

УДК 612.79; 615.37

DOI 10.24412/2312-2935-2022-4-144-159

К ВОПРОСУ ОБ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

*А.В. Рубинский^{1,2}, В.Н. Марченко¹, А.Н. Калиниченко³, Н.О. Антипов³, В.А. Рябкова^{1,4},
Аль мажмай Н.М.Х.^{5,6}*

¹ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии, Санкт-Петербург

³ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург

⁴ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург

⁵ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород

⁶ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва

Введение. Исследование вегетативных регуляторных механизмов пациентов пожилого и старческого возраста и их взаимосвязи могут служить основой для объективной диагностики возрастной жизнеспособности. Результаты, полученные с помощью современных подходов к анализу, обработке и представлению данных имеют большой диагностический потенциал. Несмотря на это, такой большой потенциал недостаточно реализован для объективной оценки возрастной жизнеспособности, ее физического аспекта. Результаты различных исследований не согласованы между собой и требуют уточнения.

Цель выполненного исследования в совершенствовании оценки физического аспекта возрастной жизнеспособности с использованием диагностики регуляторных систем кровообращения у пациентов пульмонологического профиля пожилого возраста.

Материал и методы. Обследовали пациентов, проходящих респираторную реабилитацию пожилого возраста (60–74 лет) по классификации ВОЗ в сравнении с контрольной группой. В исследовании проводили физикальное обследование по традиционной рутинной методике с использованием спиреокардиографии (САКР) в покое и при выполнении функциональных проб.

Результаты. Анализ применения методологии оценки регуляторных систем кровообращения с использованием показателей хаотичности в физическом аспекте жизнеспособности пациентов пожилого возраста с пульмонологической патологией.

Заключение. На основе представленных результатов авторы проанализировали применение показателей корреляционной размерности и аппроксимирующей энтропии для физического аспекта жизнеспособности у пациентов пульмонологического профиля. авторы к использованию оценки функциональной напряженности систем, включающими в себя показатели вегетативной регуляции кровообращения.

Ключевые слова: жизнеспособность, пожилой возраст, физическая нагрузка, физическая реабилитация

OBJECTIVE ASSESSMENT OF VIABILITY BY INDICATORS OF VEGETATIVE REGULATION IN ELDERLY PATIENTS WITH PULMONOLOGICAL PATHOLOGY

A.V. Rubinskiy^{1,2}, V. N. Marchenko¹, A. N. Kalinichenko³, N.O. Antipov N.O.³,
V.A. Ryabkova^{1,4}, Al majmai N.M.H.^{5,6}

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University" of the Ministry of Healthcare of Russian Federation

²St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, St.Petersburg

³Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"

⁴Saint Petersburg State University, Saint-Petersburg

⁵Belgorod State National Research University, Belgorod

⁶Peoples' friendship university of Russia

Introduction. The study of vegetative regulatory mechanisms of elderly and senile patients and their interrelationships can serve as a basis for an objective diagnosis of age-related resilience. The results obtained with the help of modern approaches to data analysis, processing and presentation have great diagnostic potential. Despite this, such a great potential is not sufficiently realized for an objective assessment of age-related viability, its physical aspect. The results of various studies are not consistent with each other and require clarification.

The purpose of the performed study is to improve the assessment of the physical aspect of age-related viability using diagnostics of regulatory circulatory systems in elderly patients with a pulmonological profile.

Material and methods. Patients undergoing respiratory rehabilitation of the elderly (60-74 years old) according to the WHO classification were examined in comparison with the control group. In the study, a physical examination was performed according to a traditional routine technique using spiroarteriocardiography (SACR) at rest and when performing functional tests.

Results. Analysis of the application of the methodology for assessing the regulatory circulatory systems using indicators of randomness in the physical aspect of the viability of elderly patients with pulmonological pathology.

Conclusion. Based on the presented results, the authors analyzed the use of indicators of correlation dimension and approximating entropy for the physical aspect of viability in patients with a pulmonological profile. the authors are ready to use the assessment of the functional tension of systems, including indicators of autonomic regulation of blood circulation.

Keywords: resilience, old age, physical activity, physical rehabilitation

Введение. Жизнеспособность человека определяется во многом эффективностью регуляции работы функциональных систем организма, среди которых одной из важнейших является кардиореспираторная система [1-4]. Регуляцию вегетативных систем традиционно оценивают по работе сердечно-сосудистой системы, в частности по вариабельности сердечного ритма (ВСР). В настоящее время продолжается накопление данных по особенностям ВСР при различных заболеваниях, в том числе связанных с нарушениями вентиляции легких. Особенности взаимозависимости регуляции сердечного ритма и внешнего дыхания остается предметом изучения особенно у лиц в различные возрастные

периоды. Согласно данным литературы, у здоровых людей наблюдают корреляцию отношения основных показателей функции внешнего дыхания (ФВД) – объем форсированного выдоха (ОФВ) и функциональная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) с мощностью спектра ВСП в диапазоне высоких частот (HF) [5]. А значения ОФВ₁, ФЖЕЛ у здоровых связано как с показателем HF, так и показателем низких частот (LF), а также рядом других характеристик [6].

У пациентов пульмонологического профиля с преимущественным обструктивным компонентом (хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ)) наблюдают снижение показателей ВСП в сравнении с контрольной группой. Однако в отношении спектральных характеристик ВСП не наблюдают однозначных результатов – в разных работах указывают как на снижение спектральных характеристик LF, HF, LF/HF, так и на отсутствие статистически значимой разницы [7]. На основании вышесказанного, авторы обзора приходят к выводу, что методы нелинейной динамики все чаще используемые в других областях медицины, необходимо изучать у пациентов с пульмонологическими заболеваниями. С клинической точки зрения представляют интерес получившие подтверждение в другом систематическом обзоре сведения о том, что респираторная реабилитация и регулярная аэробная физическая нагрузка оказывают положительное влияние на показатели ВСП у пациентов пульмонологического профиля [8].

С другой стороны, изучение ВСП у пациентов пульмонологического профиля с преимущественным рестриктивным компонентом демонстрируют снижение временных показатели ВСП (SDNN, RMSSD) у больных саркоидозом легких аналогично пациентам с ХОБЛ. При этом авторами установлена изменение показателя SDNN у старших возрастных групп, а также у пациентов низкими показателями функции внешнего дыхания (ФЖЕЛ, ОФВ₁) и со снижением диффузионной способности легких (DLCO), на основании чего авторы делают вывод о прогностической ценности показателей снижения вегетативного контроля сердечной деятельности для диагностики значимости рестриктивных нарушений, повышающуюся с возрастом пациентов [9]. В другой публикации, при сравнении спектральных показателей ВСП у пациентов с идиопатическим легочным фиброзом и ХОБЛ отмечали только повышение отношения LF/HF [10]

Таким образом, согласно литературным данным вегетативная регуляция ритма сердца изменяется при заболеваниях легких, как у пациентов с обструктивным, так и рестриктивным компонентами. В ряде исследований, показатели ВСП коррелируют с

показателями ФВД, однако, однозначных результатов, как по временным, так и по спектральным показателям ВСП получить не удастся. Таким образом, целесообразно продолжать исследование ВСП методами нелинейной динамики у пациентов пульмонологического профиля с разными паттернами нарушения функции внешнего дыхания для различных возрастных периодов в сравнении с испытуемыми без пульмонологической патологии.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 31 человек, которые были разделены на две группы. Контрольную группу (К) составили 10 добровольцев, отобранных случайно из числа занимающихся оздоровительной физической культурой, которые на момент обследования не имели отягощающей соматической патологии со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем и не перенесшие в ближайшие 6 месяцев острые вирусные заболевания, которые могли бы оказать влияние на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Вторую группу составили пациенты, которые проходили обследование и лечение в пульмонологическом отделении клиники Научно-исследовательского института ревматологии и аллергологии научно-клинического исследовательского центра с различной пульмонологической патологией (ПП). В таблице 1 представлены основные данные контрольной группы и групп пациентов.

Таблица 1.

Возрастной, гендерный состав и нозологические формы исследуемых групп

<i>Группа</i>	<i>кол-во, чел</i>	<i>муж/жен, чел</i>	<i>возраст, лет</i>	<i>среднее значение возраста</i>	<i>Заболевания</i>
К	10	5/5	60–65	63,8±9,5	без отягощающей соматической патологии
ПП, из них:	21	11/10	60–70	66,79±7,92	бронхолегочная патология
- с рестриктивными нарушениями	10	2/8	60–68	66,45±6,76	саркоидоз легких
- с обструктивными нарушениями	11	4/7	61-70	67,8±8,55	хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма

Для достижения поставленной нами цели были проанализированы истории болезни пациентов или анамнез здоровых, проведено физикальное обследование по традиционной

рутинной методике обеих групп, по результатам которого пациенты включались в исследование. Критериями исключения были: наличие ограничений, преимущественно со стороны сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата для выполнения функциональных проб, на основании которых исследователь считает включение в исследование нецелесообразным, а также нежелание или неспособность предоставить подписанное письменное информированное согласие, одобренное Этическим комитетом ПСПбГМУ им. И.П.Павлова.

Для одновременной регистрации функциональных показателей дыхательной и сердечно-сосудистой системы, на основе которых рассчитаны показатели сопряженности систем, был использован комплекс «Спироартериокардиоритмограф-01» (САКР), (регистрационное удостоверение лицензирования №29/03020703/5869-04, сертификат соответствия №7569782).

Каждому обследованному проводили последовательно исследование в покое и пробу с умеренной ступенчато-возрастающей физической нагрузкой (до 80 Вт).

Для оценки динамики больших неравных инкрементов нагрузки, нарушающих линейные отношения, мы остановили свой выбор на RAMP-протоколе, предполагающем приращение нагрузки с малым шагом (10 Вт) через небольшой промежуток времени (1 мин) без достижения «устойчивого состояния» [11]. Поскольку задачей исследования было определение показателей колебательных процессов вегетативной регуляции ВСР, наступающих уже при минимизированных внешних воздействиях, мы ограничились продолжительностью нагрузочного периода в пределах 5 минут и лимитированной мощностью 80 Вт, что соответствует 3–4 МЕТ, то есть – уровню легкой или умеренной физической нагрузки [12].

Использование в данном протоколе нагрузочного тестирования и одновременной непрерывной спироартериокардиоритмографии (САКР) позволяет количественно охарактеризовать функциональную активность 3-х регуляторных систем. Так для каждого обследуемого в покое и для каждой пробы получены синхронные записи электрокардиограммы (кардиоритмография), непрерывной динамики артериального давления в пальцевой артерии по методу Пеназа и ультразвуковой пневмотахографии с функцией спирографии.

Данные условия позволяют оценить уровень хаотичности вегетативной регуляции по изменению ВСР в различных состояниях – от большей непредсказуемости в состоянии покоя

до постепенного появления ритмичности при ступенчато нарастающей физической нагрузке. Это позволяет получить оценку хаотичности у каждого испытуемого для уровня нагрузки по параметрам корреляционной размерности (КР) и аппроксимирующей энтропии (АЭ).

Применение КР позволяет посредством вероятности оценить насколько длительность двух случайных RR-интервалов будет различаться, а АЭ отражает количество ошибочно предсказанных колебаний длительности RR-интервалов во время проведения нагрузочной пробы. Оба параметра оценивают хаотичность и слаженность компонентов вегетативной регуляции.

Для регистрации данных закономерностей на подготовительном этапе массив данных освобождали от выбросов по правилу трех сигм, проверяли на соответствие нормальному закону распределения (тест Колмогорова-Смирнова). Из подготовленных таким образом данных методом Грассбергера-Прокаччия [13] для каждой ступени нагрузки отдельно исследовали КР и сортировали ступени по признаку изменчивости КР в зависимости от размерности вложения. Используемый диапазон пространства вложения составляли с шагом в 1 [14]. В качестве итогового значения корреляционной размерности принималось значение, когда данный параметр приходил в стадию насыщения и переставал изменяться.

Для определения параметра аппроксимирующей энтропии использовался метод, предложенный в работе [15]. Параметры m и r , определяющие длину участка и критерий подобности, соответственно, подбирались в соответствии исследованиям, проведенным ранее в работе [16]. Таким образом, длина участка $m = 2$, критерий подобности $r = 20\%$.

Результаты и обсуждение. После обследования пациентов для каждой из обследованных групп показатели были рассчитаны и усреднены, а результаты представлены в таблице 2.

Как видно из представленных данных (таблица 2), при проведении пробы с ФН во всех обследованных группах мы наблюдали одинаковую тенденцию к снижению для обоих параметров хаотичности: как для АЭ, так и для КР. В исходном состоянии покоя наблюдалось отсутствие статистически достоверных различий длительности RR-интервалов, АЭ и КР между обследованными группами ($p > 0.05$). В то время как в начале пробы с ФН показатель длительности RR-интервалов изменялся незначительно ($p > 0.05$), а показатели АЭ и КР снижались статистически значимо ($p < 0.001$) во всех группах обследованных. Снижение значения КР и АЭ во время пробы с физической нагрузкой в группах обследованных происходило равномерно, без статистически значимых различий ($p > 0.05$). Данный факт, на

наш взгляд, подтверждает предположение, что показатели хаотичности АЭ и КР более чувствительны к физической нагрузке, чем показатель частоты сердечных сокращений.

Таблица 2

Сравнение показателей группы пациентов с пульмонологической патологией с контрольной группой в состоянии покоя и при проведении пробы с физической нагрузкой

Группа		Состояние		RR, с	АЭ, усл.ед	КР, усл.ед.
П П	- с рестриктивными нарушениями	Покой	1	0,65±0,30	0,76±0,15	3,85±0,90
		ФН	2	0,66 ±0,14	0,40±0,16	2,21±0,40
	- с обструктивными нарушениями	Покой	3	0,65±0,30	0,72±0,08	4,35±0,90
		ФН	4	0,61 ±0,08	0,37±0,13	2,13 ±0,36
К		Покой	5	0,55±0,31	0,76±0,15	4,81±0,80
		ФН	6	0,55±0,11	0,44±0,12	2,19±0,33
Р-значение			1-3	0,5	0,23	0,11
			1-5	0,23	0,5	0,03
			3-5	0,23	0,23	0,12
			1-2	0,46	<0.001	<0.001
			3-4	0,34	<0.001	<0.001
			5-6	0,5	<0.001	<0.001
Примечание: M±SD – для выборок, согласующихся с нормальным законом распределения и t – критерий Стьюдента.						

Обращает на себя внимание динамика изменений КР в процессе выполнения пациентами пробы с физической нагрузкой. Основные отличия динамики КР между группами представлены на рисунке 1.

Как показано на графике изменения КР (рисунок 1) для обследованных групп наблюдали схожую динамику с достижением максимального значения на ступени с уровнем физической нагрузки 50 Вт. Однако в контрольной группе и группе пациентов с преимущественно рестриктивными нарушениями повышение КР было менее значительным (2,38±0,34 усл.ед и 2,85±0,49 усл.ед соответственно), в то время как для группы пациентов с обструктивными нарушениями отмечали более выраженное увеличение КР (3,10±1,03 усл.ед). На наш взгляд, это может быть связано с особенностями в реактивности вегетативных регуляторных систем у пациентов с обструктивными заболеваниями, что согласуется с результатами, полученными ранее [16]. К последней ступени с пиковой

физической нагрузкой показатель КР снижался относительно начального уровня во всех обследованных группах, но статистически незначимо (рисунок 1).

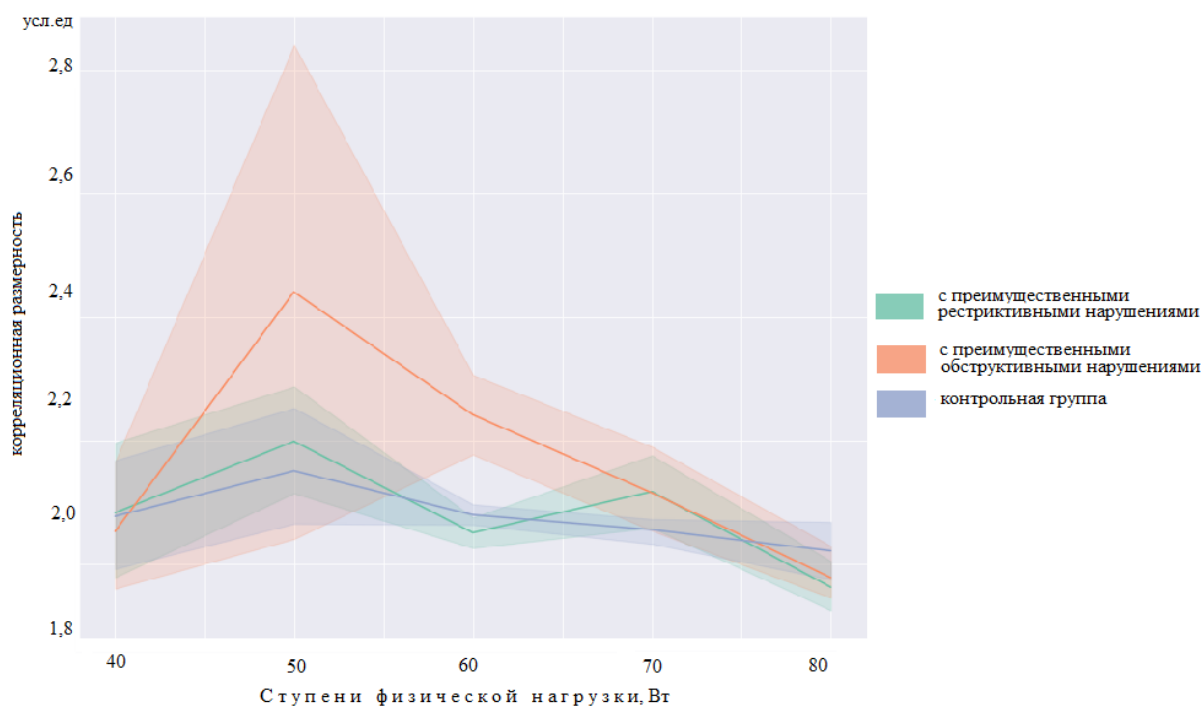


Рисунок 1. Графики динамики корреляционной размерности по ступеням физической нагрузки (с обозначением разбросов) для трех групп обследованных.

Результаты, полученные для исследования динамики АЭ в процессе проведения пробы с ФН, представлены на рисунке 2.

На основании представленного графического изображения изменения АЭ для пациентов обследованных групп, можно отметить одинаковые тенденции (рисунок 2). Показатель АЭ в контрольной группе и группах с обструктивными и рестриктивными нарушениями ($0,44 \pm 0,12$; $0,37 \pm 0,13$; $0,40 \pm 0,16$ соответственно) на ступени с минимальной физической нагрузкой увеличивался с возрастанием физической нагрузки и достигал максимума на ступени с физической нагрузкой 60 Вт для контрольной группы и группы с обструктивными нарушениями ($0,69 \pm 0,22$; $0,66 \pm 0,12$ соответственно), а для группы с рестриктивными нарушениями на ступени с физической нагрузкой 70 Вт ($0,60 \pm 0,19$). При дальнейшем росте физической нагрузки наблюдалось снижение АЭ до последней ступени с физической нагрузкой 80 Вт в контрольной группе ($0,49 \pm 0,15$) и в группах с обструктивными ($0,44 \pm 0,18$) и рестриктивными ($0,34 \pm 0,28$) нарушениями.

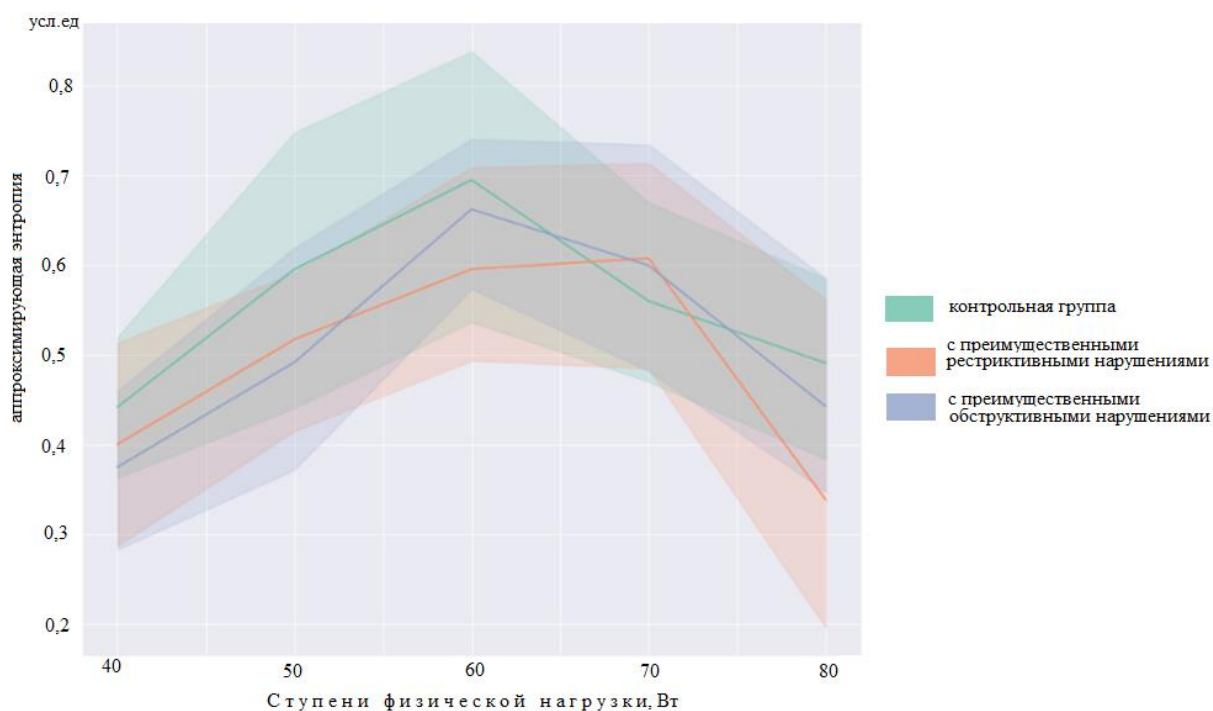


Рисунок 2. Графики динамики разброса значений аппроксимированной энтропии по степеням физической нагрузки (с обозначением разбросов) для трех групп обследованных

Анализируя представленные выше результаты, можно отметить, что по тенденции изменения КР возможно дифференцировать пациентов по особенностям динамики вегетативной регуляции в процессе проведения пробы уже при выполнении физической нагрузки на низком уровне, что имеет преимущества перед нагрузочным тестированием. В связи с этим, мы попробовали сгруппировать пациентов по типу регуляции с отнесением к одной из возможных трех групп по динамике изменчивости КР:

- 1 тип – на большинстве ступеней нагрузки;
- 2 тип – на всех ступенях нагрузки;
- 3 тип – на двух последних ступенях с высоким уровнем нагрузки.

Распределение пациентов по предложенным типам изменчивости КР для оценки вегетативной регуляции в процессе проведения пробы с физической нагрузкой представлены на рисунке 3.

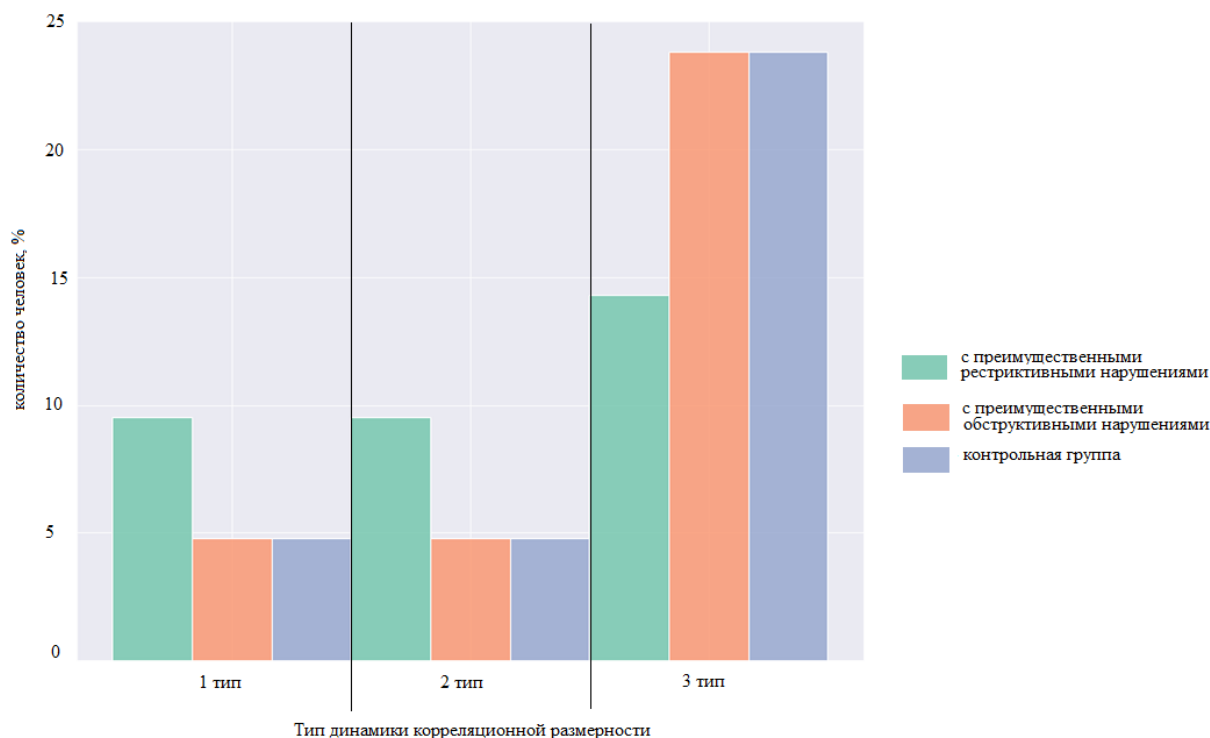


Рисунок 3. Распределение пациентов по типам изменчивости корреляционной размерности (объяснение в тексте) при проведении пробы с физической нагрузкой

Как видно из представленных данных (рисунок 3), распределение обследованных пожилых пациентов по предложенным типам изменчивости КР для контрольной группы и группы с обструктивными нарушениями совпадают. При этом отмечается статистически достоверное преобладание 3 типа (снижение изменчивости КР на последних двух ступенях нагрузки). В то время как в группе с рестриктивными нарушениями, мы наблюдали равномерное распределение пациентов по типам изменчивости КР, без достоверных различий. В связи с тем, что группы пациентов подобраны и имеют различный прогностический потенциал жизнеспособности, можно сделать предварительное заключение, что 1 и 2 типы изменчивости КР при выполнении пробы с ФН являются менее благоприятными, чем 3 тип.

Заключение. Таким образом, статья продолжает цикл публикаций для формирования предпосылок применения алгоритмов диагностики жизнеспособности пациентов пожилого и старшего возраста по особенностям вегетативной регуляции основных адаптивных систем организма. Для достижения этой цели, в статье описываем использование критериев показателей хаотичности системы вегетативной регуляции сердечного ритма. В работе исследовали два параметра хаотичности – корреляционную размерность и

аппроксимирующую энтропию, которые продемонстрировали большую чувствительность при проведении пробы с физической нагрузкой. Однако они требуют дальнейшего изучения, так как результаты, полученные как у пациентов пульмонологического профиля, так и в контрольной группе противоречивы и не демонстрируют однозначно возможности для применения исследованных параметров в практической работе. На основании полученных данных, можно сделать предварительное заключение, что из показателей хаотичности вегетативной регуляции, корреляционная размерность имеет больший диагностический потенциал, чем аппроксимирующая энтропия.

Список литературы

1. Рождественская О.А., Коршун Е.И., Почитаева И.П. [и др.]. Клеточные хроноблокаторы в мультимодальных программах профилактики преждевременного старения кардиального типа. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2020; 4:234-247.
2. Шикина И.Б., Вечорко В.И., Сергеева Ю.Б. Анализ заболеваемости населения старше трудоспособного возраста, обслуживаемого в амбулаторном центре города Москвы. *Клиническая геронтология*. 2016; 9-10:71-72.
3. Огрызко Е.В., Иванова М.А., Одинец А.В., Ваньков Д.В., Люцко В.В. Динамика заболеваемости взрослого населения острыми формами ишемической болезни сердца и смертности от них в Российской Федерации в 2012-2017 гг. *Профилактическая медицина*. 2019; 5 (22):23-26.
4. Шикина И.Б., Вардосанидзе С.Л., Сорокина Н.В., Эккерт Н.В. Проблемы лечения пациентов пожилого и старческого возраста в многопрофильном стационаре. Проблемы управления здравоохранением. 2006; 6 (31): 61-64.
5. Bianchim MS, Sperandio EF, Martinhão GS, et al. Correlation between heart rate variability and pulmonary function adjusted by confounding factors in healthy adults. *Braz J Med Biol Res*. 2016 Mar;49(3):e4435. doi: 10.1590/1414-431X20154435
6. Behera JK, Sood S, Kumar N, Sharma K, Mishra R, Roy PS. Heart rate variability and its correlation with pulmonary function test of smokers. *Heart Views*. 2013 Jan;14(1):22-5. doi: 10.4103/1995-705X.107116

7. Mohammed J, Meeus M, Derom E, Da Silva H, Calders P. Evidence for autonomic function and its influencing factors in subjects with COPD: A systematic review. *Respir Care*. 2015;60(12):1841–1851
8. Mohammed J, Derom E, Van Oosterwijck J, Da Silva H, Calders P. Evidence for aerobic exercise training on the autonomic function in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): A systematic review. *Physiotherapy*. 2017; doi: 10.1016/j.physio.2017.07.004.
9. Giallafos, E., Kouranos, V., Kalianos, A., et al. (2012). Abnormal heart rate variability in patients with sarcoidosis. *European Respiratory Journal*, 40
10. Rigatto K, Duarte AM, Mostarda C, Teixeira PZ Parasympathetic Nervous System withdrawal in patients with Interstitial Lung Disease but not in COPD patients *European Respiratory Journal* 2018 52: PA2979; DOI: 10.1183/13993003.congress-2018.PA2979
11. Функциональная диагностика: национальное руководство / под ред. Н. Ф. Берестень, В. А. Сандрикова, С. И. Федоровой - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 784 с. - ISBN 978-5-9704-4242-5 (InRussian)
12. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43(7): 1334-1359. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
13. Grassberger P. Generalized dimensions of strange attractors. *Physics Letters A*. 1983; 97(6): 227-230
14. Pincus S. M. Approximate entropy as a measure of system complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1991; 88 (6): 2297-2301
15. Pincus S. M., Huang W. M. Approximate entropy: statistical properties and applications // *Communications in Statistics-Theory and Methods*. 1992; 21 (11): 3061-3077
16. Рубинский А.В., Зарудский А.А., Прощаев К.И. [и др.]. Объективная оценка возрастной жизнеспособности по функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы у пациентов с пульмонологической патологией. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2022; 1: 154-165. DOI 10.24412/2312-2935-2022-1-159-170

References

1. Rozhdestvenskaya O.A., Korshun E.I., Pochetaeva I.P. [and others]. Kletochnye hronoblokatory v mul'modal'nyh programmah profilaktiki prezhdvremennogo stareniya kardial'nogo tipa. [Cellular chronoblocks in mulmodal programs for the prevention of premature aging of the cardiac type. *Sovremennye problemy zdavoohraneniya i medicinskoj statistiki*. [Current health and medical statistics issues]. 2020; 4:234-247. (In Russian)
2. Shikina I.B., Vechorko V.I., Sergeeva Yu.B. Analiz zaboлеваemosti naseleniya starshe trudosposobnogo vozrasta, obsluzhivaemogo v ambulatornom centre goroda Moskvy. [Analysis of the incidence of the population older than working age, served in the outpatient center of Moscow]. *Klinicheskaya gerontologiya*. [Clinical gerontology]. 2016; 9-10:71-72. (In Russian)
3. Ogryzko E.V., Ivanova MA, Odinets A.V., Vankov D.V., Lyutsko V.V. Dinamika zaboлеваemosti vzroslogo naseleniya ostrymi formami ishemicheskoy bolezni serdca i smertnosti ot nih v Rossijskoj Federacii v 2012-2017 gg. [Dynamics of adult morbidity with acute forms of coronary heart disease and mortality from them in the Russian Federation in 2012-2017]. *Profilakticheskaya medicina*. [Preventive medicine]. 2019; 5 (22):23-26. (In Russian)
4. Shikina I.B., Vardosanidze S.L., Sorokina N.V., Ekkert N.V. Problemy lecheniya pacientov pozhilogo i starcheskogo vozrasta v mnogoprofil'nom stacionare. [Problems of treatment of elderly and senile patients in a multidisciplinary hospital]. *Problemy upravleniya zdavoohraneniem*. [Health management issues]. 2006; 6 (31): 61-64. (In Russian)
5. Bianchim MS, Sperandio EF, Martinhão GS, et al. Correlation between heart rate variability and pulmonary function adjusted by confounding factors in healthy adults. *Braz J Med Biol Res*. 2016 Mar;49(3):e4435. doi: 10.1590/1414-431X20154435
6. Behera JK, Sood S, Kumar N, Sharma K, Mishra R, Roy PS. Heart rate variability and its correlation with pulmonary function test of smokers. *Heart Views*. 2013 Jan;14(1):22-5. doi: 10.4103/1995-705X.107116
7. Mohammed J, Meeus M, Derom E, Da Silva H, Calders P. Evidence for autonomic function and its influencing factors in subjects with COPD: A systematic review. *Respir Care*. 2015;60(12):1841–1851
8. Mohammed J, Derom E, Van Oosterwijk J, Da Silva H, Calders P. Evidence for aerobic exercise training on the autonomic function in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): A systematic review. *Physiotherapy*. 2017; doi: 10.1016/j.physio.2017.07.004

9. Giallafos, E., Kouranos, V., Kalianos, A., et al. (2012). Abnormal heart rate variability in patients with sarcoidosis. *European Respiratory Journal*, 40
10. Rigatto K, Duarte AM, Mostarda C, Teixeira PZ Parasympathetic Nervous System withdrawal in patients with Interstitial Lung Disease but not in COPD patients *European Respiratory Journal* 2018 52: PA2979; DOI: 10.1183/13993003.congress-2018.PA2979
11. Beresten' N.F., Sandrikov V.A., Fedorova S.I. Functional diagnostics: national guidelines [Funktional'naya diagnostika: nacional'noe rukovodstvo]. Moscow: GEOTAR-Media, 2019 (in Russian)
12. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(7): 1334-1359. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
13. Grassberger P. Generalized dimensions of strange attractors // *Physics Letters A.* 1983; 97(6): 227-230
14. Pincus S.M. Approximate entropy as a measure of system complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 1991; 88 (6): 2297-2301
15. Pincus S.M., Huang W. M. Approximate entropy: statistical properties and applications. *Communications in Statistics-Theory and Methods.* 1992; 21 (11): 3061-3077
16. Rubinskij A.V., Zarudskij A.A., Proshchaev K.I. et al. Ob"ektivnaya ocenka vozrastnoj zhiznesposobnosti po funkcional'nomu sostoyaniyu serdechno-sosudistoj sistemy u pacientov s pul'monologicheskoy patologiej [Objective assessment of age-related resilience according to the functional state of the cardiovascular system in patients with a pulmonological pathology]. *Sovremennye problemy zdavoohraneniya i medicinskoj statistiki* [Current problems of health care and medical statistics]. 2022; 1: 154-165. DOI 10.24412/2312-2935-2022-1-159-170 (In Russian)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Acknowledgments. The study did not have sponsorship.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Рубинский Артемий Владимирович - кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры медицинской реабилитации и адаптивной физической культуры федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый

Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8; старший научный сотрудник лаборатории возрастной патологии сердечно-сосудистой системы Автономная научная некоммерческая организация высшего образования Научно-исследовательский центр «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии». 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, 3, e-mail: rubinskiyav@lspbgmu.ru, ORCID: 0000-0003-1041-8745; SPIN-cod: 3020-0781

Марченко Валерий Николаевич - доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач Республики Северная Осетия – Алания, профессор кафедры терапии госпитальной с курсом аллергологии и иммунологии им. акад. М.В.Черноруцкого федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8, E-mail: marchvn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2440-7222>; SPIN-cod: 1711-4150

Калиниченко Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры биотехнических систем, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) , 197022, Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5, литера Ф, e-mail: ank-bs@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8946-2831; SPIN-код: 6810-4648

Антипов Никита Олегович - аспирант кафедры биотехнических систем, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) , 197022, Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5, литера Ф, e-mail: jobber1994@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9848-5146; SPIN-код:

Рябкова Варвара Александровна - младший научный сотрудник лаборатории мозаики аутоиммунитета, кафедра патологии медицинского факультета, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; врач-ординатор клиники НИИ РИА федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8, E-mail: varvara-ryabkova@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6973-9901; SPIN-cod: 8991-9240

Аль мажмай Нурулдин Махди Хуссейн - аспирант, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308000, Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85; ординатор, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Россия Московская область, г. Одинцово, ул. Сколковская 5Б. E-mail: almajmai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4803-5988

Information about authors

Rubinskiy Artemy V. - Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor. Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Adaptive Physical Culture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University" of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia); Senior researcher at the Laboratory of Age-related Pathology of the cardiovascular system, St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, pr. Dinamo 3, St. Petersburg, 197110, E-mail: rubinskiyav@lspbmgmu.ru, ORCID: 0000-0003-1041-8745; SPIN-cod: 3020-0781

Marchenko Valerii N. - MD, PhD, Professor Department of Hospital Therapy Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician I.P. Pavlova First St. Petersburg State Medical University» of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, FSBEI HE I.P. Pavlov SPbSMU MOH Russia, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia. Honored Doctor of the Republic of North Ossetia – Alania, e-mail: marchvn@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2440-7222>; SPIN-cod: 1711-4150

Kalinichenko Aleksandr N. - Grand Ph. D., Professor, Professor in department of biotechnical systems, Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI" (ul. Professora Popova 5, 197022 St. Petersburg, Russian Federation), e-mail: ank-bs@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8946-2831; SPIN-код: 6810-4648

Antipov Nikita O. - graduate student in department of biotechnical systems, Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI" (ul. Professora Popova 5, 197022 St. Petersburg, Russian Federation), e-mail: jobber1994@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9848-5146; SPIN-код:

Ryabkova Varvara A. junior researcher Laboratory of the Mosaic of Autoimmunity and Department of Pathology, Saint Petersburg State University, 7/9 Universitetskaya Emb., St Petersburg 199034, Russia; resident doctor research Institute of Rheumatology and Allergology Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician I.P. Pavlova First St. Petersburg State Medical University» of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, FSBEI HE I.P. Pavlov SPbSMU MOH Russia, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia. E-mail: varvara-ryabkova@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6973-9901; SPIN-cod: 8991-9240

Al majmai Nuruldin Mahdi Hussain - postgraduate student, Belgorod State National Research University. 308015, Russia, Belgorod, Pobeda street, 85; 2nd year residency, PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA, Russia Moscow region, Odintsovo, Skolkovskaya st. 5B, E-mail: almajmai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4803-5988

Статья получена: 01.07.2022 г.
Принята к публикации: 29.09.2022 г.