

УДК [612.1:616.1](1-922 + 23.03)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ АРКТИЧЕСКОГО И ВЫСОКОГОРНОГО АДАПТИВНЫХ ТИПОВ

© 2013 г. **В. А. Карпин, О. Е. Филатова, Т. В. Солтыс,
А. А. Соколова, Ю. В. Башкатова, *А. Б. Гудков**

Сургутский государственный университет, г. Сургут

*Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Социально-экономические преобразования, охватившие районы Тюменского Севера, сопровождаются интенсивными миграционными потоками населения. Вновь складывающиеся сообщества людей в необычных для них условиях окружающей среды зачастую подвергаются влиянию чрезвычайно неблагоприятных природно-климатических факторов. В этой связи возникает острая насущная необходимость в разработке медико-биологических программ жизнеобеспечения населения в новых условиях существования [8]. Как следствие, появляется особый интерес к коренному населению данного экологического района, которое может служить «модельной» популяцией для исследования механизмов взаимодействия человека с экстремальной средой обитания [1, 11, 12].

Специфика приспособления коренного населения формировалась в течение многих поколений и представляет собой адаптивный оптимум, который является адекватным для данной среды обитания [10]. По сходству морфофункциональных характеристик Т. И. Алексеева [3] выделяла регионы-аналоги, которые демонстрируют в адаптивном комплексе арктических аборигенов определенные черты приспособления к гипоксии и низким температурам, подобным высокогорью.

Изучение закономерностей и физиологических механизмов адаптации аборигенов имеет большое значение для сохранения и развития здоровья не только малочисленных народностей, но и переселенцев, так как коренное население представляет собой тот адаптивный эталон, который наиболее адекватен среде его обитания [2, 3].

В этой связи особый интерес представляет сравнение параметров функций организма пришлого населения, прибывшего из высокогорных районов Кавказа, и коренного населения как некоторого эталона организма человека, адаптированного к экологическим условиям Севера Российской Федерации. Более эффективно данная проблема может быть рассмотрена в аспекте теории хаоса и самоорганизации [4–7].

Целью настоящей работы явилось изучение и сравнительная оценка показателей сердечно-сосудистой системы у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов с позиции новой теории хаоса и самоорганизации.

Методы

В ходе исследования изучены параметры показателей функциональных систем организма (ФСО) представителей арктического и высокогорного адаптивных типов с использованием авторских программ, представляющих методы идентификации объемов квазиаттракторов движения вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в фазовом пространстве состояний (ФПС) для разных кластеров [13–15]. В ис-

Изучены параметры сердечно-сосудистой системы у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов с позиции теории хаоса и самоорганизации. Установлено, что объемы квазиаттракторов вектора состояния организма у представителей высокогорного типа сразу после их переезда на Север превышают таковые у представителей арктического типа. Произведена идентификация наиболее значимых параметров (признаков) вектора состояния организма человека. **Ключевые слова:** квазиаттрактор, вектор состояния организма человека, фазовое пространство состояний

следования приняли участие 84 юношей и девушек (18–21 года). Представители арктического адаптивного типа составили 28 человек, относящихся к коренному населению Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югра) – народности ханты. Группу представителей высокогорного типа составили 56 человек, из числа которых 28 человек – пришлое население из районов высокогорья Кавказа, проживающих в ХМАО – Югре не более 3 месяцев, и 28 человек – представители Кавказа, рожденные в ХМАО – Югре. Все испытуемые на момент обследования были относительно здоровы и находились в хорошей физической форме.

В исследовании применялась неинвазивная методика, реализуемая с помощью прибора пульсоксиметр «ЭЛОКС-01С2» [9]. В устройстве применялся оптический пальцевый датчик (в виде прищепки), с помощью которого происходила регистрация пульсовой волны с одного из пальцев кисти, которая дает возможность непрерывно регистрировать индикацию значения степени насыщения гемоглобина крови кислородом (SpO_2) в %, а также частоту сердечных сокращений (ЧСС) и кардиоинтервалы. По анализу последних определялись интегративные показатели состояния симпатической (СИМ) и парасимпатической (ПАР) вегетативной нервной системы (ВНС), анализировался частотный спектр кардиоинтервалов путем расчета стандартных значений кардиоинтервалов (т. е. VLF mc^2 , LF mc^2 , HF mc^2 , Total mc^2 , LF $norm$ %, HF $norm$ %, соотношение LF/HF). Определялся также уровень оксигемоглобина в крови – SpO_2 . По полученным данным был выполнен анализ динамики ВСОЧ для двух этнических групп в m -мерном ФПС. Всего использовали 12 диагностических признаков, то есть размерность фазового пространства была равна $m = 12$. В результате использования программ строилась матрица межкластерных расстояний в ФПС.

Статистическую обработку результатов исследований проводили по программе IBM PC БИОСТАТ с использованием критерия Стьюдента. Для всех показателей была отвергнута нулевая гипотеза на уровне значимости 0,05. Исследование параметров

движения вектора состояния организма представителей арктического и высокогорного адаптивных типов в ФПС производилось методами теории хаоса и самоорганизации, в рамках которой идентифицировались параметры квазиаттракторов с использованием программного продукта «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве». Метод базируется на сравнении параметров различных кластеров, представляющих биологические динамические системы (БДС), к которым могут относиться одни и те же БДС, но находящиеся в различных физиологических состояниях. С использованием данного метода находили показатели общих объемов m -мерных параллелепипедов (vX), ограничивающих квазиаттрактор движения вектора состояния системы, расстояние между точками геометрического (хаотического) и статистического (стохастического) центров (gX) этих параллелепипедов.

Результаты

В ходе исследований и статистической обработки данных были получены сводные количественные характеристики variability сердечного ритма (BCP) (табл. 1). Между представителями арктического и высокогорного адаптивных типов в группе юношей выявлены статистически значимые отличия по показателю SpO_2 %. У представителей высокогорного адаптивного типа данные значения были значимо ниже, чем у представителей арктического адаптивного типа, что свидетельствует об улучшении поступления в их организм кислорода. Более высокие показатели у представителей арктического типа свидетельствуют о напряжении компенсаторных возможностей организма.

Определены наиболее существенные диагностические признаки для представителей разных адаптивных типов (табл. 2). Использование алгоритма параллельной идентификации параметров квазиаттракторов ВСОЧ обеспечило выделение параметров порядка, используемых для выявления критериев, обладающих существенной значимостью при сравнительном биоинформационном анализе показателей BCP обсле-

Таблица 1

Средние значения параметров вегетативной нервной системы и оксигенации крови представителей арктического и высокогорного адаптивных типов, $M \pm \sigma$

Показатель BCP	Юноши n=42			Девушки n=42		
	Арктический тип	Высокогорный тип (на Севере не > 3 мес.)	Высокогорный тип (рожденные на Севере)	Арктический тип	Высокогорный тип (на Севере не > 3 мес.)	Высокогорный тип (рожденные на Севере)
СИМ, у. е.	2,36±0,49°	2,36±0,66°	3,93±1,80°	3,79±0,69°	3,36±0,87°	2,43±0,42°
ПАР, у. е.	15,71±1,11°	16,36±1,50°	15,21±1,64°	13,00±1,44°	13,57±1,68°	15,07±1,63°
ЧСС уд./мин.	75,79±3,30°	76,14±2,43°	76,71±2,10°	78,57±3,51*	83,43±2,28**	81,36±1,93**
ИНБ, у. е.	28,79±5,22°	33,93±8,27°	50,29±26,08°	46,00±8,75°	48,07±11,17°	38,93±5,65°
SpO_2 %	98,29±0,22*	97,64±0,23**	98,00±0,21**	98,43±0,20*	98,14±0,23**	98,00±0,18**

Примечания: * – значимость различий $p \leq 0,05$ между группами юношей и девушек арктического и высокогорного адаптивных типов; ° – значимость различий $p \leq 0,05$ между группами юношей и девушек, относящихся к одному адаптивному типу. СИМ – активность симпатического отдела ВНС; ПАР – активность парасимпатического отдела ВНС; ЧСС – средний уровень функционирования системы кровообращения; ИНБ – индекс напряженности регуляторных систем по Р. М. Баевскому.

двумых. Существенным диагностическим признаком у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов оказался показатель Total power (Z9) – общая спектральная мощность, отражающая суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм. При исключении данного признака расстояние между центрами двух квазиаттракторов у различных адаптивных типов составляет: Z9 = 1 779,12 у. е. (см. табл. 2) у представителей арктического типа (ханты), Z9 = 1 390,75 у представителей высокогорного типа, проживающих в ХМАО – Югре не более 3 месяцев, и Z9 = 2 206,53 у представителей высокогорного типа, рожденных в округе.

Таблица 2

Идентификация показателей параметров квазиаттракторов (у. е.), определяющих вектора состояния организма человека у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов при исключении диагностических признаков

Представители арктического адаптивного типа (ханты)	Представители высокогорного адаптивного типа (на Севере не > 3 мес.)	Представители высокогорного адаптивного типа (рожденные на Севере)
Z0 = 3 566,76	Z0 = 2 737,82	Z0 = 3 463,60
Z1 = 3 566,76	Z1 = 2 737,82	Z1 = 3 463,60
Z2 = 3 566,76	Z2 = 2 737,82	Z2 = 3 463,60
Z3 = 3 566,76	Z3 = 2 737,82	Z3 = 3 463,60
Z4 = 3 566,72	Z4 = 2 737,80	Z4 = 3 463,58
Z5 = 3 566,76	Z5 = 2 737,82	Z5 = 3 463,60
Z6 = 3 443,09	Z6 = 2 555,58	Z6 = 3 442,73
Z7 = 3 296,41	Z7 = 2 620,23	Z7 = 2 758,06
Z8 = 3 504,16	Z8 = 2 675,16	Z8 = 3 414,94
Z9 = 1 779,12	Z9 = 1 390,75	Z9 = 2 206,53
Z10 = 3 566,76	Z10 = 2 737,82	Z10 = 3 463,60
Z11 = 3 566,76	Z11 = 2 737,82	Z11 = 3 463,60
Z12 = 3 566,76	Z12 = 2 737,82	Z12 = 3 463,60

Примечание. Расстояние между центрами двух квазиаттракторов: Z0 – без исключения признака; Z1 – при исключении показателя СИМ; Z2 – при исключении показателя ПАР; Z3 – при исключении показателя частоты пульса – HR (ЧСС); Z4 – при исключении показателя ИНБ; Z5 – при исключении показателя SpO₂; Z6 – при исключении показателя VLF; Z7 – при исключении показателя LF; Z8 – при исключении показателя HF; Z9 – при исключении показателя Total power; Z10 – при исключении показателя LFnorm; Z11 – при исключении показателя HFnorm; Z12 – при исключении показателя LF/HF.

В табл. 3 представлен весь набор межаттракторных расстояний Z_{ij} между центрами хаотических квазиаттракторов для шести изучаемых групп (компарментов) испытуемых. Минимальное межаттракторное расстояние Z_{ij} отмечается при сравнении представителей 2-й и 4-й групп (2 956,20 у. е.). Наибольшее межаттракторное расстояние отмечено при сравнении представителей 4-й и 5-й групп (15 904,60 у. е.), а также 2-й и 5-й (14 962,10 у. е.).

Результаты расчета матриц межаттракторных расстояний Z_{ij} между стохастическими центрами квазиаттракторов испытуемых представлены в табл. 4. При сравнении суммарных расстояний между центрами квазиаттракторов (при сложении всех элементов столбцов) наибольшие отличия были получены для 4-й группы (15 244,40 у. е.). На втором месте по этим же показателям стоит 1-я группа (12 334,40 у. е.).

На рисунке изображена динамика движения ВСОЧ в ФПС разных адаптивных типов. Представленные данные в фазовом пространстве демонстрируют, что наибольший разброс движения вектора состояния организма происходит у девушек-представителей высокогорного типа, проживающих в ХМАО – Югре не более 3 месяцев (vX = 5,19 у. е.), и у юношей-представителей высокогорного типа, рожденных в ХМАО – Югре (vX = 10,35 у. е.). Это свидетельствует о высокой рассогласованности компонентов сердечно-сосудистой системы, то есть усилении асинергизма, что само по себе является стрессом, обусловленным адаптивными реакциями организма.

Наибольшее расстояние между геометрическими и статистическими центрами (гХ) наблюдается в группе девушек-представительниц арктического адаптивного типа (18 650,40 у. е.), а наименьшее – у юношей-представителей арктического адаптивного типа (2 171,60 у. е.). Отметим, что в группах арктического адаптивного типа происходит увеличение гХ с существенным уменьшением объема квазиаттрактора ВСО (vX), а у представителей высокогорного адаптивного типа наблюдается обратная пропорциональная зависимость.

Таблица 3

Матрица расстояний Z^{Chaos} между хаотическими (геометрическими) центрами у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов квазиаттракторов, у. е. (m = 12)

	Представители высокогорного типа (рожденные на Севере)		Представители высокогорного типа (на Севере не > 3 мес.)		Представители арктического типа	
	Девушки	Юноши	Девушки	Юноши	Девушки	Юноши
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
Группа 1	0,00	7 199,80	5 006,30	6 411,50	10 803,30	5 505,10
Группа 2	7 199,80	0,00	4 656,30	2 956,20	14 962,10	3 854,50
Группа 3	5 006,30	4 656,30	0,00	5 573,10	12 063,30	5 580,30
Группа 4	6 411,50	2 956,20	5 573,10	0,00	15 904,60	3 376,50
Группа 5	10 803,30	14 962,10	12 063,30	15 904,60	0,00	13 585,30
Группа 6	5 505,10	3 854,50	5 580,30	3 376,50	13 585,30	0,00
Σ	34 926,10	33 628,80	32 879,40	34 222,10	67 318,70	31 901,80

Примечание: m – размерность ФПС, Σ – суммарный показатель межаттракторных расстояний.

Таблица 4

Матрица расстояний Z_s между стохастическими (статистическими) центрами квазиаттракторов у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов квазиаттракторов, у. е. ($m = 12$)

	Представители высокогорного типа (рожденные на Севере)		Представители высокогорного типа (на Севере не > 3 мес.)		Представители арктического типа	
	Девушки	Юноши	Девушки	Юноши	Девушки	Юноши
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
Группа 1	0,00	3 463,60	989,20	4 125,10	413,60	3 342,70
Группа 2	3 463,60	0,00	3 217,80	1 694,70	3 602,40	1 305,20
Группа 3	989,20	3 217,80	0,00	3 897,40	1 092,10	3 320,10
Группа 4	4 125,10	1 694,70	3 897,40	0,00	4 383,10	1 143,90
Группа 5	413,60	3 602,40	1 092,10	4 383,10	0,00	3 566,70
Группа 6	3 342,70	1 305,20	3 320,10	1 143,90	3 566,70	0,00
Σ	12 334,40	13 283,80	12 516,70	15 244,40	13 057,90	12 678,80

Примечание: m – размерность ФПС, Σ – суммарный показатель межаттракторных расстояний.

Особое внимание следует обратить на изменения параметров вегетативной регуляции сердечной деятельности у юношей разных адаптивных типов, о чем свидетельствуют ярко выраженные различия в объемах 12-мерного квазиаттрактора (vX). Установлено, что у юношей группы высокогорного адаптивного типа, рожденных в ХМАО – Югре, vX больше в 103,5 раза, чем у юношей группы арктического адаптивного типа (коренное население – ханты) (10,35 и 0,10 у. е. соответственно). Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что более широкая норма реакции по признаку SpO_2 % в группе юношей высокогорного адаптивного типа обеспечивает им высокие адаптивные реакции организма к условиям Севера.

Обсуждение результатов

В работах В. М. Еськова с соавторами [13–15] неоднократно отмечалось, что специфические экологические факторы Севера, в частности колебания геомагнитного поля, приводят к недостаточному снабжению тканей и органов кислородом, развитию гипоксии, в результате чего в тканях наблюдается повышенная проницаемость кровеносных сосудов. Однако этот компенсаторно-приспособительный механизм недостаточен для адекватного усвоения кислорода организмом, так как в атмосфере ХМАО – Югры наблюдается повышенное содержание оксида углерода. Это приводит к блокированию молекул гемоглобина крови и уменьшению поступления в организм кислорода [8–10].

Т. И. Алексеева [3] отмечала, что черты приспособления к гипоксии у представителей арктического и высокогорного типов имеют разную природу. Мы предполагаем, что у представителей высокогорного адаптивного типа норма реакции данного признака более широкая, чем у представителей арктического адаптивного типа.

При сравнении показателей ВСП у девушек арктического и высокогорного адаптивных типов отмечаются сходные с юношами различия по показателю SpO_2 %, но в отличие от юношей у девушек статистически значимо изменяются и показатели

ЧСС; так, данный показатель у девушек высокогорного адаптивного типа значимо выше, чем у девушек арктического адаптивного типа. Данные значения являются самыми высокими среди всех исследуемых групп. Появление аритмии в данной группе может свидетельствовать о возникающем напряжении ФСО в ходе адаптации девушек высокогорного адаптивного типа к новым для них климатогеографическим и социальным условиям существования.

Сравнительный системный анализ динамики поведения параметров вектора состояния организма у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов с учетом половых различий выявил показатели асимметрии ($гX$) и объемы квазиаттракторов (vX), ограничивающие движение ВСОЧ в ФПС.

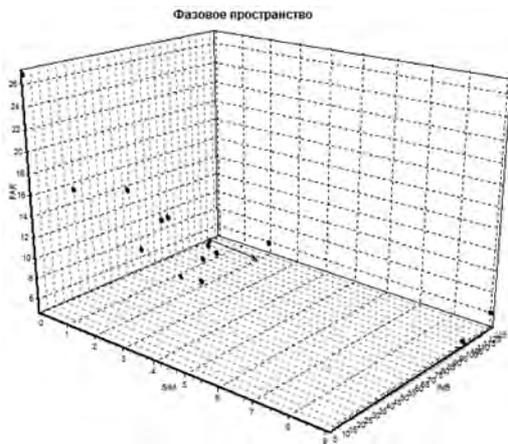
С помощью алгоритма параллельной идентификации параметров квазиаттракторов ВСО представлены данные, которые могут выделить параметры порядка, используемые для идентификации критериев, обладающих существенной значимостью при сравнительном анализе показателей ВСП у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов.

С помощью нового метода расчета матриц межаттракторных расстояний движения ВСОЧ в фазовом пространстве состояний у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов производился расчет параметров на основе попарного сравнения расстояний между центрами для всех пар квазиаттракторов движения ВСОЧ. При расчетах таблиц представлены результаты расстояний между стохастическими центрами (Z_s) и расстояний между хаотическими центрами (Z_c) квазиаттракторов движения вектора состояния показателей variability сердечного ритма у 6 групп сравнения, что показывает существенные различия в движениях ВСОЧ (расстояниях между центрами квазиаттракторов) между представителями арктического и высокогорного адаптивных типов.

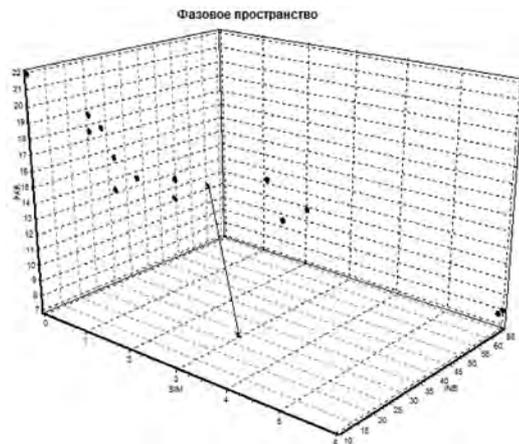
Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что показатели функциональных систем организма представителей высокогорного адаптивного типа несколько выше показателей представителей арктического адаптивного типа, что

Представители арктического адаптивного типа (ханты)

Девушки
Показатель асимметрии $rX = 18\,650,40$ у. е.
Поведение вектора состояния $vX = 4,13$ у. е.

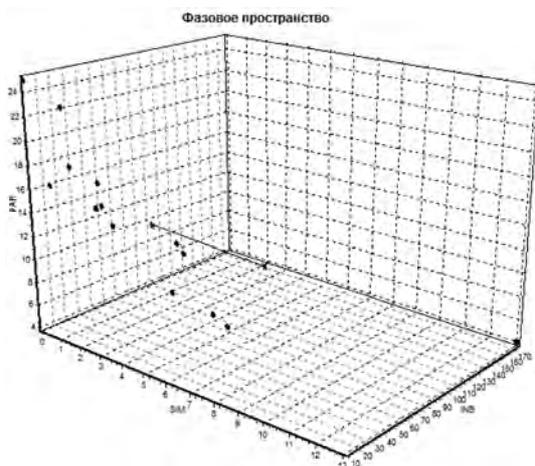


Юноши
Показатель асимметрии $rX = 2\,171,60$ у. е.
Поведение вектора состояния $vX = 0,10$ у. е.

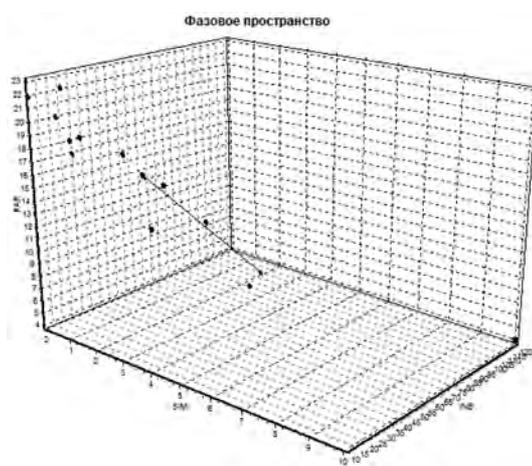


Представители высокогорного адаптивного типа (на Севере не > 3 месяцев)

Девушки
Показатель асимметрии $rX = 9\,298,20$ у. е.
Поведение вектора состояния $vX = 5,19$ у. е.

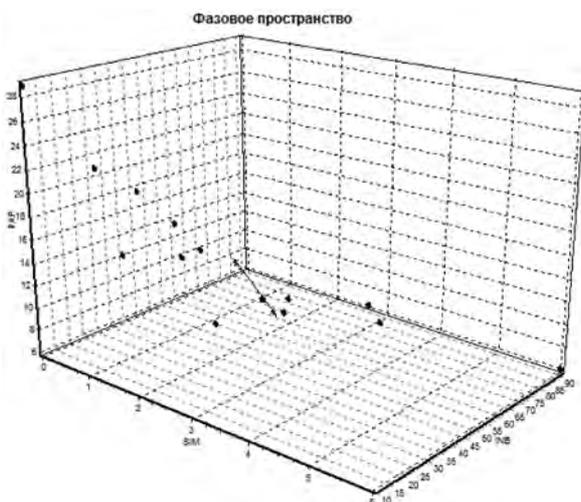


Юноши
Показатель асимметрии $rX = 2\,826,20$ у. е.
Поведение вектора состояния $vX = 2,35$ у. е.

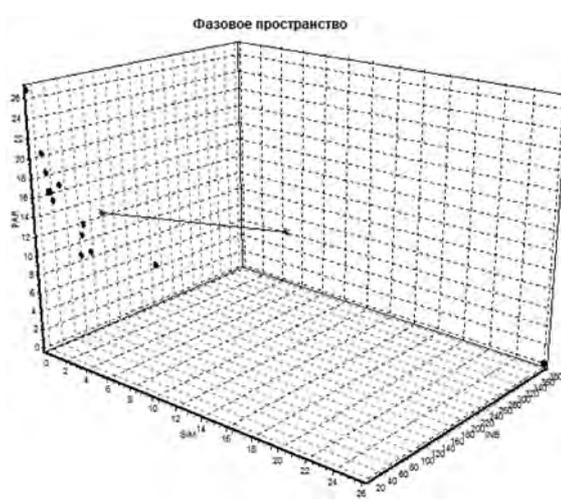


Представители высокогорного адаптивного типа (на Севере с рождения)

Девушки
Показатель асимметрии $rX = 10\,497,10$ у. е.
Поведение вектора состояния $vX = 0,48$ у. е.



Юноши
Показатель асимметрии $rX = 4\,939,90$ у. е.
Поведение вектора состояния $vX = 10,35$ у. е.



Положение квазиаттракторов вектора состояния организма девушек и юношей разных адаптивных типов в трехмерном фазовом пространстве (СИМ, ПАР, ИНБ)

свидетельствует о возникающем напряжении функциональных систем в ходе адаптации. Данный метод позволяет получить интегративные количественные результаты и выявить существенные различия в характере адаптации представителей различных адаптивных типов, а также обеспечивает выделение параметров порядка, динамика которых оказывает существенное влияние на характеристики квазиаттракторов вектора состояний организма человека.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровья человека. М. : РУДН, 2009. 34 с.
2. Ананьев В. Н., Койносов П. Г., Соснин Д. Г., Ахматов В. Н., Орлов С. А., Жвавый П. Н. Адаптация организма к воздействию низких температур. М. : Крук, 1998. 300 с.
3. Алексеева Т. И. Географическая среда и биология человека. М. : Мысль, 1977. 302 с.
4. Гавриленко Т. В., Балтикова А. А., Дегтярев Д. А., Есков В. В., Пашнин А. С. Хаотическая динамика непроизвольных движений конечности человека в 4-мерном фазовом пространстве // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2012. № 1. С. 85–93.
5. Газя Г. В., Добрынин Ю. В., Соколова А. А. Матрицы межаттракторных расстояний параметров физиологических функций организма взрослого населения ханты // Современные наукоемкие технологии. 2012. № 12. С. 26–28.
6. Есков В. М., Брагинский М. Я. и др. Представление аттрактора поведения вектора состояния динамических систем, в m-мерном фазовом пространстве // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2009616012. РОСПАТЕНТ, 2009.
7. Есков В. М., Газя Г. В., Соколова А. А. Сравнительный анализ стохастических и хаотических матриц квазиаттракторов поведения вектора состояния организма коренного и пришлого населения Югры // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11, № 3. С. 586–591.
8. Сидоров П. И., Гудков А. Б., Унгурияну Т. Н. Системный мониторинг общественного здоровья // Экология человека. 2006. № 6. С. 3–8.
9. Калакутский Л. И., Манелис Э. С. Аппаратура и методы вариационной пульсометрии. Самара : Новые Приборы, 2003. 29 с.
10. Карпин В. А., Гудков А. Б., Катюхин В. Н. Мониторинг заболеваемости коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2003. № 3. С. 3–8.
11. Нифонтова О. Л., Гудков А. Б., Щербакова А. Э. Характеристика параметров ритма сердца у детей коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2007. № 11. С. 41–44.
12. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В. Устойчивость к психоэмоциональному стрессу на Севере в зависимости от импринтированного типа адаптивного реагирования // Экология человека. 2013. № 1. С. 8–13.
13. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements). 2011. Vol. 53(12). P. 1404–1410.
14. 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, N 9. P. 1096–1100.
15. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E., Filatov M. A. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science // Journal of Biomedical Science and Engineering. 2012. Vol. 5, N 10. P. 602–607.

References

1. Agadzhanyan N. A. *Adaptatsionnaya i etnicheskaya fiziologiya: prodolzhitel'nost' zhizni i zdorov'ya cheloveka* [Adaptation and ethnic physiology: life expectancy and health of a person]. Moscow, 2009, 34 p. [in Russian]
2. Ananiev V. N., Koinosov P. G., Sosnin D. G., Akhmatov V. N., Orlov S. A., Zhvavyi P. N. *Adaptatsiya organizma k vozdeistviyu nizkikh temperatur* [Organism adaptation to the influence of low temperatures]. Moscow, 1998, 300 p. [in Russian]
3. Alekseeva T. I. *Geograficheskaya sreda i biologiya cheloveka* [Geographical environment and human biology]. Moscow, 1977, 302 p. [in Russian]
4. Gavrilenko T. V., Baltikova A. A., Degtyarev D. A., Eskov V. V., Pashnin A. S. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Sense. Postnonclassic]. 2012, no. 1, pp. 85-93. [in Russian]
5. Gazya G. V., Dobrynin Yu. V., Sokolova A. A. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high technologies]. 2012, no. 12, pp. 26-28. [in Russian]
6. Eskov V. M., Braginskii M. Ya. i dr. *Predstavlenie attraktora povedeniya vektora sostoyaniya dinamicheskikh sistem, v m-mernom fazovom prostranstve. Svidetel'stvo ob ofitsial'noi registratsii programmy dlya EVM № 2009616012* [Representation of a condition vector behavior attractor of dynamic systems, in m-dimensional phase space. Certificate on official registration of the computer program No. 2009616012]. ROSPATENT, 2009. [in Russian]
7. Eskov V. M., Gazya G. V., Sokolova A. A. *Sistemnyi analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh* [The system analysis and management in biomedical systems]. 2012, vol. 11, no. 3, pp. 586-591. [in Russian]
8. Sidorov P. I., Gudkov A. B., Unguryanu T. N. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2006, no. 6, pp. 3-8. [in Russian]
9. Kalakutskiy L. I., Manelis E. S. *Apparatura i metody variatsionnoi pul'sometrii* [Equipment and methods of variational pulsometry]. Samara, 2003, 29 p. [in Russian]
10. Karpin V. A., Gudkov A. B., Katyukhin V. N. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2003, no. 3, pp. 3-8. [in Russian]
11. Nifontova O. L., Gudkov A. B., Shcherbakova A. E. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2007, no. 11, pp. 41-44. [in Russian]
12. Khasnulin V. I., Khasnulina A. V. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, no. 1, pp. 8-13. [in Russian]
13. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states. *Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements)*. 2011, vol. 53(12), pp. 1404-1410.
14. 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, no. 9, pp. 1096-1100.
15. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E., Filatov M. A. Two types of systems and three types of paradigms in systems

philosophy and system science. *Journal of Biomedical Science and Engineering*. 2012, vol. 5, no. 10, pp. 602-607.

**COMPARATIVE ANALYSIS AND SYNTHESIS
OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM INDICATORS
OF REPRESENTATIVES OF ARCTIC AND ALPINE
ADAPTIVE TYPES**

**V. A. Karpin, O. E. Filatova, T. V. Soltys, A. A. Sokolova,
Yu. V. Bashkatova, *A. B. Gudkov**

Surgut State University

**Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia*

Parameters of the cardiovascular system of a group of individuals of the Arctic and alpine adaptive types from a position of the theory of chaos and self-organization have been studied.

It has been established that volumes of quasiattractors of a condition vector of an organism of representatives of the alpine type right after their moving to the north were higher than the volumes of the Arctic representatives. Identification of the most significant parameters (signs) of a condition vector of a human body has been made.

Keywords: quasiattractor, a condition vector of a human body, phase space of conditions

Контактная информация:

Карпин Владимир Александрович – доктор медицинских наук, доктор философских наук, профессор, зав. кафедрой терапии ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»

Адрес: 628412, Тюменская область, г. Сургут, пр. Ленина, д. 1

E-mail: kafter57@mail.ru