

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОИНТЕРВАЛОМЕТРИИ, ЭРГОРЕФЛЕКСА И ДАННЫХ 6-МИНУТНОГО ШАГОВОГО ТЕСТА У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ**© **В.Н. Абросимов**, А.В. Косяков, М.Н. ДмитриеваФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет  
им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия

**Цель.** Изучить взаимоотношение показателей кардиоинтервалометрии и эргорефлекса с показателями 6-минутного шагового теста у больных хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ). **Материалы и методы.** В исследование включено 63 пациента с ХОБЛ, 40 пациентов – контрольной группы (все – мужчины). Функциональную оценку внешнего дыхания и 6-минутный шаговый тест проводили с использованием оборудования Spiropalm 6 MWT (Cosmed, Италия). Оценка вегетативного статуса и влияние на него эргорефлекса проводили методом регистрации кардиоинтервалометрии до, во время и после пробы с внешней периферической сосудистой окклюзией на оборудовании аппаратно-программного комплекса «Варикард» (ООО «Рамена», Россия). **Результаты.** При выполнении 6-минутного шагового теста получены статистически значимые различия между группой пациентов с ХОБЛ и контрольной группой по большинству исследуемых показателей ( $p < 0,01$ ). 18 из 63 пациентов, страдающих ХОБЛ, за время проведения 6-минутного шагового теста, имели снижение уровня  $SpO_2$  на  $\geq 4\%$  ( $p < 0,01$ ). При проведении пробы с внешней периферической сосудистой окклюзией в обеих группах увеличивался индекс показателей активности регуляторных систем (ПАРС), однако после завершения пробы у больных ХОБЛ показатель уменьшался ниже первоначальных величин ( $p < 0,05$ ), а у контрольной группы изменения оказались еще более выраженными ( $p < 0,01$ ). Пациенты с ХОБЛ были разделены на группы в зависимости от расстояния, пройденного за время теста с 6-минутной ходьбой: выявлена умеренная положительная корреляция между пройденной дистанцией и объемом форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>,  $R = 0,45$ ,  $p < 0,01$ ). Максимальный уровень суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения зарегистрирован у пациентов, преодолевших за время 6-минутного шагового теста минимальное расстояние ( $227,77 \pm 48,13$  м). Также зарегистрирована умеренная отрицательная корреляция между индексом ПАРС и результатом теста с 6-минутной ходьбой ( $R = -0,34$ ,  $p < 0,01$ ). **Выводы.** 1. При проведении теста с 6-минутной ходьбой важное значение для оценки функционального статуса пациентов имеет исследование сатурации на протяжении всего теста. 2. Изменение значений индекса ПАРС при проведении пробы с внешней периферической сосудистой окклюзией можно расценивать как снижение влияния рефлекса с эргорецепторов нижних конечностей на функциональное состояние пациентов. 3. У пациентов с ХОБЛ выявлен выраженный вегетативный дисбаланс. Индекс ПАРС имеет умеренную отрицательную корреляцию с пройденным расстоянием при тесте с 6-минутной ходьбой. 4. Максимальные значения индекса ПАРС получены у пациентов с минимально пройденным расстоянием при выполнении теста с 6-минутной ходьбой.

**Ключевые слова:** ХОБЛ, 6-минутный шаговый тест, эргорефлекс, вариабельность ритма сердца, проба с внешней периферической сосудистой окклюзией.



## COMPARATIVE ANALYSIS OF PARAMETERS OF CARDIOINTERVALOMETRY, ERGOREFLEX AND DATA OF 6 MINUTE WALK TEST IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

V.N. Abrosimov, A.V. Kosyakov, M.N. Dmitrieva

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

**Aim.** To study the relationship between parameters of cardiointervalometry and ergoreflex, and 6-minute walk test data in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Materials and Methods.** The study included 103 men, of them 63 patients with COPD, 40 patients of the control group. Functional assessment of external respiration and a 6-minute walk test were performed using Spiropalm 6MWT equipment (Cosmed, Italy). The autonomic status and the influence of the ergoreflex on it were assessed by the method of cardiointervalometry before, during and after the test with external peripheral vascular occlusion using Varicard hardware and software complex (LLC Ramena, Ryazan, Russia). **Results.** When performing a 6-minute walk test, significant differences were obtained between the groups of patients with COPD and of the control group in the majority of the studied parameters ( $p < 0.01$ ). In 18 of 63 patients with COPD, the level of SpO<sub>2</sub> in 6-minute walk test decreased by  $\geq 4\%$  ( $p < 0.01$ ). The obtained result is of considerable importance for assessment of exercise tolerance in patients with COPD. In tests with external peripheral vascular occlusion in patients with COPD and of the control group, the index of activity of regulatory systems (IARS) increased in both groups. However, after completion of the test, the index in patients with COPD decreased below the initial values ( $p < 0.05$ ), and in patients of the control group the changes were even more pronounced ( $p < 0.01$ ). Patients with COPD were divided into groups depending on the distance covered in 6-minute walk test. Analysis of the data revealed a moderate positive correlation between the covered distance and the forced expiratory volume in the 1st second (FEV<sub>1</sub>,  $R = 0.45$ ,  $p < 0.01$ ). The maximum level of the total effect of the autonomic regulation of blood circulation was recorded in patients who covered the minimum distance ( $227.77 \pm 48.13$  m) in 6-minute walk test. Besides, a moderate negative correlation between IARS and the results of 6-minute test was recorded ( $R = -0.34$ ,  $p < 0.01$ ). **Conclusions.** 1. For assessment of the functional status of patients in 6-minute walk test it is important to take measurement of saturation throughout the whole test. 2. The change in IARS values in the test with external peripheral vascular occlusion can be regarded as a reduction of the influence of reflex from the lower limb ergoreceptors on the functional condition of patients. 3. Patients with COPD showed a marked autonomic imbalance. IARS showed a moderate negative correlation with the distance covered in 6-minute walk test. 4. Maximum value of IARS was obtained in patients with the minimal distance covered in 6-minute walk test.

**Keywords:** COPD, 6-minute walk test, ergoreflex, heart rate variability, test with external peripheral vascular occlusion.

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является серьезной проблемой здравоохранения. Заболевание значительно ухудшает качество жизни пациентов. Снижается ежедневная активность, уменьшается уровень физической трудоспособности, изменяется эмоцио-

нальный статус. Клинические проявления заболевания, такие как одышка, слабость респираторной и периферической мускулатуры, ведут к снижению толерантности к физическим нагрузкам [1,2].

Для верификации диагноза берут за основу показатель, отражающий отноше-

ние объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ<sub>1</sub>) к форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) после применения бронходилатирующего средства. Показатель <70% отражает бронхиальную обструкцию [3]. Диагностическая ценность значения ОФВ<sub>1</sub> не подвергается сомнению, но данный показатель недостаточно коррелирует с тяжестью течения ХОБЛ [4].

Наряду с нарушениями в системе дыхания, у пациентов с ХОБЛ часто отмечают внелегочные изменения, проявляющиеся снижением физической активности пациента [5,6]. Неоднократно поднимался вопрос негативного влияния малоподвижного образа жизни на физическое и психическое состояние человека [7]. Толерантность к физической нагрузке оценивают, прибегая к тестам с физической нагрузкой, путем анализа параметров, отражающих возможность пациентом выполнять физическую работу [8].

Наиболее распространенным нагрузочным тестом является 6-минутный шаговый тест. Его применяют для определения функционального статуса пациентов с заболеваниями органов дыхания, оценки эффективности лечения и с прогностической целью. Важным является оценка сатурации до и после проведения 6-минутного шагового теста. Анализ сатурации во время 6-минутного шагового теста включен в рекомендации Российского респираторного общества как метод дополнительного подтверждения диагноза ХОБЛ [9,10].

В литературе имеются данные, отражающие изменения при исследовании вариабельности сердечного ритма (ВСР) у людей с различными заболеваниями, однако мало информации по оценке вегетативного статуса у пациентов с ХОБЛ [11,12]. Одной из методик оценки вегетативного статуса является метод анализа ВСР. Применяя ВСР, несложно оценить нейрогуморальную регуляцию сердечно-сосудистой системы (ССС), активность вегетативной нервной системы (ВНС) [13]. У больных ХОБЛ выражен вегетативный дисбаланс, проявляющийся ступенчатым

уменьшением активности парасимпатического отдела ВНС в течение суток. Отмечено уменьшение всех временных показателей на кардиоинтервалограмме (КИГ) у большинства пациентов ХОБЛ [11,14].

В исследованиях М. Paganì, et al. (1997) доказана связь между ВСР и степенью бронхиальной обструкции у больных бронхиальной астмой (БА) – значительное снижение показателей ВСР: общей мощности спектра, показателей низких частот (англ. – *low frequency*, LF), высоких частот (англ. – *high frequency*, HF). Уменьшение HF (мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности) трактуется как результат превалирования симпатического отдела ВНС, с уменьшением влияния на сердце парасимпатического отдела [15]. Снижение LF (мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности) происходит вследствие увеличения активности симпатического отдела ВНС, т.к. этот показатель отражает состояние регуляции сосудистого тонуса. Изменение соотношения LF/HF говорит о вегетативном дисбалансе с преобладанием симпатического отдела ВНС. Эти изменения, возможно, связаны с увеличением частоты дыхательных движений (ЧДД) [16].

В исследовании О.В. Пилясовой с соавт. (2008) обнаружены умеренные связи значения пиковой скорости выдоха за 1 сек. с показателями SDNN (англ. – *Standard Deviation of Normal to Normal R-R Intervals*, стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов), LF/HF, LF и умеренная связь отношения ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ с величиной суммарной мощности спектра, что в итоге подтверждает взаимосвязь между регуляцией ВНС и показателями функции внешнего дыхания [17].

В настоящее время уделяют большое внимание системным эффектам ХОБЛ, функциональному нарушению периферической мускулатуры. В связи с этим представляет интерес изучение эргорефлекса [18]. Эргорефлекс – один из рефлекторных механизмов, регулирующих адаптацию респираторной и сердечно-сосудистой сис-

тем к потребностям организма и поддерживающих его гомеостаз [19]. Мышечные рецепторы являются афферентными рецепторами, чувствительными к продуктам метаболизма скелетных мышц. Активация этих рецепторов была объектом исследования M. Pieroli, et al. (1997) у пациентов с хронической сердечной недостаточностью, где метаболические нарушения в скелетных мышцах, ранний ацидоз и накопление каталитов при работе мышц могли инициировать их повышенную активность [20].

Активация эргорефлекса представляется положительным механизмом компенсации для поддержания стабильного гомеостаза. У пациентов с хроническими заболеваниями дыхательной и сердечно-сосудистой систем чрезмерная активация эргорефлекса рассматривается как стойкий

источник усиления влияния симпатического отдела ВНС [21].

*Цель* – изучить взаимоотношение показателей кардиоинтервалометрии и эргорефлекса с показателями 6-минутного шагового теста у больных ХОБЛ.

#### Материалы и методы

Обследовано 103 пациента мужского пола: 63 больных ХОБЛ (средний возраст  $65,8 \pm 8,6$  лет), 40 практически здоровых добровольца (средний возраст  $59,8 \pm 11,3$  лет). В исследование не включались лица с декомпенсацией хронических заболеваний, серьезной органической патологией ССС (нарушения сердечного ритма и проводимости, сосудистые катастрофы в анамнезе).

Сопоставление двух групп по возрасту, показателям ОФВ<sub>1</sub> и ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ представлено в таблице 1.

Таблица 1

#### Сравнительная исходная клиническая характеристика больных ХОБЛ и контрольной группы

	Пациенты ХОБЛ (n=63)	Контрольная группа (n=40)
Возраст, лет	$65,73 \pm 8,56$	$59,13 \pm 11,24$
ОФВ <sub>1</sub> , л	$1,57 \pm 0,65^*$	$3,38 \pm 0,68$
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ, %	$49,85 \pm 14,71^*$	$78,89 \pm 6,90$

*Примечания:* \* –  $p < 0,05$  в сравнении с результатами контрольной группы

Все исследуемые были подробно проинструктированы о целях и задачах исследования, на их вопросы были даны подробные объяснения, после чего было подписано Информированное согласие. Исследование одобрено на заседании №3 (09 ноября 2016 г.) ЛЭК при ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России.

Исследование функциональных возможностей системы дыхания пациентов осуществлялось согласно стандартам ATS/ERS (Series «ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing», 2005) [22] и рекомендациям РРО (Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии, 2014)

[23] на оборудовании Spiropalm 6MWT (Cosmed, Италия). За 12 часов до обследования пациенты воздерживались от применения коротко и длительно действующих бронходилататоров.

Тест с 6-минутной ходьбой проводили в соответствии с Клиническими рекомендациями Американского торакального общества (2014) [24]. Каждому исследуемому предварительно была проведена спирометрия.

Влияние эргорефлекса оценивали методом регистрации кардиоинтервалометрии на оборудовании аппаратно-программного комплекса «Варикард» (ООО «Рамена», Рязань, Россия). Запись показателей проводили трехкратно: исходный фон в течение 5 мин в положении

лежа на спине в состоянии расслабленного бодрствования до пробы с внешней периферической сосудистой окклюзией; во время наложения манжет на бедра нижних конечностей – в течение 3 минут; и восстановительный период – 5 минут. Одновременно регистрировали ЧДД.

Изучались показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), уд./мин; ЧДД, в мин., SDNN, мс; RMSSD (англ. – *the Root Mean Square of Successive Heart Beat Interval Differences*, корень квадратный из средней суммы разности квадратов соседних интервалов R-R), мс; HF, %; LF, %; VLF (англ. – *Very Low Frequency*, очень низкочастотные медленные волны), %; LF/HF (отношение мощности в диапазоне низких частот к высоким частотам). Математический анализ кардиоинтервалограммы проводили с использованием лицензионного программного обеспечения «ИС-КИМ» (ООО «Рамена», Рязань, Россия).

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью лицензионного пакета прикладных статистических программ Excel 2010 (Microsoft Corporation, США) и Statistica 10 (Stat Soft Inc., США). С целью определения соответствия переменной нормальному распределению применялся критерий Колмогорова-Смирнова. Результаты представлены в виде среднего значения (M) ± стандартное отклонение (σ). Количественные признаки, не соответствующие нормальному распределению представлены в виде медианы и интерквартильного размаха: Me [Q25;Q75]. Статистически значимыми считались различия при вероятности ошибочного суждения  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

При выполнении 6-минутного шагового теста в группе больных ХОБЛ и в контрольной группе получены следующие данные: дистанция, пройденная за 6 минут:  $424,70 \pm 162,46$  м и  $679,41 \pm 136,42$  м соответственно; исходный уровень одышки по шкале Борг:  $2,29 \pm 1,44$  и  $0,28 \pm 0,13$  соответственно; уровень одышки при завершении 6-минутного шагового теста по шкале Борг:  $5,73 \pm 1,71$  и  $1,41 \pm 1,12$  соответ-

ственно; исходный уровень мышечной слабости по шкале Борг  $1,16 \pm 0,35$  и  $0,21 \pm 0,21$  соответственно; уровень мышечной слабости при завершении 6-минутного шагового теста по шкале Борг:  $3,10 \pm 1,80$  и  $0,61 \pm 0,17$  соответственно ( $p < 0,01$  для всех перечисленных сопоставлений).

Показатели сатурации (SpO<sub>2</sub>) у пациентов ХОБЛ и контрольной группы составили: исходный уровень:  $93,78 \pm 3,12\%$  и  $95,91 \pm 1,54\%$  соответственно ( $p < 0,01$ ), по завершении 6-минутного шагового теста:  $91,53 \pm 5,23\%$  и  $95,50 \pm 2,08\%$  соответственно ( $p < 0,01$ ). 18 из 63 пациентов, страдающих ХОБЛ, за время проведения 6-минутного шагового теста, имели снижение уровня SpO<sub>2</sub> на  $\geq 4\%$  ( $p < 0,01$ ).

При проведении пробы с внешней периферической сосудистой окклюзией по данным кардиоинтервалографии получены следующие результаты (табл. 2).

У пациентов с ХОБЛ увеличивался индекс показателей активности регуляторных систем (индекс ПАРС). После завершения пробы показатель уменьшался ниже первоначальных величин. Получена статистически достоверная разница между иПАРС во время исследования и периодом восстановления ( $p < 0,05$ ).

В большей степени аналогичные изменения наблюдались у обследуемых контрольной группы. Выявлены статистически значимые различия между иПАРС во время исследования и периодом восстановления ( $p < 0,01$ ).

Таким образом, исследуемые переходили из группы с выраженным напряжением регуляторных систем (индекс ПАРС 4-6) в группу пациентов с умеренным напряжением регуляторных систем (индекс ПАРС 3-4). По полученным данным можно предположить гиперактивность эргорефлекса с нижних конечностей у пациентов с ХОБЛ (дельта суммарного изменения индекса ПАРС при пробе с периферической внешней сосудистой окклюзией у группы контроля превышала дельту суммарного изменения индекса ПАРС в группе пациентов с ХОБЛ).

Таблица 2

**Сравнительный анализ ВСР у больных ХОБЛ и контрольной группы**

Показатель	ХОБЛ (n=63)			Контрольная группа (n=40)		
	Исходно	Во время исследования	В период восстановления	Исходно	Во время исследования	В период восстановления
ЧСС, уд/мин	72,47±11,04#	72,27±10,77*^	71,36±10,47	69,07±9,64	70,05±9,66	68,21±8,91
ЧДД, в мин	15,53±4,49	15,90±4,53	16,13±4,62	13,57±4,27	17,48±4,34	13,28±3,99
Индекс ПАРС	5,28±1,81*	5,61±2,03*^	4,92±1,96	4,76±1,74	5,15±1,74*^	4,02±1,74
RMSSD, мс	24,0	30,0	28,0	15,5	15,0	17,5
Me [Q1;Q3]	[13,0;71,0]*	[11,0;62,0]	[13,0;79,0]	[10,0;26,5]	[10,0;26,5]	[10,5;28,0]
SDNN, мс	28,0	28,0	33,0	22,5	26,0	27,5
Me [Q1;Q3]	[17,0;57,0]* #	[18,0;52,0] *^	[23,0;55,0]	[17,0;35,0]#	[16,5;37,0]	[19,5;37,0]
HF, %	47,50±25,23*	49,01±27,07	45,52±25,89	34,94±20,85	32,90±22,96	28,68±16,47
LF, %	28,67±14,93*	30,29±16,50	28,80±15,01	35,73±14,97	39,52±16,90	36,54±11,14
VLF, %	23,82±17,67	20,36±17,61*^	25,67±17,47	29,32±16,23#	27,58±17,81*^	34,52±14,70
LF/HF	0,65	0,62	0,65	1,17	1,77	1,20
Me [Q1;Q3]	[0,25;1,39]	[0,27;1,70]	[0,31;1,66]	[0,58;2,59]	[0,76;2,92]	[0,84;2,38]

*Примечания:* \* –  $p < 0,05$  в сравнении с результатами контрольной группы, \*^ –  $p < 0,05$  в сравнении данных во время исследования и в период восстановления, # –  $p < 0,05$  в сравнении исходных данных и периода восстановления

Далее пациенты с ХОБЛ были разделены на группы в зависимости от расстояния, которое они преодолевали за время 6-минутного шагового теста. При анализе данных пройденного расстояния за время 6-минутного шагового теста и показателей ОФВ<sub>1</sub> выявлена умеренная положительная корреляция ( $R=0,48$ ,  $p < 0,01$ ). Полученные результаты отражают зависимость расстояния, пройденного за время 6-минутного шагового теста от функционального статуса пациента, в случае ХОБЛ – от функции внешнего дыхания.

С усилением степени тяжести ХОБЛ увеличивается активность парасимпатического звена регуляции ВНС. Максимальный уровень суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения зарегистрирован у пациентов, преодолевших за время 6-минутного шагового теста минимальное расстояние (227,77±48,13 м). Отмечено достоверное усиление степени одышки и мышечной слабости в нижних конечностях, у пациентов, преодолевших минимальное расстояние за время теста с

6-минутной ходьбой по сравнению с пациентами, имеющими больший уровень толерантности к физической нагрузке ( $p < 0,05$ ). По показателям ЧДД достоверных различий между группами больных с ХОБЛ не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Индекс ПАРС имеет умеренную отрицательную корреляцию с пройденным расстоянием при тесте с 6-минутной ходьбой ( $R=-0,34$ ,  $p < 0,01$ , рис. 1). Другими словами, максимальный индекс ПАРС 6,23±1,8 усл.ед. получен у пациентов с минимально пройденным расстоянием за время 6-минутного шагового теста – 227,77±48,13 м; минимальный индекс ПАРС 4,36±1,7 усл.ед. получен у пациентов с максимально пройденным расстоянием – 690,82±92,69 м.

**Выводы**

1. При проведении теста с 6-минутной ходьбой у больных с хронической обструктивной болезнью легких важное значение имеет исследование сатурации на протяжении всего теста для оценки функционального статуса пациентов.

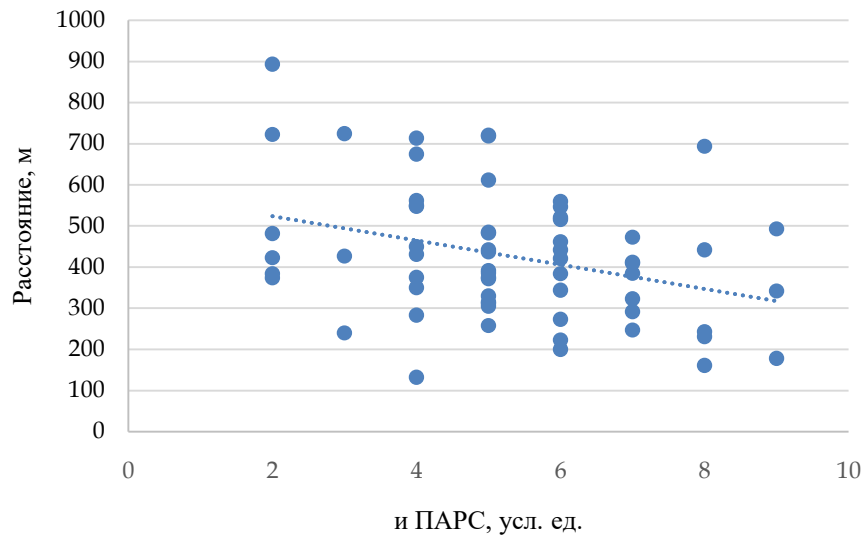


Рис. 1. Корреляционный анализ между результатом 6-минутного шагового теста и индексом ПАРС у больных ХОБЛ

2. Изменение значений индекса ПАРС при проведении пробы с внешней периферической сосудистой окклюзией можно расценивать как снижение влияния рефлекса с эргорецепторов нижних конечностей на функциональное состояние пациентов.

3. У пациентов с хронической обструктивной болезнью легких выявлен вы-

раженный вегетативный дисбаланс – индекс ПАРС имеет умеренную отрицательную корреляцию с пройденным расстоянием при тесте с 6-минутной ходьбой.

4. Максимальные значения ПАРС получены у пациентов с минимально пройденным расстоянием при выполнении теста с 6-минутной ходьбой.

#### Литература

1. Troosters T., Molen T., Polkey M., et al. Improving physical activity in COPD: Towards a new paradigm // *Respiratory Research*. 2013. Vol. 14, №1. P. 115. doi:10.1186/1465-9921-14-115
2. Кубажи Х., Магхрауи У., Ракита Д.Р., и др. Качество жизни больных хронической обструктивной болезнью легких в сочетании с ишемической болезнью сердца // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2012. Т. 20, №3. С. 87-93.
3. Низов А.А., Ермачкова А.Н., Абросимов В.Н., и др. Ведение больных ХОБЛ: роль оценки заболевания в реальной клинической практике // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2018. Т. 6, №3. С. 429-438. doi:10.23888/HMJ201863429-438
4. Jones P.W., Agustí A.G.N. Outcomes and markers in the assessment of chronic obstructive pulmonary disease // *European Respiratory Journal*. 2006. Vol. 27, №4. P. 822-832. doi:10.1183/09031936.06.00145104
5. Vestbo J., Hurd S.S., Agustí A.G., et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2013. Vol. 187, №4. P. 347-365. doi:10.1164/rccm.201204-0596PP
6. Hernandez N.A., Teixeira D.C., Probst V.S., et al. Profile of the level of physical activity in the daily lives of patients with COPD in Brazil // *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2009. Vol. 35, №10. P. 949-956. doi:10.1590/S1806-37132009001000002
7. Owen N., Healy G.N., Matthews C.E., et al. Too Much Sitting: the Population Health Science of Sedentary Behavior // *Exercise and Sports Science Reviews*. 2010; Vol. 38, №3. P. 105-113. doi:10.1097/JES.0b013 e3181e373a2
8. Caspersen C.J., Powell K.E., Christenson G.M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research // *Public Health Reports*. 1985. Vol. 100, №2. P. 126-131. doi:10.2307/20056429
9. Dogra A.C., Gupta U., Sarkar M., et al. Six-minute walk work in patients with chronic obstructive pulmonary disease // *International Journal of Research in Medical Sciences*. 2014. Vol. 2, №4.

- P. 1283-1288. doi:10.5455/2320-6012.ijrms20141101
10. Sally J.S., Milo A.P., Vasileios A., et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease // *European Respiratory Journal*. 2014. Vol. 44. P. 1447-1478. doi:10.1183/09031936.00150414
  11. Camillo C.A., Pitta F., Possani H.V., et al. Heart Rate Variability and Disease Characteristics in Patients with COPD // *Lung*. 2008. Vol. 186, №6. P. 393-401. doi:10.1007/s00408-008-9105-7
  12. Макаров Л.М. Особенности использования анализа variability ритма сердца у больных с болезнями сердца // *Физиология человека*. 2002. Т. 28, №3. С. 65-68.
  13. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика // *Клиническая информатика и телемедицина*. 2004. Т. 1, №1. С. 54-64.
  14. Акрамова Э.Г. Особенности временных показателей variability ритма сердца при хронической обструктивной болезни легких // *Казанский медицинский журнал*. 2012. Т. 93, №2. С. 172-177.
  15. Pagani M., Lucini D., Pizzinelli P., et al. Effects of aging and of chronic obstructive pulmonary disease on RR interval variability // *Journal of the Autonomic Nervous System*. 1996. Vol. 59, №3. P. 125-132. doi:10.1016/0165-1838(96)00015-X
  16. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., и др. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // *Вестник аритмологии*. 2001. №24. С. 65-87.
  17. Пилясова О.В., Стаценко М.Е. Особенности variability сердечного ритма у больных артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью легких // *Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН*. 2008. №4 (20). С. 41-43.
  18. Agustí A., Calverely P.M.A., Celli B., et al. Characterization of COPD heterogeneity in the ECLIPSE cohort // *Respiratory Research*. 2010. Vol. 11. P. 122. doi:10.1186/1465-9921-11-122
  19. Ponikowski P.P., Chua T.P., Francis D.P., et al. Muscle Ergoreceptor Overactivity Reflects Deterioration in Clinical Status and Cardiorespiratory Reflex Control in Chronic Heart Failure // *Circulation*. 2001. Vol. 104, №19. P. 2324-2330. doi:10.1161/hc4401.098491
  20. Piepoli M., Clark A. L., Volterrani M., et al. Contribution of muscle afferents to the hemodynamic, autonomic and ventilatory responses to exercise in patients with chronic heart failure: effects of physical training // *Circulation*. 1996. Vol. 93, №5. P. 940-952.
  21. Schmidt H., Francis D., Rauchhaus M., et al. Chemo- and ergoreflexes in health, disease and ageing // *International Journal of Cardiology*. 2005. Vol. 98, №3. P. 369-378. doi:10.1016/j.ijcard.2004.01.002
  22. Miller M.R., Crapo R., Hankinson J., et al.; Brusasco V., Crapo R., Viegi G. editors. Series «ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing»: General considerations for lung function testing // *European Respiratory Journal*. 2005. Vol. 26, №1. P. 153-161. doi:10.1183/09031936.05.00034505
  23. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Чикина С.Ю., и др. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии // *Пульмонология*. 2014. №6. С. 11-23. doi:10.18093/0869-0189-2014-0-6-11-24
  24. Holland A.E., Spruit M.A., Troosters T., et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease // *European Respiratory Journal*. 2014. Vol. 44. P. 1428-1446. doi:10.1183/09031936.00150314

### References

1. Troosters T, Molen T, Polkey M, et al. Improving physical activity in COPD: Towards a new paradigm. *Respiratory Research*. 2013;14(1):115. doi:10.1186/1465-9921-14-115
2. Koubaji K, Maghraoui W, Rackita DR, et al. The life quality of patients with chronic obstructive pulmonary disease combined with ischemic heart disease. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2012;20(3):87-93. (In Russ).
3. Nizov AA, Ermachkova AN, Abrosimov VN, et al. Management of patients with COPD: role of evaluation of disease in real clinical practice. *Nauka molodykh (Eruditio Juvenium)*. 2018;6(3):429-38. (In Russ). doi:10.23888/HMJ201863429-438
4. Jones PW, Agusti AGN. Outcomes and markers in the assessment of chronic obstructive pulmonary disease. *European Respiratory Journal*. 2006;27(4):822-32. doi:10.1183/09031936.06.00145104
5. Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2013;187(4):347-65. doi:10.1164/rccm.201204-0596PP
6. Hernandez NA, Teixeira DC, Probst VS, et al. Profile of the level of physical activity in the daily lives of patients with COPD in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2009;35(10):949-56. doi:10.1590/S1806-37132009001000002
7. Owen N, Healy GN, Matthews CE, et al. Too Much Sitting: the Population Health Science of Sedentary Behavior. *Exercise and Sports Science Reviews*. 2010;38(3):105-13. doi:10.1097/JES.0b013e3181e373a2
8. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*. 1985;100(2):126-31. doi:10.2307/20056429
9. Dogra AC, Gupta U, Sarkar M, et al. Six-minute walk work in patients with chronic obstructive



- pulmonary disease. *International Journal of Research in Medical Sciences*. 2014;2(4):1283-8. doi:10.5455/2320-6012.ijrms20141101
10. Sally JS, Milo AP, Vasileios A, et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal*. 2014; 44:1447-78. doi:10.1183/09031936.00150414
  11. Camillo CA, Pitta F, Possani HV, et al. Heart rate variability and disease characteristics in patients with COPD. *Lung*. 2008;186(6):393-401. doi:10.1007/s00408-008-9105-7
  12. Makarov LM. Osobennosti ispol'zovaniya analiza variabel'nosti ritma serdtsa u bol'nykh s bolezniami serdtsa. *Fiziologiya cheloveka*. 2002;28(3):65-8. (In Russ).
  13. Baevsky RM. The analysis of heart rate variability: history and philosophy, theory and practice. *Clinical Informatics and Telemedicine*. 2004;1(1): 54-64. (In Russ).
  14. Akramova EG. The features of time characteristics of heart rate variability in chronic obstructive pulmonary disease. *Kazan Medical Journal*. 2012; 93(2):172-7. (In Russ).
  15. Pagani M, Lucini D, Pizzinelli P, et al. Effects of aging and of chronic obstructive pulmonary disease on RR interval variability. *Journal of the Autonomic Nervous System*. 1996;59(3):125-132. doi:10.1016/0165-1838(96)00015-X
  16. Bayevsky RM, Ivanov GG, Chireykin LV, et al. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem (metodicheskiye rekomendatsii). *Vestnik aritmologii*. 2001;24:65-87. (In Russ).
  17. Pilyasova OV, Statsenko ME. Osobennosti variabel'nosti serdechnogo ritma u bol'nykh arterial'noy gipertenziyey i khronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkikh. *Byulleten' Volgogradskogo nauchnogo tsentra RAMN*. 2008;4(20):41-3. (In Russ).
  18. Agusti A, Calverely PMA, Celli B, et al. Characterization of COPD heterogeneity in the ECLIPSE cohort. *Respiratory Research*. 2010;11:122. doi:10.1186/1465-9921-11-122
  19. Ponikowski PP, Chua TP, Francis DP, et al. Muscle Ergoreceptor Overactivity Reflects Deterioration in Clinical Status and Cardiorespiratory Reflex Control in Chronic Heart Failure. *Circulation*. 2001; 104(19):2324-30. doi:10.1161/hc4401.098491
  20. Piepoli M, Clark AL, Volterrani M, et al. Contribution of muscle afferents to the hemodynamic, autonomic and ventilatory responses to exercise in patients with chronic heart failure: effects of physical training. *Circulation*. 1996;93(5):940-52.
  21. Schmidt H, Francis D, Rauchhaus M, et al. Chemo- and ergoreflexes in health, disease and ageing. *International Journal of Cardiology*. 2005;98(3):369-78. doi:10.1016/j.ijcard.2004.01.002
  22. Miller M.R., Crapo R., Hankinson J., et al.; Brusasco V., Crapo R., Viegi G. editors. Series «ats/ers task force: standardisation of lung function testing»: General considerations for lung function testing. *European Respiratory Journal*. 2005;26(1): 153-61. doi:10.1183/09031936.05.00034505
  23. Chuchalin AG, Aysanov ZR, Chikina SYu, et al. Federal guidelines of Russian Respiratory Society on spirometry. *Russian Pulmonology*. 2014;6:11-23. (In Russ). doi:10.18093/0869-0189-2014-0-6-11-24
  24. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal*. 2014;44:1428-46. doi:10.1183/09031936.00150314

#### Дополнительная информация [Additional Info]

**Источник финансирования.** Бюджет ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России. [Financing of study. Budget of Ryazan State Medical University.]

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить, в связи с публикацией данной статьи. [Conflict of interests. The authors declare no actual and potential conflict of interests which should be stated in connection with publication of the article.]

**Участие авторов.** [Абросимов В.Н.] – концепция и дизайн исследования, редактирование, Косяков А.В. – сбор и обработка материала, написание и перевод текста, статистическая обработка, Дмитриева М.Н. – статистическая обработка. [Participation of authors. [V.N. Abrosimov] – concept and design research, editing, A.V. Kosyakov – collection and processing of material, writing and translation of the text, statistical processing, M.N. Dmitrieva – statistical processing.]

#### Информация об авторах [Authors Info]

[Абросимов Владимир Николаевич] – д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапии и семейной медицины факультета дополнительного профессионального образования с курсом медико-социальной экспертизы ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [Vladimir N. Abrosimov] – MD, PhD, Professor, Head of the Department of Therapy and Family Medicine of Post-graduate Education Faculty with the Course of Medico-social Examination, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]

SPIN: 3212-4620, ORCID ID: 0000-0001-7011-4765, Researcher ID: S-2818-2016.

\***Косяков Алексей Викторович** – ассистент кафедры терапии и семейной медицины факультета дополнительного профессионального образования с курсом медико-социальной экспертизы ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [**Aleksey V. Kosyakov** – Assistant of the Department of Therapy and Family Medicine of Post-graduate Education Faculty with the Course of Medico-social Examination, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]  
SPIN: 8096-5899, ORCID ID: 0000-0001-6965-5812, Researcher ID: X-2649-2018. E-mail: Kosyakov\_alex@rambler.ru

**Дмитриева Мария Николаевна** – к.п.н., доцент кафедры математики, физики и медицинской информатики ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [**Mariya N. Dmitrieva** – PhD in Pedagogic Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Medical Informatics, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]  
SPIN: 1083-9650, ORCID ID: 0000-0003-0915-026X, Researcher ID: D-1806-2018

**Цитировать:** Абросимов В.Н., Косяков А.В., Дмитриева М.Н. Сравнительный анализ показателей кардиоинтервалометрии, эргорефлекса и данных 6-минутного шагового теста у больных хронической обструктивной болезнью легких // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2019. Т. 27, №1. С. 49-58. doi:10.23888/PAVLOVJ201927149-58

**To cite this article:** Abrosimov VN, Kosyakov AV, Dmitrieva MN. Comparative analysis of parameters of cardiointervalometry, ergoreflex and data of 6 minute walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2019;27(1):49-58. doi:10.23888/PAVLOVJ 201927149-58

**Поступила/Received:** 30.12.2018  
**Принята в печать/Accepted:** 15.03.2019