

МЕТОД МАТРИЦ МЕЖАТТРАКТОРНЫХ РАССТОЯНИЙ В ОЦЕНКЕ ОСОБЕННОСТЕЙ
ДИНАМИКИ ПОВЕДЕНИЯ ВЕКТОРА СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА МУЖСКОГО И ЖЕНСКОГО
НАСЕЛЕНИЯ ЮГРЫ, ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

В.В. КОЗЛОВА, Д.В. СИНЕНКО, Н.А. ЧЕРНИКОВ, Г.Р. ГАРАЕВА, А.Е. ХИМИКОВ

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»,
628412, Тюменская обл., ХМАО-Югра, г. Сургут, пр-т Ленина, 1

Аннотация: метод расчета матриц межаттракторных расстояний позволяет оценивать эффективность влияния дозированных физических нагрузок на разные группы испытуемых. Установлено, что группы спортсменов разных видов спорта не существенно различаются как до, так и после выполненной физической нагрузки, в отличие от нетренированных студентов. Таким образом, установленный нами результат показывает, что на параметры функциональных систем организма нетренированных студентов нагрузка влияет существенным образом, о чем свидетельствует наибольшее расстояние Z_{ij} .

Ключевые слова: квазиаттрактор, сердечно-сосудистая система человека, вектор состояния системы, физическая нагрузка.

METHOD OF MATRIXES OF INTER-ATTRACTOR'S DISTANCES IN EVALUATION OF FEATURES
OF THE DYNAMICS OF THE ORGANISM STATE VECTOR OF MALE AND FEMALE POPULATION
OF YUGRA DURING PHYSICAL ACTIVITIES

V.V. KOZLOV, D.V. ISHCENKO, N.A. BLUEBERRIES, G.R. GARAYEV, A.E. CHEMISTS

Surgut State University

Abstract: the method of calculating the matrixes of inter-attractor distances allows to assess the effectiveness of physical activity dose effects on different groups of subjects. Was found that different types of sport athletes are not significantly different, both before and after physical exertion, unlike untrained students. Thus, we set the result shows that the parameters of the functional system of organism untrained student load materially affected, as evidenced by the greatest distance Z_{ij} .

Key words: quasi-attractor, cardiovascular system of human, system state vector, physical activity.

Совершенствование технологий управления тренировочным процессом в различных видах спорта связано с изучением закономерностей адаптации функциональных систем организма к физическим нагрузкам с учетом возрастных, индивидуально-типологических и гендерных особенностей. В последнее время у спортсменов разного пола наблюдается тенденция к сближению содержания, направленности, структуры, объема и интенсивности тренировочных занятий. Однако половой диморфизм проявляется не только во внешнем облике мужчин и женщин, но и в работе основных функциональных систем организма (ФСО), в частности сердечно-сосудистой системы (ССС). В связи с этим медико-биологические аспекты подготовки спортсменов к нагрузкам различной направленности нуждаются в дальнейшем обосновании и исследовании адаптационных возможностей организма с учетом половых особенностей [1-5], что отражено в настоящем исследовании.

Цель исследования – установление особенностей в динамике поведения вектора состояния организма мужского и женского населения Югры при выполнении физических нагрузок.

Объекты и методы исследований. Исследование параметров движения вектора $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ организма человека в фазовом пространстве состояний производилось методами теории хаоса и самоорганизации (ТХС), в рамках которого нами идентифицировались параметры квазиаттракторов, которые существенно отличаются у студентов разного пола и разных возрастных групп. Объектом для наблюдения стали 109 студентов (50 девушек и 59 юношей), обучающихся на 1-3 курсах ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО–Югры». Обследование студентов производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации (2000 г.). Работа выполнялась в рамках плана научных исследований лаборатории «Функциональные системы организма человека на Севере» при научно-исследовательском институте биофизики и медицинской кибернетики и темой НИОКР «Исследование поведения функциональных систем организма человека на Севере РФ методами многомерных фазовых пространств состояний» (№ 01200965147). Критерии включения: возраст студентов 17-20 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований; наличие информированного согласия на участие в исследовании. Критерии исключения: болезнь студента в период обследования.

В исследовании участвовали студенты ГОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО-Югры» (юноши и девушки) с разным уровнем физической подготовки. Показатели снимались до и после

физической нагрузки. Обследуемых юношей условно разделили на две группы: 1 группа наблюдения – студенты, занимающиеся игровыми видами спорта (футбол, волейбол, баскетбол); 3 группа сравнения – студенты, занимающиеся *физической культурой* (ФК) не регулярно, а лишь 2 раза в неделю в рамках государственной программы по ФК. Обследуемых девушек условно разделили на две группы: 4 группа наблюдения – студентки, занимающиеся игровыми видами спорта (футбол, волейбол, баскетбол); 5 группа сравнения – студентки, занимающиеся ФК 2 раза в неделю в рамках государственной программы по ФК.

Для идентификации компонент x_i в наших исследованиях применялся пульсоксиметр «ЭЛОКС-01С2», разработанный и изготовленный ЗАО ИМЦ Новые Приборы, г. Самара [6].

Прибор снабжен программным продуктом «ELOGRAPH», который в автоматическом режиме позволяет отображать изменение ряда показателей в режиме реального времени с одновременным построением гистограммы распределения длительности кардиоинтервалов. Выполнена некоторая модификация программы в отношении усреднения показателей активности симпатического и парасимпатического отделов *вегетативной нервной системы* (ВНС), что обеспечивает представление процессов на фазовой плоскости или в m -мерном фазовом пространстве в виде динамики хаотических процессов.

Использование данной методики и аппаратуры для исследования показателей пульсоинтервалографии производилось в положении испытуемого сидя в относительно комфортных условиях. С целью исключения артефактов и нивелировки влияния отрицательных обратных связей на сьем информации, регистрировался пятиминутный интервал измерений *кардиоинтервалов* (КИ), т.е. $N_{КИ} \geq 500$.

Таким образом, были получены массивы данных, характеризующие процессы управления основными жизненными функциями организма человека в экологических условиях среды обитания или в условиях выполнения стандартизированных физических нагрузок. В качестве x_i выступали: x_0 – СИМ – показатель активности симпатического отдела ВНС (у.е.), x_1 – ПАР – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у.е.), x_2 – ИНБ – *показатель индекса напряжения* по Р.М. Баевскому (у. е.), x_3 – SPO_2 – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%), x_4 – ЧСС – частота сердечных сокращений (уд./мин.).

Расчет параметров квазиаттракторов производился по программам для ЭВМ, зарегистрированным в Федеральном агентстве по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (свидетельства № 2006613212 и № 2010108496)

Результаты и их обсуждение. Методом многомерных фазовых пространств установлены особенности в динамике поведения ВСО мужского и женского населения Югры при выполнении физических нагрузок. Анализ результатов расчета матриц межаттракторных расстояний Z_{ij} между центрами хаотических квазиаттракторов девушек и юношей до выполнения нагрузки показал, что наибольшее Z_{ij} установлено при сравнении 1-й и 4-й групп наблюдения и составляет $z_{11}=48,69$ у.е., а наименьшее расстояние при сравнении девушек 4 группы наблюдения с юношами 2-й группы наблюдения – $z_{21}=3,57$ у.е. Полученный результат свидетельствует о существенном влиянии нагрузки на параметры ФСО как спортсменов, так и нетренированных студентов (табл. 1).

Таблица 1

Матрицы идентификации расстояний (Z_{ij} , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов вектора состояния организма тренированных и нетренированных девушек (4-я и 5-я группы) и юношей (1, 2 и 3-я группы) до выполнения дозированной физической нагрузки в 5-мерном фазовом пространстве состояний

Юноши до нагрузки	Девушки до нагрузки		Сумма	Ср.знач.
	4 группа наблюдения	5 группа сравнения		
1 группа наблюдения	$z_{11}=48,69$	$z_{12}=9,04$	57,73	28,87
2 группа наблюдения	$z_{21}=3,57$	$z_{22}=39,41$	42,98	21,49
3 группа сравнения	$z_{31}=32,28$	$z_{32}=10,89$	43,17	21,59
Сумма	84,54	59,34		
Ср.знач.	28,18	19,78		

Примечание: в качестве x_i выступали: x_0 – СИМ – показатель активности симпатического отдела ВНС (у.е.), x_1 – ПАР – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у.е.), x_2 – ИНБ – показатель индекса напряжения по Р.М. Баевскому (у. е.), x_3 – SPO_2 – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%), x_4 – ЧСС – частота сердечных сокращений (уд./мин.)

При общем (суммарном) значении расстояний Z_{ij} между хаотическими центрами квазиаттракторов (при сложении всех элементов столбцов) наибольшие отличия были получены для 1-й группы юношей до выполненной нагрузки (57,73 абсолютно и 28,87 усреднено), а также для 4-й группы девушек 84,54 абсолютно и 28,18 усреднено, т.е. для студентов, занимающихся игровыми видами спорта.

Анализ результатов расчета матриц межаттракторных расстояний Z_{ij} между хаотическими центрами квазиаттракторов девушек и юношей после выполнения нагрузки показал, что наибольший параметр Z_{ij} отмечается при сравнении 3-й и 5-й групп и составляет $z_{32}=322,08$ у.е., а наименьшее расстояние z_{ij} при сравнении девушек 4-й группы наблюдения и юношей 2-й группы наблюдения и составляет $z_{21}=5,81$ у.е. т.е. группы спортсменов разной специализации не существенно различаются как до, так и после нагрузки, в отличие от нетренированных студентов. Устойчивость компенсаторных механизмов формируется в условиях повторяющегося воздействия физических нагрузок на параметры ФСО нетренированных студентов, о чем свидетельствует наибольшее расстояние Z_{ij} . (табл. 2).

При общем (суммарном) значении расстояний Z_{ij} между хаотическими центрами квазиаттракторов (при сложении всех элементов столбцов) наибольшие отличия были получены для юношей 3-й группы после выполненной нагрузки (474,85 абсолютно и 237,43 усреднено), в тоже время для 1-й и 2-й групп юношей (занимающихся игровыми и индивидуальными видами спорта) установлены небольшие значения расстояний Z_{ij} между центрами квазиаттракторов: 181,47 и 179,35 – абсолютно и 90,74 и 89,68 – усреднено соответственно. Что еще раз подтверждает полученные результаты, показывающие развитие дезадаптации и гипокинезии у жителей Севера РФ (нетренированные студенты).

Таблица 2

Матрицы идентификации расстояний (Z_{ij} , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов вектора состояния организма тренированных (1-я и 2-я группы юношей и 4-я группа девушек) и нетренированных (3-я группа юношей и 5-я группа девушек) студентов после выполнения дозированной физической нагрузки в 5- мерном фазовом пространстве состояний

Юноши после нагрузки	Девушки после нагрузки		Сумма	Ср.знач.
	4 группа наблюдения	5 группа сравнения		
1 группа наблюдения	$z_{11}=175,19$	$z_{12}=6,28$	181,47	90,74
2 группа наблюдения	$z_{21}=5,81$	$z_{22}=173,54$	179,35	89,68
3 группа сравнения	$z_{31}=152,77$	$z_{32}=322,08$	474,85	237,43
Сумма	333,77	501,9		
Ср. знач.	111,26	167,30		

Примечание: в качестве x_i выступали: x_0 – СИМ – показатель активности симпатического отдела ВНС (у.е.), x_1 – ПАР – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у.е.), x_2 – ИНБ – показатель индекса напряжения по Р.М. Баевскому (у. е.), x_3 – SpO_2 – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%), x_4 – ЧСС – частота сердечных сокращений (уд./мин.)

В тоже время аналогичные суммы для девушек имеют большие по отношению к юношам значения расстояний Z_{ij} между хаотическими центрами квазиаттракторов (при сложении всех элементов столбцов): 501,9 абсолютно и 167,30 усреднено у нетренированных студентов (5-я группа) и 333,77 абсолютно и 111,26 усреднено – 4 группа (девушки, занимающиеся игровыми видами спорта).

Таким образом, установленный нами результат показывает, что на параметры ФСО нетренированных студентов нагрузка влияет существенным образом, о чем свидетельствует наибольшее расстояние Z_{ij} . (табл. 2). Метод расчета матриц межаттракторных расстояний позволяет оценивать эффективность влияния дозированных физических нагрузок на разные группы испытуемых.

Заключение. Полученные результаты также могут быть использованы для оценки адекватности физических тренировок индивидуальному функциональному резерву. Изучение состояния механизмов регуляции, определение степени напряжения регуляторных систем имеют большое значение для оценки особенностей адаптации организма человека к физическим нагрузкам. Это позволяет подойти к научному прогнозированию физических возможностей спортсменов, что играет большую роль при решении вопросов отбора для занятий спортом, рационального построения режимов тренировок и контроля за функциональным состоянием организма спортсмена. Поэтому крайне важно внедрять в спортивную практику раннее распознавание неадекватности реакции организма на физические нагрузки методом расчета матриц межаттракторных расстояний параметров квазиаттракторов вектора состояния организма человека.

Литература

1. Динамика квазиаттракторов параметров произвольных микродвижений конечностей человека как реакция на локальные термические воздействия / В.М. Еськов [и др.] // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– Т. XIX.– № 4.– С. 26–29.
2. Демидов, В.А. Вариабельность комплекса параметров гемодинамики у юношей и девушек, занимающихся и незанимающихся спортом / В.А. Демидов, Ф.А. Мавлиев, Н.Ш. Хаснутдинов // Физиология человека.– 2009.– Т. 35.– № 1.– С. 84–89.
3. Кудря, О.Н. Влияние нагрузок скоростно-силовой направленности на функциональное состояние спортсменов разного пола / О.Н. Кудря // Лечебная физкультура и спортивная медицина.– 2011.– № 12 (96).– С. 17–23.
4. Наумова, В.В. Особенности колебаний гемодинамики у мужчин и женщин / В.В. Наумова, Е.С. Земцова // Физиология человека.– 2009.– Т. 35.– № 5.– С. 47–53.
5. Панкова, Н.Б. Анализ вариабельности сердечного ритма и артериального давления при разных функциональных пробах у женщин и мужчин / Н.Б. Панкова, С.А. Надоров, М.Ю. Карганов // Физиология человека.– 2008.– Т. 34.– № 4.– С. 64–72.
6. Калакутский, Л.И. Аппаратура клинического мониторинга для отделений анестезиологии и реанимации / Э.С. Калакутский, Э.С. Манелис // Тюменский медицинский журнал.– 2005.– № 1.– С. 3.