-тервалы	Девушки		Юноши		Асим-метрия	Девушки		Юноши	
	до	после	до	после		до	после	до	после
X1	18.0	20.0	35.0	38.0	$rX1$	0.0330	0.0234	0.1524	0.0395
X2	17.0	15.0	33.0	22.0	$rX2$	0.0349	0.0563	0.2061	0.0106
X3	7.0	12.0	9.0	37.0	$rX3$	0.1652	0.2109	0.2074	0.3306
X4	17.0	17.0	17.0	16.0	$rX4$	0.1250	0.0515	0.0392	0.0250
X5	67.0	61.0	70.0	49.0	$rX5$	0.0210	0.0026	0.0676	0.0129
X6	33.0	51.0	48.0	47.0	$rX6$	0.0133	0.0882	0.0049	0.0028
X7	8632	10263	11371	5535	$rX7$	0.1295	0.2545	0.2512	0.1263
X8	9314	9024	8398	4675	$rX8$	0.1244	0.1876	0.0439	0.0520
X9	7243	5510	3885	3387	$rX9$	0.1573	0.2815	0.1164	0.2907
X10	5.37	9.25	15.86	12,46	$rX10$	0.1528	0.2793	0.3088	0.2025
X11	91.0	161	109	702.0	$rX11$	0.2225	0.2422	0.2697	0.3922
ОФП	2,29+ E0022	1,45+E 0023	3,80+E 0023	8,74+ E0023	$rX$	1972	3478	2916	1262

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Логинов С.И.* Физическая активность: методы оценки и коррекции. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2005.

2. *Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е.* Синергетика в клинической кибернетике: Монография. Часть I. Теоретические основы системного синтеза и исследования хаоса в биомедицинских системах. – Самара: ООО «Офорт», 2006.
3. Программа идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в  $m$ -мерном фазовом пространстве: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006613212 / *В.М.Еськов, М.Я.Брагинский, С.Н.Русак, А.А.Устименко, Ю.В.Добрынин* // Бюл. «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем». – 2006, опубл. 13.09.06.

*Доклад представлен к публикации членом редколлегии Ю.М. Перельманом.*

*E-mail: [logsi@surguttel.ru](mailto:logsi@surguttel.ru).*

УДК 612.017

**Е.С. Достовалов, Р.Н. Живогляд, д-р мед. наук, О.А. Кошевой, Д.А. Хромов**  
(НИИ биофизики и медицинской кибернетики,  
Сургутский государственный университет)

### **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КИНЕЗОТЕРАПИИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ ОСТРОЕ НАРУШЕНИЕ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ**

В ходе реабилитационных мероприятий исследовались параметры функционального состояния организма лиц, перенесших ОНМК и ЧМТ. Установлено, что объем аттрактора в трехмерном фазовом пространстве увеличен у 30 больных под действием реабилитационных мероприятий.

**Ключевые слова:** реабилитационные мероприятия, аттрактор, объем многомерного параллелепипеда  $V$  (General  $V$  value), фазовое пространство.

Высокая распространенность сосудистых заболеваний головного мозга и его травматизм при этом – одна из ведущих причин инвалидизации и смертности, что делает эту проблему актуальной и современной для неврологии и реабилитации. В ХМАО-Югре, где экстремальные условия проживания из-за резких перепадов температур и атмосферного давления, неустойчивости геомагнитных полей негативно влияют на функциональное состояние организма (ФСО) человека и ведут к необратимым последствиям со стороны сердечно-сосудистой системы, эта проблема особенно актуальна.

Исследования проведены на базе окружной больницы «Травматологический центр», в «Центре нейрореабилитации и патологии речи», в условиях стационара и амбулаторно, с использованием курса реабилитации больных с последствиями острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) и других повреждений центральной нервной системы (ЦНС), опорно-двигательного аппарата и черепно-мозговыми травмами (ЧМТ). Основными методами реабилитации данной категории больных являются ЛФК, массаж, механотерапия и физиолечение. В эксперименте принимали участие 45 человек с последствиями ОНМК и ЧМТ, 20 из них проходили курс реабилитационных мероприятий (РМ) впервые, 25 – повторно. С помощью установки «ЭЛОКС-01» определялись параметры кардиореспираторной системы (показатели симпатической (СИМ) и парасимпатической