

УДК 57.043

ОСОБЕННОСТИ ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ КАРДИОРИТМА У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ НАРОДА
ХАНТЫ В АСПЕКТЕ ПРОГНОЗА ДОЛГОЖИТЕЛЬНОСТИ

Т.В. ГАВРИЛЕНКО, Д.А. ДЕГТЯРЕВ, В.В. ЕСЬКОВ, О.И. ХИМИКОВА, А.В. ГУДКОВ

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

Аннотация: методами теории хаоса-самоорганизации и методами классической статистики изучалось поведение вектора состояния сердечно-сосудистой системы человека. Наблюдения производились на коренных жителях Севера РФ. Методами теории хаоса-самоорганизации показаны возрастные различия в параметрах квазиаттракторов вектора состояния сердечно-сосудистой системы человека коренных жителей Севера РФ. Произведено сравнение с результатами классической статистики.

Ключевые слова: квазиаттрактор, вариабельность сердечного ритма, вектор состояния системы.

THE SPECIFICITY OF CARDIO-RHYTHM CHAOTIC DYNAMICS OF KHANTY-PEOPLE
WITH LONGLIFE PROGNOSIS PROBLEM

T.V. GAVRILENKO, D.A. DEGTYAREV, V.V. ESKOV, O.I. HIMIKOVA, A.V. GUDKOV

Surgut State University

Abstract: According to methods of the theory of chaos-selforganization and methods of classical statistics it was investigated the behavior of the human state vector of cardio-vascular system. Observations were made on the indigenous people of the North of Russian Federation. Methods of the theory of chaos-self-organization were shown the differences in the parameters of quasi-attractors of the human state vector of cardio-vascular system of the people of North of Russian Federation. Comparison was made with the results of classical statistics

Key words: quasiattractor, heart rate variability, system state vector.

Динамика численности народов ханты и манси в Югре создает определенное социальное беспокойство на отдаленную перспективу. Особенно неблагоприятный прогноз идет по продолжительности жизни и кривой смертности мужского населения не только представителей коренных народов Югры, но даже пришлое мужского населения. Более того, бытует мнение, что цивилизация, сделав доступными негативные «блага» (курение, употребление алкоголя, изменение привычного рациона пищи и т.д.), резко усугубила эту негативную картину именно для коренного населения обского Севера России.

Не менее важной проблемой старения коренного населения Югры является проблема биологического потенциала долгожительства народов ханты и манси. Иными словами, длительная адаптация к особым северным условиям не приводит ли к изменению общей продолжительности жизни на Севере России? Эта проблема имеет общебиологическое и экологическое значение для жизни всех северных народов Мира, а в аспекте возможностей глобального похолодания (как альтернатива глобального потепления) эта проблема приобретает и общемировое значение [1].

В настоящем сообщении изучаются возрастные аспекты поведения *сердечно-сосудистой системы* (ССС) коренных народов Севера России с позиций *теории хаоса-самоорганизации* – ТХС [2,3]. В частности, рассматриваются возможности использования параметров *квазиаттракторов* (КА) в поведении компонент вектора состояния ССС в фазовом пространстве состояний для оценки возрастных аспектов поведения ССС [4,5].

Объекты и методы исследования. Методами электрокардиографии и вариационной пульсографии было обследовано 192 человека – представителей народа ханты трех возрастных групп: 1-я группа 20-35 лет; 2-я группа 35-55 лет; 3-я группа 55-102 года. Использовались автоматизированные комплексы «Кадиовизор» и Элокс-01 М. Для обработки данных традиционные статистические методы и методы ТХС, которые обеспечили расчет параметров квазиаттракторов поведения *вектора состояния системы* (ВСС) в *фазовом пространстве состояний* (ФПС) [2,5]. Для этих целей динамика кардиоинтервалов быстрым преобразованием Фурье представлялась в виде амплитудно-частотной развертки и в виде фазовой плоскости, где в качестве функции $x_1=x_1(t)$ использовались сами кардиоинтервалы (как функции времени t), а вторая фазовая координата $x_2=x_2(t)=dx_1/dt$ являлась скоростью изменения $x_1(t)$.

Результаты и их обсуждение. Научная школа СурГУ выделяет класс сложных *биологических динамических систем* (БДС), к которым относятся и все *функциональные системы организма* (ФСО) человека, как *системы третьего типа* (СТТ) с особыми пятью свойствами и 13-ю отличиями от обычных систем, изучаемых в традиционном *детерминистско-стохастическом подходе* (ДСП). В рамках разрабатываемой

нами теории хаоса-самоорганизации [1,4] такие СТТ имеют компартментно-кластерное строение и особое свойство – мерцание. Это последнее свойство удовлетворяет второму постулату ТХС: конкретное значение ВСС в ФПС не имеет информационного значения (точка в ФПС не дает информации о состояниях БДС). В этом случае необходимо наблюдать ВСС за некоторый период времени T и определять области в ФПС, в пределах которых ВСС движется в ФПС. Эти области мы определяем как КА, а их параметры имеют информационное значение (их объем V_G и координаты их центра, а также положение этих КА для группы обследуемых по отношению к другой группе обследуемых) [2,3,5].

Таким образом, в ТХС мы можем определять параметры КА как для отдельных испытуемых, так и их групп и сравнивать их хаотическую динамику во времени или в ФПС. Поскольку, в рамках ТХС система регуляции кардиоритма на любом отрезке времени T_1 не может повторять динамику кардиосокращений на любом другом отрезке T_2 ($T_1 \neq T_2$) (любой отрезок, состоящий из кардиоинтервалов невоспроизводим и неповторим в принципе), то мы рассматривали кардиоритмы, как особый хаотический процесс (однако к ним нельзя применять экспоненты Ляпунова и автокорреляционные функции) и для него строили фазовые плоскости с ВСС, которые описывали особенности регуляции кардиоинтервалов $x = x(t) = (x_1, x_2)^T$, где $x_1 = x_1(t)$ параметры КИ как функции времени (получаются в результате анализа электрокардиограмм и пульсографии), а $x_2 = x_2(t) = dx_1/dt$ рассчитывает ЭВМ и строит фазовые плоскости с квазиаттракторами, которые имеют вид рис., С. В результате анализа квазиаттракторов различных возрастных групп были выявлены особенности хаотической динамики кардиоритма у возрастных групп: 20-35 лет; 35-55 лет; 55-102 года. На рис. представлены результаты исследования ССС испытуемых из двух групп на основе данных, полученных методом пульсоинтервалографии. Из рис. видно, что ССС испытуемых 1-й и 2-й группы демонстрирует довольно высокую вариабельность, что характерно практически для любого здорового (без явных патологий) человека. Подобная картина справедлива для большинства населения нашей планеты. Необходимо отметить что, у коренного населения ХМАО–Югры у подавляющего большинства (> 80%) испытуемых 2 группы на амплитудно-частотной характеристике видно, что амплитуды колебаний на низких частотах начинают доминировать и разброс частот сокращается. Это свидетельствует о снижении *вариабельности сердечного ритма* (ВСР) в среднем возрасте. Качественно хаотическую динамику работы ССС представителей 1-й и 2-й группы можно увидеть на фазовой плоскости (рис., С) в виде количественных характеристик КА V_G (значения площадей КА) конкретные значения площадей представлены в табл.2.

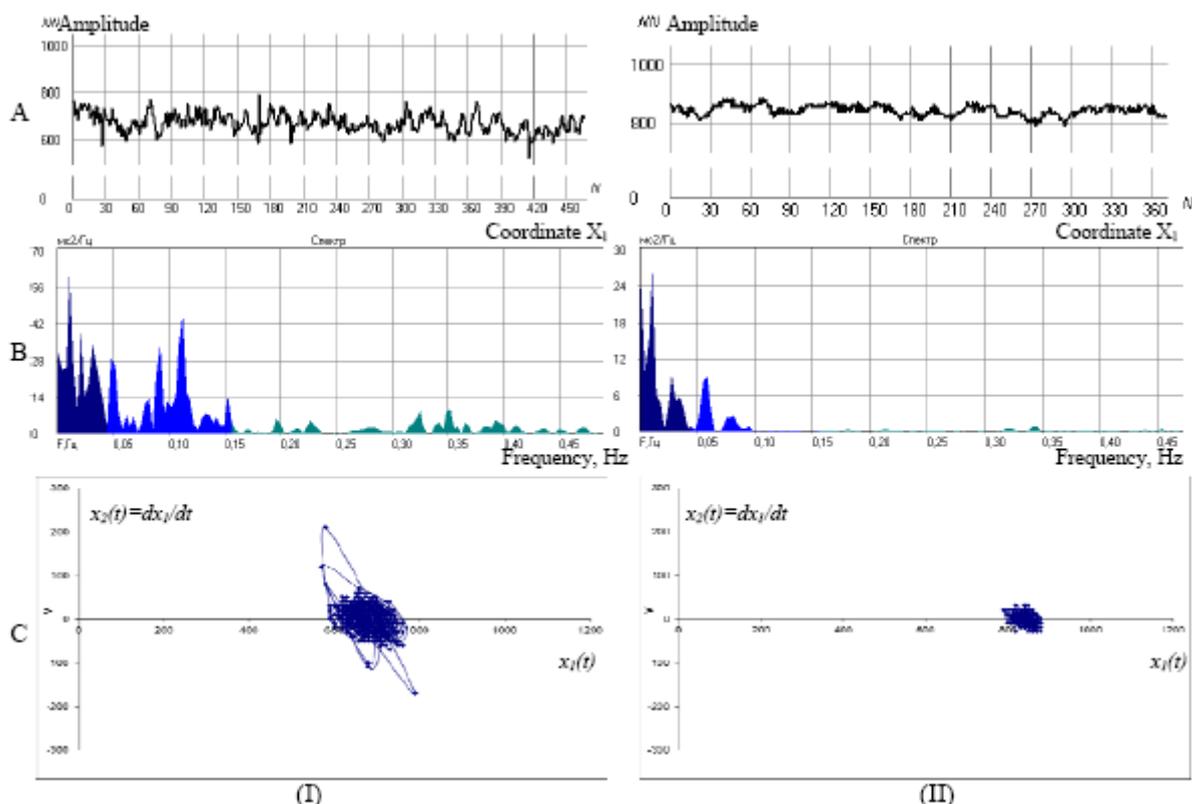


Рис. Зависимость кардиоинтервалов $x_1 = x_1(t)$ по данным пульсоинтервалографии – А, амплитудно-частотная характеристика этих же сигналов $x_1(t)$ – В, фазовый портрет сигнала x_1 на плоскости с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$ – С (для испытуемых 2-х возрастных групп): (I) испытуемая R3, возраст на момент обследования – 25 лет; (II) испытуемая R1, возраст на момент обследования – 102 лет

Средние величины параметров всего ВСС (пространство ФПС = 7), характеризующие состояние кардио-респираторной системы, приведены в табл.1. Подобные данные являются характерными для 1-й и 2-й группы испытуемых. Следует обратить внимание на значение *индекса напряженности* (ИБ) (по Р.М. Бавескому), характеризующего состояние адаптационной реакции организма в целом. Для 1-й и 2-й группы испытуемых ИБ обычно не превышает 80 ед.

Таблица 1

Статистические показатели состояния сердечно-сосудистой системы испытуемых из первой и третьей возрастных групп по результатам пульсоинтервалографии

	NN	SpO2	СИМ	ПАР	SDNN	HRV	ИБ
Испытуемая R3	665	99	4	8	36	7,0	57
Испытуемая R1	839	95	19	0	14	3,7	240

Для оценки параметров хаоса в регистрируемых сигналах в качестве сравнения с ТХС рассчитывалась энтропия Шеннона, для наглядности и возможности сопоставлений (значений энтропии и площади квазиаттракторов) в табл.2.

Таблица 2

Значения энтропии Шеннона и площадей квазиаттракторов испытуемых из первой и третьей возрастных групп

	испытуемая R3 (25 лет)	испытуемая R1 (102 года)
Площадь КА V_G (у.е.)	83600	5400
Энтропия Шеннона S_{sh}	3.4281	1.9589

Для старшей возрастной группы (55-102 г.) из рис. видно, что ССС испытуемых 3-й группы демонстрируют очень низкую ВСР, что является маркером долгожительства (и не только у народов ханты). Фактически, ритмограммы (рис., А) выстраиваются в линию, и как следствие, можно говорить о том, что сердце работает в крайне упорядоченном режиме (временные интервалы между ударами сердца практически одинаковые).

Заключение. Высокий уровень вариабельности характерен для любого человека находящегося в нормогенезе и свидетельствует о хорошем уровне адаптации сердечного ритма к возможным нагрузкам и стрессам. Практически у всех испытуемых выявлено доминирование парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, но после 55 лет картина резко меняется. Уровень вариабельности сокращается на порядок (в 10 раз и более). В старшей возрастной группе по параметрам ССС доминирует симпатический отдел вегетативной нервной системы и высокие значения ИБ. Дополнительные аппаратные исследования испытуемых 3-й возрастной группы (при условии отсутствия выраженных патологий) демонстрировали показатели соответствующие здоровым молодым людям. В этой связи, можно говорить о необходимости дополнительных исследований для переоценки показателей, характеризующих состояние здоровья испытуемых в 3-й возрастной группе и особенно при выдаче прогноза долгожительства: если в молодые годы увеличенные значения объемов КА – норма, то в старшем – это весьма тревожный диагностический признак.

Литература

1. *Еськов, В.М.* Третья парадигма / В.М. Еськов.– Самара: ООО «Офорт», 2011.– 249 с.
2. Хаотическая динамика произвольных движений конечности человека в 4-мерном фазовом пространстве / Т.В. Гавриленко [и др.] // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2012.– №1.– С. 86–94.
3. *Филатов, М.А.* Метод матриц межаттракторных расстояний в идентификации психофизиологических функций человека / М.А. Филатов, Д.Ю. Филатова, О.И. Химикова, Ю.В. Романова // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2012.– №1.– С.21–25.
4. *Еськов, В.М.* Основы биоинформационного анализа динамики микрохаотического поведения биосистем / В.М. Еськов, И.В. Буров, О.Е. Филатова, А.А. Хадарцев // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– Т.19.– №1.– С.15–18.
5. 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.