

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 616.24

3.1.18 Внутренние болезни

DOI: 10.37903/vsgma.2024.2.9 EDN: EFECSP

МОДИФИКАЦИЯ ТЕСТА С 6-МИНУТНОЙ ХОДЬБОЙ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ© Пунин Д.А.¹, Жемоедов М.В.², Юданова Т.А.², Пунин А.А.¹, Царёв С.А.¹¹Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28²Смоленская областная клиническая больница, Россия, 214018, Смоленск, пр. Гагарина, 27

Цель. Разработка нового показателя, отражающего переносимость физической нагрузки и компенсаторные возможности пациента с ХОБЛ – отношения площади десатурации в первую минуту восстановительного периода к пройденному расстоянию при выполнении теста с 6-минутной ходьбой.

Методика. Проведен тест с 6-минутной ходьбой у 31 пациента с ХОБЛ. Во время проведения исследования определялась площадь десатурации во время 6-минутной ходьбы, а также в первую минуту восстановительного периода, рассчитывалось отношение вышеперечисленных площадей к пройденному расстоянию (DDR и D₁DR соответственно). Был проведен корреляционный анализ между DDR, D₁DR, показателями спирометрии и выраженностью симптомов ХОБЛ. Построены модели регрессии DDR и D₁DR относительно ОФВ₁.

Результаты. Наблюдалась очень высокая корреляционная связь между DDR и D₁DR. Сила корреляционной связи между D₁DR и показателями легочной функции определялась от слабой до средней силы и была сопоставима с силой корреляционной связи между DDR и соответствующими показателями вентиляции легких. Построенные модели регрессии показатели легочной функции позволяли объяснить 33% дисперсии DDR и 30% дисперсии D₁DR, что предполагает наличие прочих, отличных от нарушений легочной вентиляции, факторов, влияющих на снижение толерантности пациентов к физической нагрузке.

Заключение. Показатели DDR и D₁DR отражают толерантность пациентов с ХОБЛ к физической нагрузке и могут быть использованы для оценки компенсаторных возможностей пациентов с ХОБЛ. и. Преимуществом D₁DR относительно DDR является более простая методика определения показателя.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, ХОБЛ, тест с 6-минутной ходьбой

A 6-MINUTES WALK TEST MODIFICATION FOR PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASEPunin D.A.¹, Zhemoedov M.V.², Yudanov T.A.², Punin A.A.¹, Tsarev S.A.¹¹Smolensk State Medical University, 28, Krupskoj St., 214019, Smolensk, Russia²Smolensk Regional Clinical Hospital, Gagarin Avenue, 214018, Smolensk, Russia*Abstract*

Objective. To develop a new indicator reflecting exercise tolerance and compensatory capabilities of a patient with COPD - desaturation area in the first minute of the recovery period to the walked distance ratio in a 6-minute walk test.

Methods. A 6-minute walk test was performed in 31 COPD patients. The area of desaturation during a 6-minute walk period, as well as in the first minute of the recovery period were measured; the ratio of the above areas to the walked distance was calculated (DDR and D₁DR, respectively). A correlation analysis was conducted between DDR, D₁DR, spirometry indicators and the severity of COPD symptoms. Regression models of DDR and D₁DR to FEV₁ were built.

Results. A very high correlation was observed between DDR and D₁DR. The strength of the correlation between D₁DR and pulmonary ventilation parameters was weak to moderate and was comparable to the strength of the correlation between DDR and the corresponding measures of pulmonary ventilation. The regression models built for pulmonary function indicators explained 33% of the variance in DDR and 30% of the variance in D₁DR, which suggests the presence of factors other than pulmonary ventilation impairment that influence the decrease in patients' exercise tolerance.

Conclusions. The DDR and D₁DR indicators reflect COPD patients' exercise tolerance and can be used to assess their compensatory capabilities. The advantage of D₁DR over DDR is a simpler method for measuring the indicator.

Keywords: Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD, 6-minute walk test

Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – распространенное заболевание, ассоциированное с наличием большого количества сопутствующей патологии, снижающее качество жизни пациентов и приводящее к их инвалидизации и повышению риска смерти, оказывающее экономическую нагрузку на систему здравоохранения [2, 3, 9, 13, 15]. Одним из основных симптомов у пациентов с ХОБЛ, оказывающих значительное негативное влияние на качество жизни пациентов, является нарушение переносимости физической нагрузки. Тест с 6-минутной ходьбой позволяет провести оценку снижения физических возможностей пациента, при этом он безопасен и прост в выполнении, не требует наличия специального оборудования. Тест с 6-минутной ходьбой может быть использован в качестве индикатора неблагоприятного прогноза и эффективности проводимой терапии [1, 10, 12], входит в состав комплексного теста BODE, позволяющего оценить прогноз течения заболевания [4]. В частности, ранняя десатурация при проведении теста с 6-минутной ходьбой ассоциируется с повышением риска смерти в 3,5 раза у пациентов с ХОБЛ [10], а минимальная клинически значимая разница в пройденном расстоянии у пациентов с хронической бронхолегочной патологией составляет 30 м, при этом она не зависит от конкретного заболевания и от исходных параметров пациента [11]. Тест с 6-минутной ходьбой позволяет зарегистрировать улучшение толерантности к физической нагрузке при проведении реабилитации пациентов с ХОБЛ даже в случае отсутствия динамики показателей легочной функции [5].

Недостатком теста с 6-минутной ходьбой является значительная зависимость результатов исследования от мотивации пациента [7]. Недостаточное усилие приводит к уменьшению пройденного расстояния и к недооценке десатурации крови в ответ на физическую нагрузку. В связи с этим был предложен интегральный параметр, отражающий и пройденное расстояние, и степень десатурации крови, – desaturation-distance ratio (DDR), равный отношению площади десатурации к пройденному расстоянию (6MP) [14]. Исходно DDR был разработан для оценки переносимости физической нагрузки пациентами с идиопатическим легочным фиброзом, в дальнейшем данный показатель был изучен у пациентов с бронхообструктивными заболеваниями [8].

Для определения DDR необходима запись сатурации крови на протяжении всего тестирования во время ходьбы пациента, что может представлять технические сложности в реальной клинической практике ввиду необходимости наличия специального оборудования, способного делать непрерывную запись показателей. В связи с этим представляет интерес возможность использования площади десатурации в восстановительном периоде после окончания ходьбы для определения DDR.

Цель исследования – разработка нового показателя, отражающего переносимость физической нагрузки и компенсаторные возможности пациента с ХОБЛ – отношения площади десатурации в первую минуту восстановительного периода к пройденному расстоянию при выполнении теста с 6-минутной ходьбой.

Методика

В исследуемую группу вошел 31 пациент с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ). Характеристика группы пациентов представлена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика исследуемой группы (n=31).

Показатель	Значение
Возраст*, лет	65±7,2
Пол, мужчины / женщины	25 / 6
Рост*, см	171±9,4
Масса тела*, кг	81±15,3
Индекс массы тела*, кг/м ²	28±5,4
Стаж курения**, пачка лет	40 [22; 47]
CAT	20 [14; 25]
mMRC	2 [1; 3]

Примечание: * данные представлены как среднее значение и среднее квадратичное отклонение; ** данные представлены как медиана и верхний и нижний квартиль

Всем пациентам был выполнен тест с 6-минутной ходьбой на фоне текущей базисной бронхолитической терапии. Тест с 6-минутной ходьбой проводился после 5 минутного отдыха для стабилизации частоты пульса и сатурации крови. После 5 минутного отдыха в течение 1 минуты проводился мониторинг сатурации крови с интервалом измерений в 2 секунды. Среднее значение из всех зарегистрированных значений сатурации крови принимались как исходные значения показателя.

При проведении тестирования оценивались пройденное расстояние (6MP), проводился мониторинг сатурации крови и пульса во время тестирования и в течение первых двух минут восстановительного периода по окончании физической нагрузки.

Регистрация сатурации крови и пульса проводилась каждые 2 секунды с последующим определением площади десатурации, ограниченной сверху линией в 100% и снизу зарегистрированной сатурацией пациента. Определялась площадь десатурации во время теста с 6 минутной ходьбой и в первую минуту восстановительного периода (рис. 1). В дальнейшем рассчитывалось отношение площади десатурации, определенной во время теста с шестиминутной ходьбой и в первую минуту восстановительного периода, к пройденному расстоянию (DDR и D₁DR соответственно).

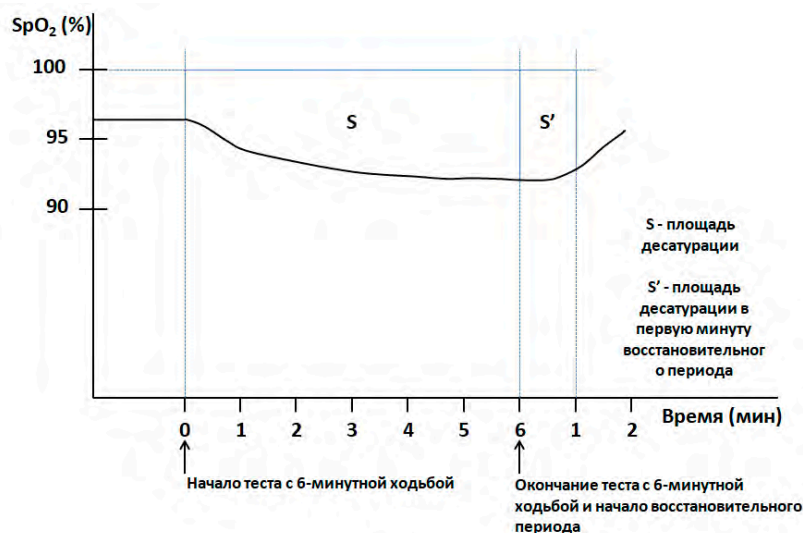


Рис. 1. Определение площади десатурации во время теста с 6-минутной ходьбой (S) и в первую минуту восстановительного периода (S')

Оценка выраженности усталости проводилась с использованием модифицированного вопросника BORG. С целью оценки легочной вентиляции была выполнена спирометрия. Перед проведением исследования базисная терапия не отменялась с целью сохранения одинакового влияния терапии на функциональное состояние пациента при проведении спирометрии и теста с 6-минутной ходьбой.

Результаты представлены в виде среднего значения и среднее квадратичное отклонение для параметров, выраженных в непрерывной шкале с нормальным распределением; медианы с указанием межквартильного интервала для параметров, выраженных в непрерывной шкале с

распределением, отличающимся от нормального и для параметров, выраженных в дискретной шкале. Корреляционный анализ проведен с использованием коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты спирометрии представлены в таблице 2. 6МР при проведении теста с 6-минутной ходьбой составило 469 ± 86 м, что составляла 92 ± 21 % от должного расстояния. Выраженность нагрузки по шкале Борга составила 3 [3; 4] балла. Исходные SpO_2 и частота пульса до начала теста с 6-минутной ходьбой составили $96 \pm 2,4$ % и $73 \pm 11,5$ уд/мин соответственно. Минимальная зарегистрированная SpO_2 и максимальная частота пульса во время ходьбы оказались равными $90 \pm 4,9$ % и $103 \pm 14,4$ уд/мин соответственно. Площадь десатурации во время теста с 6-минутной ходьбой была равна 2188 [1333; 3155], в течение первой минуты восстановительного периода – 314 [205; 477], DDR составил $5,29 \pm 3,12$, $D_1DR = 0,85 \pm 0,57$. Наблюдалась очень высокая корреляционная связь между DDR и D_1DR ($r = 0,91$, $p < 0,001$).

Таблица 2. Результаты спирометрии исследуемой группы (n=31)

Показатель	Значение
ЖЕЛ*, л	$3,22 \pm 1,09$
ЖЕЛ*, %31	$84,3 \pm 23,5$
ФЖЕЛ*, л	$3,02 \pm 1,08$
ФЖЕЛ*, %	$82,5 \pm 25,4$
ОФВ ₁ ** , л	1,30 [1,04; 1,81]
ОФВ ₁ * , %	$51,2 \pm 19,5$
ОФВ ₁ /ЖЕЛ** , %	44,8 [38,7; 52,2]
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ* , %	$49,2 \pm 11,4$

Примечание: * данные представлены как среднее значение и среднеквадратичное отклонение; ** данные представлены как медиана и верхний и нижний квартиль

Корреляционная связь была статистически незначима между DDR, D_1DR и ОФВ₁/ФЖЕЛ. С остальными показателями легочной функции наблюдалась корреляционная связь от слабой до средней силы, при этом сила связи между индексом DDR и показателями легочной функции была сопоставима с силой связи между индексом D_1DR и соответствующими показателями вентиляции легких (табл. 3).

Таблица 3. Результаты корреляционного анализа индексов DDR и D_1DR и показателей спирометрии

Показатели		ЖЕЛ	ЖЕЛ	ФЖЕЛ	ФЖЕЛ	ОФВ ₁	ОФВ ₁	ОФВ ₁ /ЖЕЛ	ОФВ ₁ /ФЖЕЛ
		(л)	(%)	(л)	(%)	(л)	(%)	(л)	Л (л)
DDR	r	-0,44*	-0,46*	-0,46*	-0,47*	-0,59**	-0,58*	-0,39**	-0,27*
	p	0,014	0,009	0,008	0,008	0,001	0,001	0,030	0,144
D_1DR	r	-0,41*	-0,45*	-0,44*	-0,46*	-0,59**	-0,55*	-0,39**	-0,26*
	p	0,021	0,010	0,012	0,009	0,001	0,001	0,029	0,156

Примечание: * – использован критерий корреляции Пирсона; ** – использован критерий ранговой корреляции Спирмена

Очень высокая корреляционная связь между DDR и D_1DR , а также сопоставимость силы корреляционной связи между DDR, D_1DR и соответствующими показателями спирометрии предполагает возможность использования площади десатурации в 1 минуту восстановительного периода в качестве альтернативы площади десатурации во время 6-минутной ходьбы. Такая модификация методики проведения тестирования значительно упрощает применение данного показателя в реальной клинической практике.

Стоит отметить, что сила корреляционной связи между величиной DDR показателями легочной функции, полученными в нашем исследовании, были сопоставимы с результатами, полученными зарубежными исследователями [8], то есть данные взаимосвязи воспроизводимы в различных исследованиях. При этом, наличие взаимосвязи между ранней десатурацией при проведении теста

с 6-минутной ходьбой и повышением риска смерти у пациентов с ХОБЛ [10] позволяет предположить возможность использования DDR и D_1DR в качестве маркера повышенного риска смерти пациентов с ХОБЛ, однако это требует дополнительного изучения. Был проведен регрессионный анализ показателей DDR и D_1DR относительно $ОФВ_1$: Модель регрессии для DDR: $DDR = 10,0 - 0,09 * ОФВ_1$; $F=14,5$, $p = 0,001$; $R^2 = 0,33$ (рис. 2).

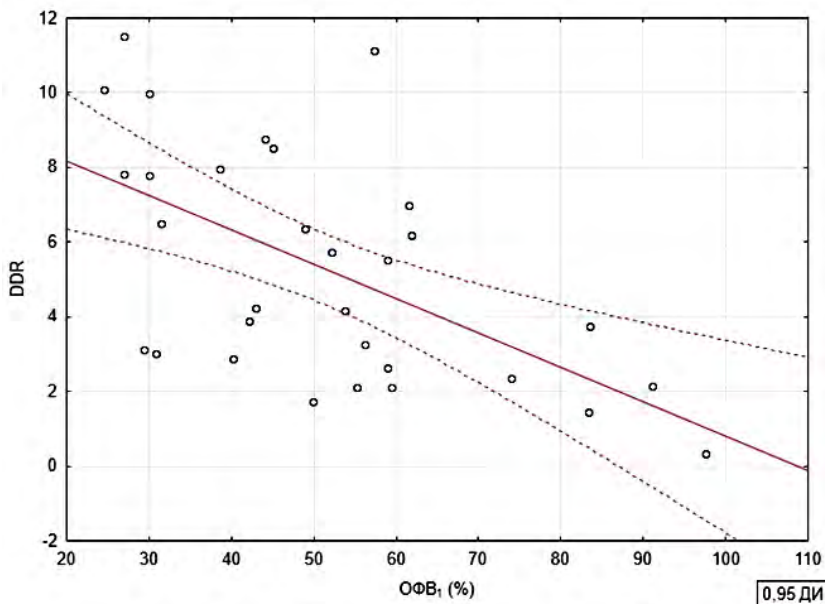


Рис.2. График рассеяния DDR относительно $ОФВ_1$ (%)

Модель регрессии для D_1DR : $D_1DR = 1,67 - 0,016 * ОФВ_1$; $F=12,6$, $p = 0,001$; $R^2 = 0,30$ (рис. 3).

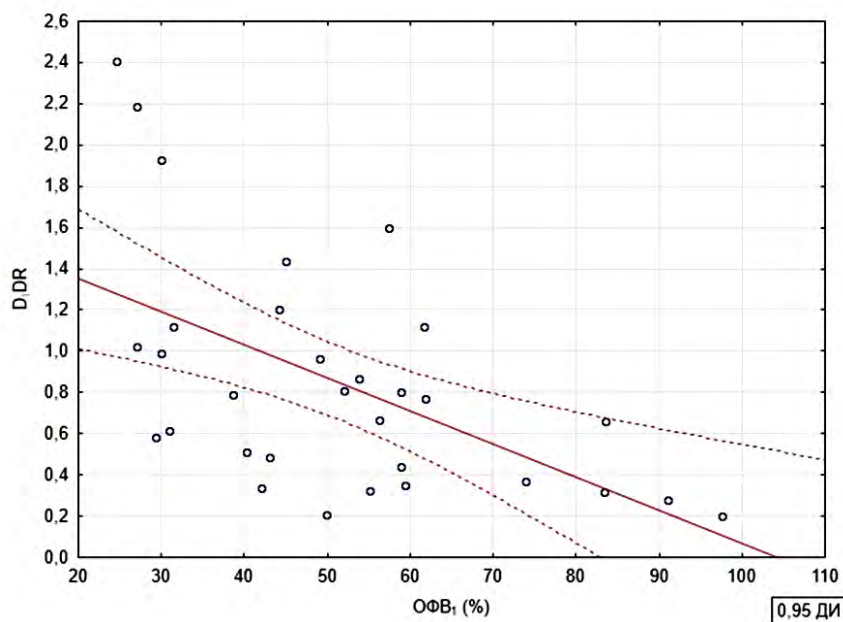


Рис. 3. График рассеяния D_1DR относительно $ОФВ_1$ (%)

В предложенных регрессионных моделях показатели легочной функции позволяют объяснить 33% дисперсии DDR и 30% дисперсии D_1DR . Следовательно, на величину DDR и D_1DR оказывают влияние не только параметры спирометрии, но и множество других факторов. В частности, была показана зависимость DDR от величины диффузионной способности легких и выраженности эмфиземы по данным компьютерной томографии [6, 8]. Таким образом, DDR и D_1DR может быть

предложен для использования в качестве самостоятельного интегрального показателя оценки компенсаторных возможностей пациента с ХОБЛ.

При анализе взаимосвязи между выраженностью симптомов и показателями DDR и D₁DR наблюдалась статистически значимая корреляционная связь средней силы между DDR, D₁DR и результатами mMRC теста. Корреляционная связь между DDR, D₁DR и выраженностью нагрузки по шкале Борга была слабой силы, однако она была статистически не значима, что может быть связано с небольшим количеством наблюдений. Наблюдалась очень слабая, статистически незначимая связь между DDR, D₁DR и результатами CAT теста.

Как известно, вопросник mMRC направлен на оценку выраженности одышки, в то время как на результаты CAT теста кроме одышки влияет множество других симптомов, таких как кашель, наличие мокроты, качество сна, наличие усталости и т.д. Наличие корреляционной связи между DDR, D₁DR и результатами mMRC теста указывает на возможность объективизации уровня одышки при применении новых индексов для оценки состояния пациента. Данные корреляционного анализа представлены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты корреляционного анализа индексов DDR и D₁DR и показателей, характеризующих выраженность симптомов заболевания

Показатели		mMRC	CAT	BORG
DDR	r	0,52	0,27	0,33
	p	0,003	0,145	0,073
D ₁ DR	r	0,51	0,24	0,33
	p	0,003	0,197	0,074

Примечание: использован критерий ранговой корреляции Спирмена

На рис. 4 и 5 представлены графики рассеяния результатов mMRC теста относительно индексов DDR и D₁DR.

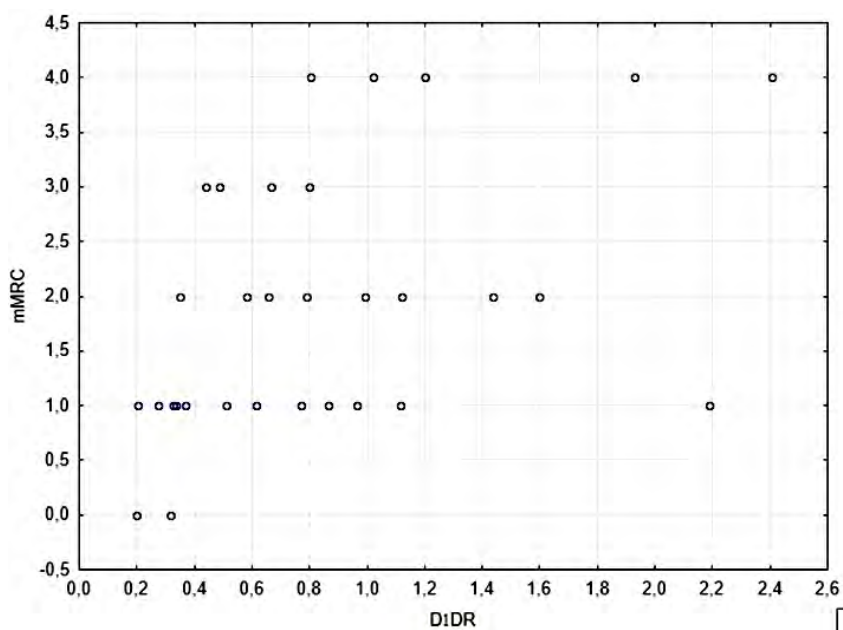


Рис. 4. График рассеяния результатов mMRC теста относительно DDR.

Заключение

Показатели DDR и D₁DR могут быть использованы для определения компенсаторных возможностей пациентов с ХОБЛ и объективизации переносимости физической нагрузки. Преимуществом D₁DR относительно DDR является более простая методика определения показателя, не требующая мониторинга уровня сатурации крови во время ходьбы пациента

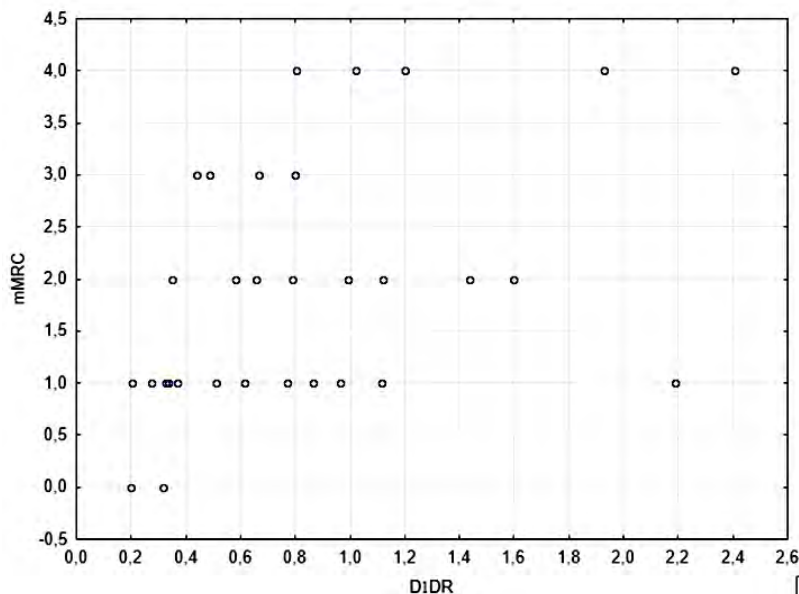


Рис. 5. График рассеяния результатов mMRC теста относительно D₁DR

Литература (references)

1. Агеева К.А., Перегудова Н.Н., Филиппов Е.В., Абросимов В.Н. 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. [Ageeva K.A., Peregudova N.N., Filippov E.V., Abrosimov V.N. Nauka molodyh (Eruditio juvenium). Science of the young (Eruditio juvenium). – 2020. – V.8, N2. – P. 189-201. (in Russian)]
2. Денисова Т.П., Морозова Т.Г., Литвинова И.А. Хроническая обструктивная болезнь легких и сопутствующая патология // Вестник смоленской государственной медицинской академии. – 2011. – Т.10, №2. – С.11-12. [Denisova T.P., Morozova T.G., Litvinova I.A. Vestnik smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. – 2011. – V.10, N2. – P. 11-12. (in Russian)]
3. Драпкина О.М., Концевая А.В., Муканеева Д.К., Смирнова М.И., Анциферова А.А., Лукьянов М.М., Мырзаматова А.О., Моховиков Г.И., Худяков М.Б., Авдеев С.Н. Прогноз социально-экономического бремени хронической обструктивной болезни легких в российской федерации в 2022 году // Пульмонология. – 2022. – Т.32, №4. – С. 507-516. [Drapkina O.M., Koncevaja A.V., Mukaneeva D.K., Smirnova M.I., Anciferova A.A., Luk'janov M.M., Myrzamatova A.O., Mohovikov G.I., Hudjakov M.B., Avdeev S.N. Pul'monologija. Pulmonology. – 2022. – V.32, N4. – P. 507-516. (in Russian)]
4. Карали Н.А., Ребров А.П. Индекс BODE как предиктор неблагоприятного прогноза при хронической обструктивной болезни легких (по результатам проспективного динамического наблюдения) // Терапевтический Архив. – 2007. – Т.79, №3. – С. 11-14. [Karali N.A., Rebrov A.P. Terapevticheskij Arhiv. Therapeutic Archive. – 2007. – V.79, N3. – P. 11-14. (in Russian)]
5. Эргешова Л.А. Физическая реабилитация больных ХОБЛ // Вестник современной клинической медицины. – 2014. – Т.7, № 4. – С. 46-49. [Jergeshova, L. A. Vestnik sovremennoj klinicheskoy mediciny. Bulletin of modern clinical medicine. – 2014. – V.7, N4. – P. 46-49. (in Russian)]
6. Aktan R., Tertemiz K.C., Yiğit S., Özalevli S., Özgen Alpaydın A., Uçan E.S. Usefulness of a new parameter in functional assessment in patients with idiopathic pulmonary fibrosis: desaturation - distance ratio from the six-minute walk test // Sarcoidosis, Vasculitis and Diffuse Lung Diseases. – 2023. – V.40, N2. – P. e2023021.
7. Enright P.L. The Six-Minute Walk Test // Respiratory care. – 2003. – V.48, N8. – P. 783-785.
8. Fujimoto Y., Oki Y., Kaneko M., Sakai H., Misu S., Yamaguchi T., Mitani Y., Yasuda H., Ishikawa A. Usefulness of the desaturation-distance ratio from the six-minute walk test for patients with COPD // International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. – 2017. – N12. – P. 2669-2675.
9. García-Olmos L., Alberquilla A., Ayala V., García-Sagredo P., Morales L., Carmona M., de Tena-Dávila M.J., Pascual M., Muñoz A., Salvador C.H., Monteagudo J.L. Comorbidity in patients with chronic obstructive pulmonary disease in family practice: a cross sectional study // BMC Family Practice. – 2013. – V.14 – P. 11.
10. García-Talavera I., Figueira-Gonçalves J.M., Golpe R., Esteban C., Amado C., Pérez-Méndez L.I., Aramburu A., Conde-Martel A. Early Desaturation During 6-Minute Walk Test is a Predictor of Mortality in COPD // Lung – 2023. – V.201, N2. – P. 217-224.

11. Holland A.E., Spruit M.A., Troosters T., Puhan M.A., Pepin V., Saey D., McCormack M.C., Carlin B.W., Scirba F.C., Pitta F., Wanger J., MacIntyre N., Kaminsky D.A., Culver B.H., Reville S.M., Hernandez N.A., Andrianopoulos V., Camillo C.A., Mitchell K.E., Lee A.L., Hill C.J., Singh S.J. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease // *The European respiratory journal*. – 2014. – V.44, N6. – P. 1428-1446.
12. Lettieri C.J., Nathan S.D., Browning R.F., Barnett S.D., Ahmad S., Shorr A.F. The distance-saturation product predicts mortality in idiopathic pulmonary fibrosis // *Respiratory Medicine* – 2006. – V.100, N10. – P. 1734-1741.
13. McGarvey L.P., John M., Anderson J.A., Zvarich M., Wise R.A. Ascertainment of cause-specific mortality in COPD: operations of the TORCH Clinical Endpoint Committee // *Thorax*. – 2007. – V.62, N5. – P. 411-415.
14. Pimenta S.P., Rocha R.B., Baldi B.G., Kawassaki A.M., Kairalla R.A., Carvalho C.R. Desaturation - distance ratio: a new concept for a functional assessment of interstitial lung diseases // *Clinics (Sao Paulo)*. – 2010. – V.65, N9. – P. 841-846.
15. Putcha N., Drummond M.B., Wise R.A., Hansel N.N. Comorbidities and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Prevalence, Influence on Outcomes, and Management // *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2015. – V.36, N4. – P. 575-591.

Информация об авторах

Пунин Денис Александрович – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры терапии, ультразвуковой и функциональной диагностики факультета ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: pun.92.work@gmail.com

Жемоедов Максим Васильевич – врач-пульмонолог пульмонологического отделения ОГБУЗ «Смоленская областная клиническая больница». E-mail: zhemoedov@gmail.com

Юданова Татьяна Александровна – врач-пульмонолог пульмонологического отделения ОГБУЗ «Смоленская областная клиническая больница». E-mail: yudanovata@gmail.com

Пунин Александр Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской терапии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: 001e316@mail.ru

Царёв Сергей Алексеевич – ординатор кафедры терапии, ультразвуковой и функциональной диагностики факультета ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: tsarev.se@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.03.2024

Принята к печати 29.03.2024