

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ 6-МИНУТНОГО ШАГОВОГО ТЕСТА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ**

© [В.Н. Абросимов](#), К.А. Агеева, Н.Н. Перегудова, Е.В. Филиппов

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова,  
Рязань, Российская Федерация

**Цель.** Изучить взаимоотношение показателей клинического шкалирования, динамической капнографии, спирометрии и пульсоксиметрии с показателями теста 6-минутной ходьбы (6МШТ) у больных хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ).

**Материалы и методы.** Мы обследовали 121 пациента обоего пола: группу сравнения составили 96 больных ХОБЛ, группу контроля – 25 практически здоровых добровольца. В исследуемой группе были пациенты с ХОБЛ I-IV степени тяжести: 73 мужчин, 23 женщины (средний возраст  $62,85 \pm 8,5$  лет). Группа контроля представлена 25 практически здоровыми добровольцами: 9 мужчин, 16 женщины (средний возраст  $47,60 \pm 3,46$  лет). Пациентам проводилось комплексное определение параметров дыхательной системы: клиническое шкалирование до и после 6МШТ, инструментальные методы, включающие спирометрию, капнографию и пульсоксиметрию до, во время и после выполнения физической нагрузки.

При анализе параметров одышки по шкалам ВАШ, Borg, mMRS в покое выявлено, что все показатели были выше в группе пациентов с ХОБЛ ( $p < 0,05$ ). Показатели спирометрии в группе сравнения были достоверно ниже, чем в группе контроля ( $p < 0,05$ ). При анализе тренда  $\text{ETCO}_2$  в покое выявлено снижение данного показателя при увеличении степени тяжести ХОБЛ ( $p < 0,05$ ). Показатель сатурации в покое в группе ХОБЛ был достоверно ниже, чем в группе контроля и составил  $94,14 \pm 2,89$ , причем с возрастанием степени тяжести заболевания уровень  $\text{SpO}_2$  снижался ( $p = 0,0054$ ).

Дистанция 6МШТ у пациентов колебалась в широком диапазоне: от 100,75 м до 648,25 м и составила в среднем  $Me\ 432,05$  [Q 398,25; Q; 483,50]. Отметим, что в группе «десатураторов» дистанция 6МШТ была достоверно ниже, чем в группе «недесатураторов». Все пациенты группы ХОБЛ по реакции на нагрузку во время проведения 6МШТ разделились на две большие группы: «десатураторов» и «недесатураторов». В группе ХОБЛ отмечался нормокапнический тип вентиляции в группе «недесатураторов», уровень тренда  $\text{ETCO}_2$  составил  $38,23 \pm 2,95$  мм рт.ст, а в группе «десатураторов» выявлен гиперкапнический тип вентиляции и уровень тренда  $\text{ETCO}_2$  составил  $45,67 \pm 2,38$  мм рт.ст. ( $p < 0,05$ ).

У сравниваемых групп установлены статистически значимые различия по результатам шкал оценки одышки mMRC ( $p = 0,0089$ ) и усталости ( $p = 0,0018$ ) во время выполнения 6МШТ, также по уровню  $\text{CO}_2$  ( $p = 0,00081$ ) и  $\text{SpO}_2$  ( $p = 0,0095$ ) во время выполнения физической нагрузки. В группе больных ХОБЛ признаки периодического дыхания (ПД) тренда  $\text{ETCO}_2$  встречались достоверно чаще (у 70,83%), чем в группе контроля (таблица 3,  $p < 0,05$ ). При этом в группе «недесатураторов» признаки ПД встречались чаще ( $p = 0,014$ ), чем в группе «десатураторов» ( $p = 0,046$ ).

**Выводы.** Комплексная оценка параметров дыхательной системы, включающая динамическую капнографию, пульсоксиметрию и спирометрию, может быть рекомендована в качестве комплексной оценки параметров дыхательной системы у больных ХОБЛ II-IV степени тяжести с целью определения толерантности к физической нагрузке, а также эффективности проводимой терапии.

**Ключевые слова:** хроническая обструктивная болезнь легких; капнограф-пульсоксиметр; тест 6-минутной ходьбы; периодическое дыхание; комплексная оценка дыхательной системы.

## COMPREHENSIVE EVALUATION OF PARAMETERS OF RESPIRATORY SYSTEM IN 6-MINUTE WALK TEST IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

V.N. Abrosimov, K.A. Ageeva, N.N. Peregudova, E.V. Filippov

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation

**Aim.** To study the relationship of clinical scaling, dynamic capnography, spirometry and pulse oximetry with 6-minute walk test parameters in patients with COPD.

**Materials and Methods.** 121 Patients of both genders were examined: the comparison group consisted of 96 patients with COPD, the control group – 25 practically healthy volunteers. The studied group included patients with I-IV degree COPD: 73 men, 23 women (average age  $62.85 \pm 8.5$  years). The control group was represented by 25 practically healthy volunteers: 9 men, 16 women (average age  $47.60 \pm 3.46$  years). Patients underwent a comprehensive determination of the parameters of the respiratory system: clinical scaling before and after 6MWT, instrumental methods including spirometry, capnography and pulse oximetry before, during and after 6MWT.

When analyzing the parameters of dyspnea on the VAS, Borg, mMRS scales at rest, it was found that all parameters were higher in the group of patients with COPD ( $p < 0.05$ ). Spirometry parameters in the comparison group were significantly lower than in the control group ( $p < 0.05$ ). Analysis of the  $ETCO_2$  trend at rest revealed a decrease in this parameter with an increase in the severity of COPD ( $p < 0.05$ ). The resting saturation rate in the COPD group was significantly lower than in the control group and amounted to  $94.14 \pm 2.89$ , here, with increasing severity of the disease,  $SpO_2$  level decreased ( $p = 0.0054$ ).

The 6MWT distance in patients varied in a wide range: from 100.75 m to 648.25 m and averaged  $Me 432.05$  [Q 398.25; Q; 483.50]. It should be noted that in the group of «desaturators» the 6MWT distance was significantly shorter than in the group of «non-desaturators». All patients of the COPD group according to the response to the load in 6MWT were divided into two large groups: «desaturators» and «non-desaturators». In the COPD group, normocapnic type of ventilation was observed in the group of «non-desaturators», the  $ETCO_2$  trend level was  $38.23 \pm 2.95$  mm Hg, and in the group of «desaturators» the hypercapnic type of ventilation was detected and the  $ETCO_2$  trend level was  $45.67 \pm 2.38$  mmHg ( $p < 0.05$ ).

In the compared groups, statistically significant differences were found according to the results of the scales for assessing dyspnea mMRC ( $p = 0.0089$ ) and fatigue ( $p = 0.0018$ ) in the 6MWT, as well as in the level of  $CO_2$  ( $p = 0.00081$ ) and  $SpO_2$  ( $p = 0.0095$ ) during exercise. In the group of patients with COPD, signs of PB tendency of  $ETCO_2$  occurred reliably more often (in 70.83%) than in the control group (Table 3,  $p < 0.05$ ). Moreover, in the group of «non-desaturators» signs of PB were more common ( $p = 0.014$ ) than in the group of «desaturators» ( $p = 0.046$ ).

**Conclusions.** A comprehensive assessment of the parameters of the respiratory system, including dynamic capnography, pulse oximetry and spirometry, can be recommended as a comprehensive assessment of the parameters of the respiratory system in patients with II-IV degree COPD in order to determine tolerance to exercise, as well as the effectiveness of the therapy.

**Keywords:** *chronic obstructive pulmonary disease; capnograph-pulse oximeter; 6-minute walk test; periodic breathing; comprehensive assessment of the respiratory system.*

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является актуальной проблемой здравоохранения мирового масштаба. Течение заболевания ухудшает качество жизни пациентов, снижает ежедневную физическую активность, уменьшает уровень трудоспособности. По статистическим данным на 2019 год среди причин смертности ХОБЛ находится на 4 месте, а согласно прогнозам, в 2020 году выйдет на 3 место [1]. В России более 11 млн пациентов с хронической обструктивной болезнью легких, при этом ранняя диагностика осуществляется только у четверти пациентов, у остальных болезнь регистрируется на поздних стадиях [1,2].

Одышка – это самая частая причина обращения больного за медицинской помощью. По мнению Б.Е. Вотчала, Н.А. Магазанника, И.С. Бреслава, и др. [3] это тягостное и непреодолимое чувство, вынуждающее больного ограничивать свою физическую активность и обратиться к врачу. Одышка является сложным, многоплановым синдромом с вовлечением различных психофизиологических, социальных факторов и условий окружающей среды, вызывающих вторичные поведенческие реакции. Достаточно хорошо изучены механизмы, порочные круги одышки при многих заболеваниях органов дыхания [4]. Важным явилось внедрение в практику изучения одышки таких методов ее объективизации, как клиническое шкалирование (шкала ВАШ, шкалы Borg, mMRS и др.) [5], анкеты, вопросники; инструментальные – исследования функции внешнего дыхания, оценка газового и кислотно-основного состояния крови, капнография.

Наряду с одышкой важной проблемой у пациентов с ХОБЛ является снижение переносимости привычных физических нагрузок, а, как известно, толерантность к последним является независимым фактором риска, маркером тяжести

заболевания и критерием эффективности проводимого лечения [6-8].

Оценка толерантности к физической нагрузке используется в качестве прогностического инструмента при сердечной недостаточности [1,9,10], однако вентиляционный ответ во время нагрузочных тестов в настоящее время используется не так широко. Показатели, полученные в процессе физической нагрузки, могут быть использованы для оценки прогрессирования заболевания и выявления возможной сопутствующей патологии [10,11].

В настоящее время нами не было встречено работ по комплексной оценке параметров одышки с определением показателей, измеренных во времени, у больных ХОБЛ.

*Цель* – изучить взаимоотношение показателей клинического шкалирования, динамической капнографии, спирометрии и пульсоксиметрии с показателями теста 6-минутной ходьбы у больных ХОБЛ.

#### **Материалы и методы**

Мы обследовали 121 пациента обоего пола: группу сравнения составили 96 больных ХОБЛ, группу контроля – 25 практически здоровых добровольца. В группе исследования были представлены пациенты с диагнозом ХОБЛ I-IV степени тяжести: 73 мужчины, 23 женщины (средний возраст  $62,85 \pm 8,5$  лет). Контрольная группа была представлена 25 практически здоровыми добровольцами: 9 мужчин, 16 женщины (средний возраст  $47,60 \pm 3,46$  лет).

Всем обследуемым было подробно разъяснены цели и задачи исследования, на заданные вопросы были даны исчерпывающие ответы, затем стороны подписывали информированное согласие. Исследование проспективное, нерандомизированное; тип дизайна – сравнение результатов в параллельных группах. Данное исследование проведено на базе ГБУ РО «ОКБ им. Н.А. Семашко» и ГБУ РО «РОКГВВ» города Рязани.

Протокол исследования одобрен локально-этическим комитетом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России на заседании №4 от 09 декабря 2009 г.

В исследование не включались пациенты при выявлении следующих критериев: первичная легочная гипертензия, сердечная недостаточность, стеноз коронарной артерии  $\geq 50\%$ , легочное сердце, первичная болезнь почек или печени, пороки сердца, кардиомиопатия, перикардит, тромбоз глубоких вен, декомпенсация сопутствующих хронических заболеваний, серьезная органическая патологии сердечно-сосудистой системы, заболевания соединительной ткани, наличие ВИЧ-инфекции.

Диагноз ХОБЛ устанавливался в соответствии с GOLD (2008). У всех обследуемых оценивали общеклинические данные, в том числе индекс массы тела (ИМТ), индекс BODE, статус курения, данные инструментального обследования, показатели клинического шкалирования до, после выполнения физической нагрузки, наличие/отсутствие сопутствующих заболеваний, а также параметры динамической капнографии, спирометрии и пульсоксиметрии.

Для определения параметров одышки мы применяли модифицированный опросник mMRC, шкалу субъективной оценки физической нагрузки Борга. Для оценки сопутствующих жалоб использовали визуально-аналоговую шкалу (ВАШ). Толерантность к физической нагрузке была оценена путем проведения теста 6-минутной ходьбы (6МШТ) с последующим определением тяжести одышки по шкале mMRC и Борг [12].

Всем больным было проведено исследование функции внешнего дыхания. Спирометрию выполняли согласно стандартам ATS/ERS [13] и рекомендациям PPO [14] на оборудовании Spiropalm 6MWT (Cosmed, Италия). ХОБЛ по степени тяжести обструктивных нарушений классифицировали согласно показателям спирометрии (GOLD, 2011) [1,2].

Всем обследуемым также было проведено капнографическое обследование в

покое с помощью капнографа «Еламед КП-01» компании «Еламед».

После проведения всех вышеперечисленных обследований пациентам была выполнена динамическая капнография и пульсоксиметрия на капнографе-пульсоксиметре Life Sense LS1-9R (Med Air AB), а также динамическая спирометрия на оборудовании Spiropalm 6MWT (Cosmed, Италия) во время проведения 6МШТ. У пациентов регистрировали спирометрические показатели, тренд показателей  $\text{ETCO}_2$ ,  $\text{SpO}_2$ , ЧСС, ЧДД до, во время и после проведения 6МШТ. Шестиминутный шаговый тест проводили согласно Клиническим рекомендациям Американского торакального общества (2008) [15]. Оценивалась динамика жалоб пациента после проведенной физической нагрузки, а также причины остановки во время ходьбы.

После проведенного обследования проводился анализ взаимосвязи параметров одышки и толерантности к физической нагрузке у пациентов с ХОБЛ.

Полученные результаты статистически обработаны с помощью лицензионного пакета прикладных статистических программ Excel 2016 и SPSS 22. В случае распределения признаков в группах соответствовало нормальному закону распределения использовался параметрический критерий Стьюдента. В других случаях применяли непараметрические методы, критерий Колмогорова-Смирнова, непараметрический теста Манна-Уитни. Результаты представлены в виде среднего значения  $\pm$  стандартное отклонение. Зависимость количественных показателей мы оценивали с помощью корреляционного анализа. Статистически значимыми различия считались при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

В группе исследования мужчин было 76,04%, женщин – 23,6%, возраст  $62,85 \pm 8,5$  лет, индекс массы тела составил  $26,4 \pm 5,3$  кг/м<sup>2</sup>. Количество курящих в настоящее время пациентов 37,5%, курящих в прошлом – 62,5%, индекс курения (ИК) –  $51,2 \pm 20,7$  пачко/лет (табл. 1).

Таблица 1

*Характеристика больных ХОБЛ и группы контроля в покое*

Характеристика	Все пациенты ХОБЛ (n=96)	Группа сравнения (n=96)				Контрольная группа (n=25)	p
		ХОБЛ легкое течение (I), n=7	ХОБЛ среднетяжелое течение (II), n=46	ХОБЛ тяжелое течение (III), n=38	ХОБЛ крайнетяжелое течение (IV), n=5		
Возраст, лет	62,85±8,5	60,8±7,9	64,78±9,0	63,5±6,9	66,1±4,5	47,60±3,46	0,006
Мужчины/женщины	73/23	4/3	34/12	30/8	5/0	9/16	0,045
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	23,4±5,3	24,3±4,8	23,3±5,5	22,6±5,72	22,9±3,9	26,24±3,07	0,006
Курят в настоящее время, человек (%)	36 (37,5)	2 (28,6)	15 (32,6)	17 (44,7)	2 (16,4)	16,0±0,21	0,008
Курили в прошлом, человек (%)	60 (62,5)	5 (71,4)	31 (67,4)	21 (55,3)	3 (60,0)	0	НП
Индекс курения, пачко-лет	51,2±20,7	50,9±25,3	48,7±22,1	52,3±18,9	49,8±15,5	7,6±3,24	0,003
Борг, баллы	3,79±0,994	3,25±0,46	3,74±0,84	3,85±1,01	4,17±0,56	0,12±0,332	0,039
ВАШ, мм	30,29±7,306	27,13±5,54	29,92±8,26	30,97±7,23	31,67±3,39	2,80±4,320	0,043
mMRS, балл	2,1±1,1	1,6±0,9	2,1±1,1	2,6±0,9	2,9±0,8	0,24±0,4	0,0061
САТ, балл	17,7±8,5	10,7±5,8	17,9±7,2	22,8±7,4	23,9±4,2	1,8±0,9	0,0084
ЧДД, мин	15,34±5,86	14,81±7,14	15,88±7,71	16,41	17,01	19,11±3,48	0,046
ЧСС, мин	82,45±13,43	78,05±12,85	81,08±14,55	82,91±11,85	84,15±9,81	72,65±10,82	0,095
ФЖЕЛ, (%)	70,9±16,4	74,9±15,1	70,1±15,5	67,3±16,2	66,1±15,9	95,40±6,61	0,038
ОФВ1, (%)	49,3±16,5	54,4±16,8	48,1±17,8	44,8±17,1	42,3±16,8	89,1±9,8	0,049
Индекс Тиффно	54,9±10,3	53,1±10,8	50,1±10,4	48,7±11,4	47,6±9,8	80,9±7,9	0,0073
Индекс VODE	2,9±1,7	2,0±1,3	3,1±1,7	3,7±1,6	3,9±1,5	0	НП
Индекс ETCO <sub>2</sub>	29,60±4,18	33,54±1,3	31,35±2,31	29,02±4,01	28,09±2,84	38,46±2,42	0,037
Индекс Ван Мертена (RCO <sub>2</sub> ), с	0,45±0,046	0,44±0,15	0,45±0,19	0,46±0,12	0,49±0,09	0,36±0,047	0,048
Угол гамма (<math>\gamma</math>), градус	107,52±2,44	105,36±3,1	107,21±3,56	108,85±2,98	110,56±1,85	103,20±1,32	0,186
Тренд ETCO <sub>2</sub> в покое, мм рт.ст.	34,30±4,28	37,82±3,95	35,63±2,98	35,05±1,54	34,01±1,32	37,52±1,95	0,0093
SpO <sub>2</sub> в покое, %	94,14±2,89	95,88±2,45	92,48±3,33	91,56±1,89	91,12±1,92	98,81±1,73	0,0054

Группа контроля представлена 36% мужчин, 64% женщин, средний возраст 47,60±3,46 лет, индекс массы тела составил 26,24±3,07 кг/м<sup>2</sup>. Количество курящих пациентов 16,0±0,21%, индекс курения (ИК) – 7,6±3,24 пачко/лет.

При сравнении показателей, выявлено, что ИМТ в группе сравнения был достоверно ниже, чем в группе контроля (p=0,006), количество курящих пациентов в группе сравнения и ИК были достоверно выше (p=0,008 и p=0,003 соответственно).

При анализе параметров одышки в покое выявлено, что все показатели были выше в группе пациентов с ХОБЛ. Уровень одышки по шкале ВАШ составил 30,29±7,306 мм против 2,80±4,32 мм в

группе контроля (p=0,043), по шкале mMRS 2,1±1,1 балла против 0,24±0,4 балла (p=0,0061), по шкале Борг 3,79±0,994 балла против 0,12±0,33 балла (p=0,039). При оценке данных показателей по степени тяжести ХОБЛ выявлено, что все параметры одышки увеличиваются с возрастанием тяжести течения заболевания (p<0,05).

При оценке показателей спирометрии выявлено, что в группе сравнения все показатели были достоверно ниже, чем в группе контроля (p<0,05). Так ОФВ1 в группе ХОБЛ составил 49,3±16,5%, в группе контроля – 89,1±9,8% (p=0,049), ФЖЕЛ в группе сравнения составила 70,9±16,4%, в группе контроля – 95,4±6,61 (p=0,038), индекс Тиффно в группе

пациентов с ХОБЛ составил  $54,9 \pm 10,3$ , в группе контроля –  $80,9 \pm 7,9$  ( $p=0,0073$ ). При оценке показателей спирометрии по степени тяжести ХОБЛ выявлено, что все параметры уменьшаются с возрастанием тяжести течения заболевания ( $p<0,05$ ).

Снижении функции легких у пациентов с ХОБЛ соотносится с высоким риском развития у данных больных обострений. Это было показано в ретроспективном анализе ECLIPSE, где снижение  $ОФВ_1 < 50\%$  у большинства пациентов вело к высокому риску развития частых обострений [16].

При анализе показателей капнограммы в покое выявлено, что индекс  $ETCO_2$  ( $tg < \alpha / tg < \beta$ ) в группе ХОБЛ составил  $29,60 \pm 4,18$  и был ниже индекса  $ETCO_2$  группы контроля, однако выше, чем при бронхообструкции. В группе контроля индекс  $ETCO_2$  был в норме и равен  $38,46 \pm 2,42$ . Индекс Ван Мертена (показатель бронхообструкции) в группе ХОБЛ был выше, чем в группе контроля и составил  $0,45 \pm 0,046$  сек ( $p<0,01$ ), однако этот показатель все же ниже, чем при бронхообструкции ( $>0,5$  сек). Угол гамма в группе ХОБЛ был выше нормы и выше, чем в группе контроля и составил  $107,52 \pm 2,44$  градуса.

Показатели капнограммы отражают тенденцию к развитию вентиляционно-перфузионных рассогласований. В работе З.В. Воробьевой, 2005 [17] были выявлены изменения капнограммы в виде увеличения объема мертвого пространства у больных ХОБЛ в начальной стадии при отсутствии еще спирометрических признаков бронхиальной обструкции. Предположено, что при ХОБЛ поражение органов дыхания начинается с респираторной зоны легких. Поэтому ранняя диагностика респираторных нарушений, в том числе у курильщиков, по мере развития и прогрессирования у них ХОБЛ, задолго до появления признаков бронхиальной обструкции и клинических проявлений, возможна с помощью капнометрии.

При анализе тренда  $ETCO_2$  в покое выявлено снижение данного показателя при увеличении степени тяжести ХОБЛ ( $p<0,05$ ).

При оценке сатурации в покое в группе ХОБЛ данный показатель был достоверно ниже, чем в группе контроля и составила  $94,14 \pm 2,89$ , причем с возрастанием степени тяжести заболевания уровень  $SpO_2$  снижался ( $p=0,0054$ ).

Анализ показателей параметров дыхания во время проведения теста с физической нагрузкой представлена в таблице 2.

Десатурация ( $\Delta SpO_2$ ) кислородом в течение 6МШТ у пациентов ХОБЛ является предиктором важных клинических исходов, таких как смертность, обострение основного заболевания, снижения функции легких и потери мышечной массы тела [18,19]. После проведения большого количества исследований и долгих дискуссий, а также после исследований С. Casanova, et al. [20] десатурация была рассмотрена как снижение  $SpO_2 > 4\%$  от начального уровня или падение  $< 90\%$  во время выполнения физической нагрузки.

У пациентов с ХОБЛ было показано, что десатурация во время физической нагрузки в первую очередь является следствием недостаточного увеличения вентиляции вследствие гиперинфляции [18,19].

Тем не менее, может быть, что нагрузочная десатурация сама по себе вредна. Постоянная гипоксемия связана с развитием неблагоприятных последствий у пациентов с ХОБЛ, таких как легочная гипертензия, вторичная полицитемия, дисфункция скелетных мышц, системное воспаление и нейрокогнитивная дисфункция [21]. Можно предположить, что периодическая десатурация, возникающая при выполнении упражнений у пациента, может привести к тем же долговременным эффектам, что и постоянная гипоксемия, из-за возможной повторной микротравмы, вызванной десатурацией, как установлено в исследовании Scott, et al. [19,21], что приводит к хронической травме.

Все пациенты группы ХОБЛ по реакции на нагрузку во время проведения 6МШТ разделились на две большие группы: «десатураторов» и «недесатураторов» (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели параметров дыхания во время теста 6-минутной ходьбы (6МШТ)  
в группе пациентов ХОБЛ и группе контроля**

	Все пациенты ХОБЛ (n=96)	Пациенты «недесатура- торы» (n=52)	Пациенты «десатура- торы» (n=44)	Группа контроля (n=25)	p Группа сравнения / группа контроля
ОФВ1, %	48,55±19,38	55,72±19,44	37,36±13,2	80,15±15,45	0,0003
ФЖЕЛ, %	78,66±19,36	81,55±20,01	74,1±17,70	81,52±10,34	0,0859
ОФВ1 / ФЖЕЛ, %	62,41±18,09	69,77±18,09	50,7±10,13	82,13±14,13	0,00072
Дистанция 6МШТ, м	431,95±95,85	436,44±139,87	389,33±122,95	815,60±53,89	0,039
Одышка Борг (после 6МШТ)	5,79±1,80	5,39±1,71	6,22±1,80	3,98±0,34	0,0092
Сред SpO2 при 6МШТ, %	91,05 ± 4,35	93,63 ± 2,21	86,91±3,74	95,54±1,98	0,0035
Мин SpO2 6МШТ, %	89,28±5,87	92,85±2,33	83,72±5,38	94,14±2,31	0,0013
SpO2 после 6МШТ, %	91,09±4,09	94,1±2,26	86,4±4,72	95,51±1,85	0,0095
Max ЧСС при 6МШТ, в мин.	99,77±17,66	97,89±12,89	102,3±23,22	100,33±17,31	0,088
ЧСС после 6МШТ, в мин.	95,5±14,83	93,15±14,18	100,08±15,1	82,15±10,36	0,051
ЧДД до теста 6МШТ, в мин.	15,32±5,88	17,81±7,14	18,86±7,71	14,56±3,21	0,059
Max ЧДД при 6МШТ, в мин.	27,74±5,14	27,11±4,57	28,31±5,67	24,12±2,35	0,073
ЧДД после 6МШТ, в мин.	23,77±5,25	23,6±4,98	24,23±5,90	23,36±4,43	0,068
Средний показатель ЕТСО2 при выполнении 6МШТ, мм рт.ст.	41,92±3,68	38,23±2,95	45,67±2,38	36,07±5,04	0,00081
Причина остановки во время 6МШТ – ОДЫШКА, % больных	92,71±0,26	86,12±1,35	94,12±1,2	48,0±5,1	0,047
Причина остановки во время 6МШТ – СЛАБОСТЬ в ногах, % больных	54,16±0,51	38,12±2,89	60,21±3,56	40,0±5,0	0,018
Причина остановки во время 6МШТ – Сердце- биение, % больных	27,42±0,45	29,23±0,62	25,36±0,74	20,0±4,08	0,074
Причина остановки во время 6МШТ – боли за грудиной, % больных	28,57±0,45	30,45±1,38	24,18±1,86	0	0,027
mMRS после 6МШТ, балл	1,92±0,66	1,69±0,15	1,98±0,12	0,8±0,41	0,0089
Период восстановления, мин	6,64±1,91	6,30±1,84	6,98±1,35	4,92±0,76	0,0016

Пройденное расстояние 6МШТ колебалось в широком диапазоне: от 100,75 м до 648,25 м, в среднем Ме 431,95 [Q 398,25; Q;483,50]. При этом в группе «десатураторов» дистанция была меньше, чем в группе «недесатураторов» (p=0,039). Отметим также, что разброс пройденного расстояния за 6 минут мы наблюдали и внутри каждой стадии ХОБЛ. При этом, различий между Ме дистанций у больных различной стадии ХОБЛ не оказалось (p>0,05).

Дистанция 6МШТ у пациентов с ХОБЛ позволяет более точно оценить тяжесть заболевания и прогноз течения, чем ОФВ1. В исследовании С. Casanova, et al.

было выявлено следующее: уменьшение показателя 6МШТ обратно пропорционально снижению ОФВ1 в год [20].

Также важное значение при проведении 6МШТ имеет регистрация ЧСС. Снижение ЧСС после завершения теста менее 13 в мин достоверно прогнозирует летальность. А у больных с легочной гипертензией снижение ЧСС менее 16 в 1 мин после нагрузочного теста связано с риском ухудшения клинической картины [10].

При проведении 6МШТ рекомендуется регистрировать ЧСС до и после нагрузки. Показатель ЧСС вносит свой вклад в результат 6МШТ. При выполнении

6МШТ можно также оценивать максимальную ЧСС и восстановление (снижение) ЧСС через 1 или 2 мин после окончания теста. Так, у больных с идиопатическим легочным фиброзом пороговое значение снижения ЧСС через 1 мин после завершения 6МШТ (ЧСС1), достоверно прогнозирующее летальность, составляет  $\leq 13$  в 1 мин. У больных с легочной артериальной гипертензией (ЛАГ) снижение ЧСС на  $< 16$  в 1 мин связано с риском клинического ухудшения [10].

Одышку, как причину остановки/замедления темпа во время выполнения 6МШТ, отмечали достоверно чаще обследуемые из обеих групп ( $92,71 \pm 0,26\%$  и  $48,0 \pm 5,1\%$ ,  $p=0,047$ ), причем в группе «десатураторов» одышку отмечали достоверно чаще, чем в группе «недесатураторов». Также во время выполнения физической нагрузки пациенты отмечали: слабость в ногах в  $54,16 \pm 0,51\%$  в группе сравнения и в  $40,0 \pm 5,0\%$  в группе контроля ( $p=0,018$ ), сердцебиение: в  $27,42 \pm 0,45\%$  в группе ХОБЛ и в  $20,0 \pm 4,08\%$  в контрольной группе ( $p=0,074$ ). Отметим, что в группе «десатураторов» слабость выявлялась достоверно чаще, чем в группе «недесатураторов».

Также усилились показатели одышки во время выполнения 6-минутного шагового теста, причем в группе сравнения достоверно больше, чем в группе контроля ( $p<0,05$ ). Уровень одышки по шкале mMRS и по шкале Borg после нагрузки в группе «десатураторов» был достоверно больше, чем в группе «недесатураторов» ( $p=0,0089$  и  $p=0,0092$ ).

В проведенных многочисленных исследованиях выраженность одышки по шкале mMRS, Borg, снижение переносимости физической нагрузки (по результатам нагрузочных проб) являются признаками, указывающими на наличие или усиление легочной гипертензии (ЛГ) у пациентов с ХОБЛ [22].

По литературным данным выявление легочной гипертензии (ЛГ) у пациентов с ХОБЛ колеблется от 25 до 50% [22], при этом существует мнение, что процент ЛГ при ХОБЛ составляет примерно 5-40% [9],

а частота выявления ЛГ находится в прямой зависимости от степени тяжести ХОБЛ.

Число пациентов с ХОБЛ и с признаками ЛГ в нашем исследовании составило 41,67% ( $n=40$ ). У больных ХОБЛ ЛГ снижает толерантность к физической нагрузке и является предиктором госпитализации и смертности [22]. Легочная гипертензия у больных ХОБЛ ухудшает газообмен, усиливает одышку, развивает дисфункцию правого желудочка и, как следствие, появляются периферические отеки [23].

При анализе тренда ЧСС во время нагрузки выявлено, что данный показатель повышался в каждой группе по сравнению с аналогичным в покое, причем увеличение ЧСС в группе ХОБЛ был достоверно больше, чем в группе контроля ( $p<0,05$ ).

Также при выполнении нагрузки у пациентов обследуемых групп наблюдалось увеличение ЧДД: в группе больных ХОБЛ до  $27,74 \pm 5,14$ /мин, в контрольной до  $24,12 \pm 2,35$ /мин.

Отметим, что в группе «десатураторов» показатели ЧДД и ЧСС были достоверно больше, чем в группе «недесатураторов» ( $p<0,05$ ).

При анализе тренда  $ETCO_2$  в покое выявлена следующая картина. Параметры дыхания во время выполнения 6МШТ представлены в таблице 2. При выполнении 6МШТ и регистрации тренда  $ETCO_2$  выявлено повышение данного показателя во время выполнения нагрузки во всех обследуемых группах, причем в группе «десатураторов» оно было достоверно больше, чем в группе «недесатураторов».

В группе ХОБЛ отмечался нормокапнический тип вентиляции в группе «недесатураторов», уровень тренда  $ETCO_2$  составил  $38,23 \pm 2,95$  мм рт.ст, а в группе «десатураторов» выявлен гиперкапнический тип вентиляции и уровень тренда  $ETCO_2$  составил  $45,67 \pm 2,38$  мм рт.ст. ( $p<0,05$ ). В группе контроля отмечался нормокапнический тип вентиляции во время нагрузки, уровень тренда  $ETCO_2$  составил  $36,07 \pm 5,04$  мм рт.ст. При этом при сравнении показателей  $ETCO_2$  в покое и при нагрузке выявлена



прямая пропорциональная зависимость.

При анализе графиков трендов ETCO<sub>2</sub> наблюдалось волнообразное повышение показателей во время выполнения нагрузоч-

ного теста – так называемое периодическое дыхание («periodic breathing», ПД [24]). Пример данных «колебаний» при анализе трендов ETCO<sub>2</sub> представлен на рисунке 1.

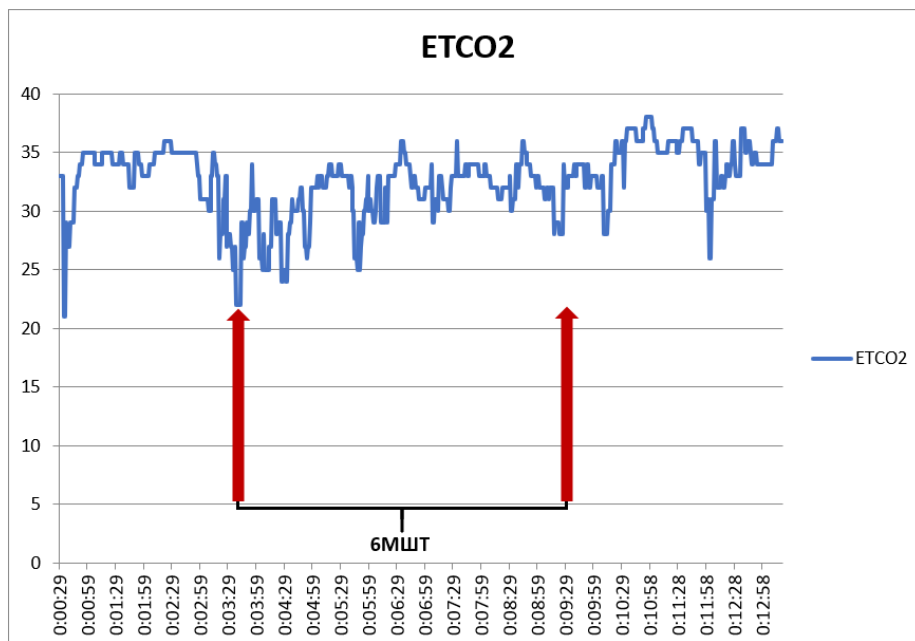


Рис. 1. Тренд ETCO<sub>2</sub> у пациента с ХОБЛ во время выполнения бМШТ

Прогностической ценностью обладают также колебания показателей, измеренных во времени. При проведении мета-анализа пациентов с ХСН у 36,64% выявлено колебание показателей вентилаторной функции (EOV) во время проведения нагрузочных тестов [9,12,24,25]. Так, у пациентов с хронической сердечной недостаточностью с EOV риск фатальных событий возрастал в сравнении с пациентами без EOV в 4 раза [24].

Таким образом, нами были проанализированы все графики показателей динамической капнографии и пульсоксиметрии, выполненные с помощью капнографа-пульсоксиметра Life Science. В группе больных ХОБЛ признаки ПД тренда ETCO<sub>2</sub> встречались достоверно чаще (у 70,83%), чем в группе контроля (табл. 3,  $p < 0,05$ ). При этом в группе «недесатураторов» признаки ПД встречались чаще ( $p = 0,014$ ), чем в группе «десатураторов» ( $p = 0,046$ ).

Таблица 3

### Данные параметров периодического дыхания

Параметры	Группа больных ХОБЛ (n=96)	Контрольная группа (n=25)	P
Тренд ETCO <sub>2</sub> , признаки ПД, число больных, %	70,83±1,02		0,007
-«недесатураторы»	54,17±2,08	32,0±0,57	0,014
-«десатураторы»	45,83±1,54		0,046
Тренд ЧДД, признаки ПД, число больных, %	0	0	НП
Тренд ЧСС, признаки ПД, число больных, %	25,81±1,41	8,0±0,06	0,017
Тренд SpO <sub>2</sub> , признаки ПД, число больных, %	0	0	НП

НП – не применимо

Десатурация, по нашему мнению, при нагрузке не является единственным фактором, определяющим пройденное расстояние 6МШТ. Важную роль также играют следующие факторы: субъективное восприятие одышки, сила дыхательных мышц, сердечно-легочная функция, усталость, а также эмоциональное состояние.

В сравниваемых группах установлены статистически значимые различия по результатам шкал оценки одышки mMRC ( $p=0,0089$ ) и слабости ( $p=0,018$ ) во время выполнения 6МШТ, а также по уровню  $CO_2$  ( $p=0,00081$ ) и  $SpO_2$  ( $p=0,0095$ ) во время выполнения физической нагрузки.

Следует отметить необходимость проведения динамической пульсоксиметрии и капнографии во время выполнения 6МШТ, чтобы получить более точные показатели, свидетельствующие о десатурации, гипо- и гиперкапнии так как разные результаты могут регистрироваться не только после теста.

Согласно нашим данным в 23,1% случаев самые низкие значения  $SpO_2$  отмечались сразу после завершения выполнения 6МШТ, однако в 76,9% случаев установлены в процессе 6МШТ. Аналогичные данные были получены Fiore C., Lee A., McDonald C., et al. [21], которые выявили десатурацию во время нагрузочного теста у большинства больных с заболеваниями органов дыхания и отмечают необходимость динамического мониторинга  $SpO_2$ . Определение  $SpO_2$  по пульсоксиметру, а также определение  $CO_2$  по капнограмме необходимо проводить до, во время и после выполнения физической нагрузки.

Таким образом, у больных ХОБЛ I-IV ст при выполнении 6МШТ выявлена высокая частота (45,83%) десатурации ( $\Delta SpO_2 \geq 4\%$ ). Однако, отметим, что у «десатураторов» исходно был более низкий показатель  $SpO_2$ . При этом показатели  $CO_2$  в данной группе имели исходно значения ниже, чем в группе «недесатураторов», а при нагрузке отмечался гиперкапнический тип вентиляции.

Наконец, оценка  $SpO_2$  и  $ETCO_2$  на протяжении всего 6МШТ и по его

окончании необходима для установления показателей контроля эффективности проводимой терапии, особенно длительной оксигенотерапии.

### Выводы

1. Проведена комплексная оценка параметров дыхательной системы, включающая динамическую капнографию, пульсоксиметрию и спирометрию, у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких при проведении 6-минутного шагового теста.

2. У больных хронической обструктивной болезнью легких II-IV степени тяжести «скрытая» десатурация ( $\Delta SpO_2 \geq 4\%$ ) при выполнении 6-минутного шагового теста отмечается в 76,9%. Также выявлено значимое снижение ОФВ1 ( $p=0,0003$ ) у этих больных.

3. В группе «десатураторов» отмечается снижение толерантности к физической нагрузке по сравнению с группой «недесатураторов»: показатели шкал клинической оценки одышки имели выше показатели ( $p<0,05$ ), дистанция 6-минутного шагового теста была снижена ( $p=0,038$ ), период восстановления после выполнения 6-минутного шагового теста был продолжительнее ( $p=0,0016$ ).

4. Динамическая капнография, пульсоксиметрия и спирометрия может быть рекомендована в качестве комплексной оценки параметров дыхательной системы у больных хронической обструктивной болезнью легких II-IV степени тяжести с целью определения толерантности к физической нагрузке, а также эффективности проводимого лечения.

### Дополнительная информация

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить в связи с публикацией данной статьи.

**Этика.** В исследовании использованы данные людей в соответствии с подписанным информированным согласием.

### Участие авторов:

Автор идеи, концепция исследования – Абросимов В.Н.

Сбор клинического материала, дизайн иссле-

дования, написание текста, статистическая обработка – Агеева К.А., Перегудова Н.Н.

Концепция исследования, рецензирование – Филиппов Е.В.

### Литература

- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD. Report 2019. Доступно по: <https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2018/11/GOLD-2019-v1.7-FINAL-14Nov2018-WMS.pdf>. Ссылка активна на 29 ноября 2019.
- 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
- Бреслав И.С., Глебовский В.Д. Регуляция дыхания. Л.: Наука; 1981.
- Бяловский Ю.Ю. Условный дыхательный рефлекс на увеличенное сопротивление дыханию как экспериментальная модель адаптивной деятельности // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2012. №2. С. 75-84.
- Абросимов В.Н., Алексеева Е.А., Пономарева И.Б., и др. Применение методов клинического шкалирования и вопросников в пульмонологии. Рязань; 2011.
- Hasler E.D., Saxer S., Schneider S.R., et al. Effect of Breathing Oxygen-Enriched Air on Exercise Performance in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Randomized, Placebo-Controlled, Cross-Over Trial // *Respiration*. 2020. Vol. 99, №3. P. 213-224. doi:10.1159/000505819
- Абросимов В.Н., Перегудова Н.Н., Косяков А.В. Оценка функциональных показателей дыхательной системы у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких при проведении 6-минутного шагового теста // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2019. Т. 7, №3. С. 323-331. doi:10.23888/HMJ201973323-331
- 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
- Gurbani N., Figueira Gonçalves J.M., García Bello M.Á., et al. Prognostic ability of the distance-saturation product in the 6-minute walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease // *The Clinical Respiratory Journal*. 2019. Vol. 14, №4. P. 364-369. doi:10.1111/crj.13141
- Vonbank K., Marzluf B., Knötig M., et al. Agreement between Cardiopulmonary Exercise Test and Modified 6-Min Walk Test in Determining Oxygen Uptake in COPD Patients with Different Severity Stages // *Respiration*. 2020. Vol. 99, №3. P. 225-230. doi:10.1159/000505856
- Dogra A.C., Gupta U., Sarkar M., et al. Exercise induced desaturation in patients with chronic obstructive pulmonary disease on six-minute walk test // *Lung India*. 2015. Vol. 32, №4. P. 320-325. doi:10.4103/0970-2113.159550
- Bestall J.C., Paul E.A., Garrod R., et al. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease // *Thorax*. 1999. Vol. 54. P. 581-586. doi:10.1136/thx.54.7.581
- 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
- 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. 11-24. doi:10.18093/0869-0189-2014-0-6-11-24
- 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, №6. P. 1428-1446. doi:10.1183/09031936.00150314
- Овчаренко С.И. Фенотипы больных хронической обструктивной болезнью легких и исследование ECLIPSE: первые результаты // *Пульмонология*. 2011. №3. С. 113-117. doi:10.18093/0869-0189-2011-0-3-113-117
- Воробьева З.В. Функция внешнего дыхания при хронической обструктивной болезни легких в стадии 0 (ноль) // *Функциональная диагностика*. 2005. №2. С. 29-32.
- Waatevik M., Johannessen A., Gómez Real F., et al. Oxygen desaturation in 6-min walk test is a risk factor for adverse outcomes in COPD // *European Respiratory Journal*. 2016. Vol. 48, №1. P. 82-91. doi:10.1183/13993003.00975-2015
- Scott A.S., Baltzan M.A., Chan R., et al. Oxygen desaturation during a 6 min walk test is a sign of nocturnal hypoxemia // *Canadian Respiratory Journal*. 2011. Vol. 18, №6. P. 333-337. doi:10.1155/2011/242636
- Casanova C., Cote C.G., Marin J.M., et al. Distance and oxygen desaturation during the 6-min walk test as predictors of long-term mortality in patients with COPD // *Chest*. 2008. Vol. 134, №4. P. 746-752. doi:10.1378/chest.08-0520
- Fiore C., Lee A., McDonald C., et al. Should oxyhaemoglobin saturation be monitored continuously during the 6-minute walk test? // *Chronic*

- Respiratory Disease. 2011. Vol. 8, №3. P. 181-184. doi:10.1177/1479972311407355
22. Mal H. Prevalence and diagnosis of severe pulmonary hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease // *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. 2007. Vol. 13, №2. P. 114-119. doi:10.1097/MCP.0b013e32801d217f
  23. Engström G., Wollmer P., Hedblad B., et al. Occurrence and prognostic significance of ventricular arrhythmia is related to pulmonary function: a study from «men. born in 1914», Malmö, Sweden // *Circulation*. 2001. Vol. 103, №25. P. 3086-3091. doi:10.1161/01.CIR.103.25.3086
  24. Agostoni P., Corrà U., Emdin M. Periodic Breathing during Incremental Exercise // *Annals of the American Thoracic Society*. 2017. Vol. 14, Suppl. 1. P. 116-122. doi:10.1513/AnnalsATS.201701-003FR
  25. Cornelis J., Beckers P.A.J., Vanroy Ch., et al. An overview of the applied definitions and diagnostic methods to assess exercise oscillatory ventilation – a systematic review // *International Journal of Cardiology*. 2015. Vol. 190. P. 161-169. doi:10.1016/j.ijcard.2015.04.111
- ### References
1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD. Report 2019. Available at: <https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2018/11/GOLD-2019-v1.7-FINAL-14Nov2018-WMS.pdf>. Accessed: 2019 November 29.
  2. 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
  3. Breslav IS, Glebovskiy VD. *Regulyatsiya dykhaniya*. Leningrad: Nauka; 1981. (In Russ).
  4. Byalovskiy YY. Conventional respiratory reflex to increased respiratory resistance as an experimental model of adaptive activity. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2012;(2):75-84. (In Russ).
  5. Abrosimov VN, Alekseyeva EA, Ponomareva IB, et al. *Primeneniye metodov klinicheskogo shkalirovaniya i voprosnikov v pul'monologii*. Ryazan'; 2011. (In Russ).
  6. Hasler ED, Saxer S, Schneider SR, et al. Effect of Breathing Oxygen-Enriched Air on Exercise Performance in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Randomized, Placebo-Controlled, Cross-Over Trial. *Respiration*. 2020;99(3):213-24. doi:10.1159/000505819
  7. Abrosimov VN, Peregodova NN, Kosyakov AV. Evaluation of functional parameters of respiratory system in patients with chronic obstructive pulmonary disease in 6-minute walking test. *Nauka Molodykh (Eruditio Juvenium)*. 2019;7(3):323-31. (In Russ). doi:10.23888/HMJ201973323-331
  8. Nizov AA, Ermachkova AH, Abrosimov VT, 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
  9. Gurbani N, Figueira Gonçalves JM, García Bello MÁ, et al. Prognostic ability of the distance-saturation product in the 6-minute walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinical Respiratory Journal*. 2019;14(4):364-9. doi:10.1111/crj.13141
  10. Vonbank K, Marzluf B, Knötig M, et al. Agreement between Cardiopulmonary Exercise Test and Modified 6-Min Walk Test in Determining Oxygen Uptake in COPD Patients with Different Severity Stages. *Respiration*. 2020;99(3):225-30. doi:10.1159/000505856
  11. Dogra AC, Gupta U, Sarkar M, et al. Exercise induced desaturation in patients with chronic obstructive pulmonary disease on six-minute walk test. *Lung India*. 2015;32(4):320-5. doi:10.4103/0970-2113.159550
  12. Bestall JC, Paul EA, Garrod R, et al. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1999;54:581-6. doi:10.1136/thx.54.7.581
  13. Miller MR, 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
  14. Chuchalin AG, Aysanov ZR, Chikina SYu, et al. Federal guidelines of Russian Respiratory Society on spirometry. *Pulmonologiya*. 2014;(6):11-24. (In Russ). doi:10.18093/0869-0189-2014-0-6-11-24
  15. 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(6):1428-46. doi:10.1183/09031936.00150314
  16. Ovcharenko SI. Phenotypes of chronic obstructive pulmonary disease and the ECLIPSE study: preliminary results. *Pulmonologiya*. 2011;(3):113-7. (In Russ). doi:10.18093/0869-0189-2011-0-3-113-117
  17. Vorob'yeva ZV. Funktsiya vneshnego dykhaniya pri khronicheskoy obstruktivnoy bolezni legkikh v stadii 0 (nol'). *Funktsional'naya Diagnostika*. 2005;(2):29-32. (In Russ).
  18. Waatevik M, Johannessen A, Gómez Real F, et al. Oxygen desaturation in 6-min walk test is a risk factor for adverse outcomes in COPD. *European Respiratory Journal*. 2016;48(1):82-91. doi:10.1183/13993003.00975-2015
  19. Scott AS, Baltzan MA, Chan R, et al. Oxygen desaturation during a 6 min walk test is a sign of nocturnal hypoxemia. *Canadian Respiratory Journal*. 2011;18(6):333-7. doi:10.1155/2011/242636

20. Casanova C, Cote CG, Marin JM, et al. Distance and oxygen desaturation during the 6-min walk test as predictors of long-term mortality in patients with COPD. *Chest*. 2008;134(4):746-52. doi:10.1378/chest.08-0520
21. Fiore C, Lee A, McDonald C, et al. Should oxyhaemoglobin saturation be monitored continuously during the 6-minute walk test? *Chronic Respiratory Disease*. 2011;8(3):181-4. doi:10.1177/1479972311407355
22. Mal H. Prevalence and diagnosis of severe pulmonary hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. 2007;13(2):114-9. doi:10.1097/MCP.0b013e32801d217f
23. Engström G, Wollmer P, Hedblad B, et al. Occurrence and prognostic significance of ventricular arrhythmia is related to pulmonary function: a study from «men. born in 1914», Malmö, Sweden. *Circulation*. 2001;103(25):3086-91. doi:10.1161/01.CIR.103.25.3086
24. Agostoni P, Corrà U, Emdin M. Periodic Breathing during Incremental Exercise. *Annals of the American Thoracic Society*. 2017;14(Suppl 1):116-22. doi:10.1513/AnnalsATS.201701-003FR
25. Cornelis J, Beckers PAJ, Vanroy Ch, et al. An overview of the applied definitions and diagnostic methods to assess exercise oscillatory ventilation – a systematic review. *International Journal of Cardiology*. 2015;190:161-9. doi:10.1016/j.ijcard.2015.04.111

---

#### Информация об авторах [Authors Info]

\***Агеева Кира Александровна** – ассистент кафедры инфекционных болезней, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, Российская Федерация. E-mail: ageeva3010k@gmail.com  
SPIN: 8756-3153, ORCID ID: 0000-0001-8537-7437.

**Kira A. Ageeva** – Assistant of the Department of Infectious Diseases, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation. E-mail: ageeva3010k@gmail.com  
SPIN: 8756-3153, ORCID ID: 0000-0001-8537-7437.

**Перегудова Наталия Николаевна** – ассистент кафедры госпитальной терапии с курсом медико-социальной экспертизы, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, Российская Федерация.  
SPIN: 6639-0651, ORCID ID: 0000-0001-6177-1405.

**Natalia N. Peregudova** – Assistant of the Department of Hospital Therapy with the Course of Medical and Social Expertise, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation.  
SPIN: 6639-0651, ORCID ID: 0000-0001-6177-1405.

**Филиппов Евгений Владимирович** – д.м.н., доц., зав. кафедрой поликлинической терапии и профилактической медицины, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, Российская Федерация.  
SPIN: 2809-2781, ORCID ID: 0000-0002-7688-7176.

**Evgeny V. Filippov** – MD, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Outpatient Therapy and Prophylactic Medicine, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation.  
SPIN: 2809-2781, ORCID ID: 0000-0002-7688-7176.

**Абросимов Владимир Николаевич** – д.м.н., проф., Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, Российская Федерация.  
SPIN: 3212-4620, ORCID ID: 0000-0001-7011-4765.

**Vladimir N. Abrosimov** – MD, PhD, Professor, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation.  
SPIN: 3212-4620, ORCID ID: 0000-0001-7011-4765.

---

**Цитировать:** [Абросимов В.Н.](#), Агеева К.А., Перегудова Н.Н., Филиппов Е.В. Комплексная оценка параметров дыхательной системы при проведении 6-минутного шагового теста у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2020. Т. 8, №2. С. 189-201. doi:10.23888/HMJ202082189-201

**To cite this article:** [Abrosimov VN](#), Ageeva KA, Peregudova NN, Filippov EV. Comprehensive evaluation of parameters of respiratory system in 6-minute walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2020;8(2):189-201. doi:10.23888/HMJ202082189-201

**Поступила / Received:** 01.12.2019  
**Принята в печать / Accepted:** 02.06.2020