

<https://doi.org/10.34883/PI.2025.28.5.011>  
УДК 616.131-008.331.1-06-08



Лицкевич Л.В.

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

## Показатели функционирования кардиореспираторной системы у пациентов с бронхиальной астмой до и после проведения восстановительного лечения

**Конфликт интересов:** не заявлен.

Подана: 11.08.2025

Принята: 13.10.2025

Контакты: larysalitskevich@tut.by

### Резюме

В статье освещены результаты клинико-функционального обследования пациентов с бронхиальной астмой среднетяжелого течения в стадии обострения. Основными особенностями, выявленными у пациентов с бронхиальной астмой, являются неконтролируемое течение заболевания, экспираторная одышка, обратимая бронхиальная обструкция, признаки эмфиземы дыхательных путей, что сопровождается легкой хронической дыхательной недостаточностью на фоне умеренных нарушений газообмена. Применение в ходе восстановительного лечения метода нормоксической баротерапии у пациентов с бронхиальной астмой приводит к достоверному улучшению показателей сердечно-сосудистой системы организма: снижается ЧСС (на 14,4% после процедуры,  $p < 0,001$ ), снижается САД (на 8,7%,  $p < 0,001$ ), улучшаются респираторные показатели после курса процедур нормоксической баротерапии, что характеризуется увеличением ЖЕЛ (на 9,6%,  $p < 0,05$ ) и соотношения ОФВ1/ФЖЕЛ (на 118%,  $p < 0,001$ ). Данные изменения могут свидетельствовать об уменьшении бронхиальной обструкции при проведении нормоксической баротерапии в ходе восстановительного стационарного лечения у пациентов с бронхиальной астмой, что сопровождается изменениями показателей качества жизни пациентов и толерантности к физической нагрузке.

**Ключевые слова:** бронхиальная астма, клинико-функциональное обследование, кардиореспираторные нарушения, восстановительное лечение, нормоксическая баротерапия, толерантность к физической нагрузке, качество жизни

Litskevich L.

Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

# Functioning Indicators of the Cardio-Respiratory System in Patients with Bronchial Asthma Before and After Rehabilitation Treatment

**Conflict of interest:** nothing to declare.

Submitted: 11.08.2025

Accepted: 13.10.2025

Contacts: larysalitskevich@tut.by

## Abstract

---

The article presents the results of clinical and functional examination of patients with moderate to severe bronchial asthma in the acute stage. The main features identified in patients with bronchial asthma are: uncontrolled course of the disease, expiratory dyspnea, reversible bronchial obstruction, signs of airway emphysema, which is accompanied by mild chronic respiratory failure against the background of moderate gas exchange disorders. The use of the NB method in the course of rehabilitation treatment in patients with bronchial asthma leads to a reliable improvement in the parameters of the cardiovascular system of the body: heart rate decreases (by 14.4% after the procedure,  $p < 0.001$ ), systolic blood pressure decreases (by 8.7%,  $p < 0.001$ ), improvement in respiratory parameters after a course of NB procedures is established, characterized by an increase in vital capacity (by 9.6%,  $p < 0.05$ ) and the FEV1/FVC ratio (by 118%,  $p < 0.001$ ). These changes may indicate a decrease in bronchial obstruction during NB in patients with bronchial asthma, which was accompanied by changes in patients' quality of life and exercise tolerance.

**Keywords:** bronchial asthma, clinical and functional examination, cardiorespiratory disorders, restorative treatment, normoxic barotherapy, exercise tolerance, quality of life

---

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Астма – это хроническое воспалительное заболевание дыхательных путей, которое физиологически приводит к гиперреактивности, а клинически – к повторяющимся эпизодам свистящего дыхания, стеснения в груди или кашля. Воспаление дыхательных путей, сокращение гладкой мускулатуры, отслаивание эпителия, гиперсекреция слизистой оболочки, гиперреактивность бронхов и отек слизистых оболочек вносят свой вклад в патофизиологию астмы [1]. По официальной статистике, в Республике Беларусь зарегистрировано более 68 674 пациентов с бронхиальной астмой (БА), из которых лиц с тяжелой БА около 20% [2]. В настоящее время активно рассматривается концепция патогенеза БА с акцентом на персистирующее воспаление дыхательных путей, в основе которого находится Th1/Th2-лимфоцитарный дисбаланс системы иммунитета. Для пациентов с БА, независимо от формы заболевания, характерно снижение соотношения концентраций IFN- $\gamma$  и IL-4, отражающее

активность воспалительного процесса и выраженность дисбаланса Th1/Th2 с преобладанием Th2-лимфоцитов [3]. Помимо иммунного дисбаланса и ведущих изменений дыхательной системы, таких как хроническое воспаление, сочетающееся с обратной обструкцией бронхов и их гиперреактивностью, длительное течение астмы часто сопровождается развитием, наряду с характерными фенотипами заболевания, патологии со стороны сердечно-сосудистой системы. В настоящее время неуклонно расширяется поиск персонализированных подходов к лечению пациентов с БА, важное место в котором наряду с ингаляционными глюкокортикоидами и длительно действующими  $\beta$ 2-агонистами (ДДБА) занимают иммунобиологические препараты [4]. Целями базисной терапии пациентов с БА являются: предотвращение смертельных случаев, госпитализаций и посещений отделения неотложной помощи, достижение хорошего долгосрочного контроля над астмой с уменьшением симптомов, поддержанием нормального уровня активности, предотвращением обострений, ускоренной потери легочной функции и побочных эффектов терапии. Два метода лечения показаны только для людей с аллергической астмой: аллерген-специфическая иммунотерапия, эффективная для уменьшения симптомов и использования лекарств у пациентов с аллергической астмой легкой и средней степени тяжести, и биологическая терапия, нацеленная на воспаление (Th2-типа), с использованием моноклональных антител омализумаба, меполизумаба и др., которые показаны для лечения астмы от умеренной до тяжелой степени [5].

Несмотря на активную роль системного воспаления в прогрессировании БА, связь с развитием кардиореспираторных нарушений остается недостаточно изученной. Также в настоящее время не существует вмешательств, благодаря применению которых было бы достоверно доказано продление выживаемости пациентов с БА. Одним из наиболее перспективных направлений современной науки считается применение гипербарической оксигенации, связанное с лечением в специальных камерах, создающих режимы гипербарии (1,5–4 psi) и нормоксии (35% кислорода во вдыхаемом воздухе). Широкое распространение данный метод получил в связи с тем, что гипоксия является одной из центральных проблем современной патологии. Подавляющее большинство заболеваний человека ведут к развитию кислородной недостаточности и обусловленных ею нарушений, поэтому тяжесть гипоксии нередко является определяющим фактором, решающим исход заболевания. В клинических условиях гипоксия обычно возникает вторично, однако, развившись, она в свою очередь усугубляет течение основного заболевания, что ведет к утяжелению уже имеющейся кислородной недостаточности и снижению функциональных резервов организма.

Нормоксическая баротерапия (НБ) – лечение в барокамере при физиологически обусловленном небольшом избыточном давлении воздуха – не более 100–120 мм рт. ст. сверх атмосферного. Баротерапия позволяет полностью ликвидировать кислородный долг в тканях и восстановить саморегуляцию доставки кислорода к клетке. После 10–15 сеансов НБ стойко восстанавливается присущая здоровому организму регуляция артериального давления, микроциркуляции и естественных физиологических ритмов [6].

При использовании кислородотерапии под повышенным давлением достигается купирование любого вида кислородной недостаточности. Эффективность действия НБ достигается путем увеличения кислородной емкости крови за счет полного

насыщения гемоглобина кислородом и возрастания количества растворенного в крови кислорода. Доза поступающего в организм кислорода определяется режимом НБ, который включает уровень рабочего давления, время пребывания пациента при этом давлении, скорость подъема и снижения давления, количество и продолжительность сеансов, длительность интервалов между ними [7].

После лечения тяжелого обострения бронхиальной астмы пациентам необходимо включать в программу реабилитации комплекс дыхательных упражнений. Исследования кардиореспираторных реакций на непрерывные дыхательные упражнения проводились у пациентов с астмой, выздоравливающих после стационарного курса лечения острого обострения. Были изучены 18 бессимптомных пациентов (7 мужчин) в возрасте 18–48 лет. Первый тест был выполнен в течение 1-й недели после поступления, когда средняя (SD) пиковая скорость выдоха (PEFR) составляла 88 (20%) прогнозируемой нормы, а артериальное напряжение кислорода (PaO<sub>2</sub>) составляло 13,1 (1,4) кПа. Во время 4-недельного исследования не было обнаружено существенных различий в средних кардиореспираторных реакциях. Однако после четырех тестов в целом были обнаружены значительные взаимосвязи между PaO<sub>2</sub> восстановления и самым низким после тренировки PEFR, выраженным в абсолютных значениях ( $r=0,515$ ,  $P<0,001$ ) и в процентах от прогнозируемой нормы ( $r=0,533$ ,  $P<0,001$ ); а также между PaO<sub>2</sub> восстановления и % изменения PEFR после тренировки ( $r=0,299$ ,  $P<0,05$ ). Предлагается, чтобы комплекс упражнений был выполнен у выздоравливающих астматиков, желающих соблюдать активный образ жизни [8].

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведение комплексного клинико-функционального обследования пациентов с БА, обоснование применения и оценка эффективности НБ у пациентов с БА.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выявления кардиореспираторных нарушений при БА дизайном исследования было предусмотрено проведение комплекса инструментальных методов исследования. Исследование показателей функции внешнего дыхания проводилось на компьютерном спирографе «МАС-1» (Беларусь). Для оценки структурно-функционального состояния сердечно-сосудистой системы проводился анализ данных доплер-ЭхоКГ на аппарате Siemens Sonoline G50, Германия.

В исследование были включены 56 пациентов, в т. ч. 27 пациентов с БА (основная группа), 29 пациентов с БА (контрольная группа), проходящих лечение на базе пульмонологического отделения ГУ «РНПЦ пульмонологии и фтизиатрии» в 2016 г. Пациенты сравниваемых групп были сопоставимы по возрасту, индексу массы тела, частоте указаний на воздействие профессиональных факторов в анамнезе.

Пациентам основной и контрольной групп проводилась базисная терапия основного заболевания согласно клиническим протоколам диагностики и лечения болезней органов дыхания.

Пациентам основной группы дополнительно проводилась НБ в камере Vitaeris-320, в которой создавались режимы гипербарии (4 psi) и нормоксии (35% кислорода во вдыхаемом воздухе) по следующей схеме: компрессия 5–6 мин., экспозиция 40 мин., декомпрессия в течение 5–10 мин. Длительность курса – 7–10 сеансов, количество курсов – 2 раза в год.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Клинико-anamnestические данные в сравниваемых группах представлены в табл. 1.

В ОГ было 27 пациентов с БА, из них мужчин – 8 (29,6%), женщин – 19 (70,74%). Возраст пациентов составил от 21 года до 69 лет, средний возраст –  $50,56 \pm 2,45$  года. Длительность болезни пациентов с БА составила  $12,5 \pm 3,0$  года. Пациенты ОГ не курили. Все пациенты (100%) предъявляли жалобы на усиление одышки, 15 человек (55,5%) – на кашель с увеличением объема мокроты. Неблагоприятному воздействию промышленных поллютантов (длительному ингаляционному вдыханию хлора, бензина, фенолов, пыли, удобрений) и холодных условий труда на рабочем месте подвергались 7 чел. (25,9%).

В КГ было 29 пациентов с БА, из них мужчин – 8 (27,6%), женщин – 21 (72,4%). Возраст пациентов – от 21 года до 69 лет, в среднем –  $52,3 \pm 2,4$  года. Длительность болезни пациентов составила  $5,3 \pm 1,3$  года. Средний индекс курения –  $7,8 \pm 3,4$  пачки/лет. Жалобы на усиление одышки предъявлял 21 пациент (72,4%), на кашель с увеличением объема мокроты – 15 (51,7%). У 8 человек (27,6%) имелось неблагоприятное воздействие промышленных поллютантов (длительное ингаляционное вдыхание).

Проведение основного или поддерживающего курса медикаментозного лечения астмы включало, согласно клиническим протоколам диагностики и лечения болезней органов дыхания: фенотерол (ДАИ) 100 мкг или сальбутамол (ДАИ) 100 мкг 1–2 вдоха, ситуационно беклометазона дипропионат 200–500 мкг, или эквивалент будесонида 200–400 мкг, или флутиказона 100–250 мкг, симптоматическую терапию, обучение в астма-школе, дыхательную гимнастику, тренировку дыхательной мускулатуры.

Пациенты сравниваемых групп были сопоставимы по возрасту, индексу массы тела, частоте указаний на воздействие профессиональных факторов в анамнезе.

Пациентам основной и контрольной групп проводилась базисная терапия основного заболевания согласно клиническим протоколам диагностики и лечения болезней органов дыхания. Статистическая обработка результатов проведена с использованием программы Statistica 6.0. Достоверность различий между двумя независимыми выборками определяли методами параметрической статистики с помощью t-критерия Стьюдента или непараметрической статистики (U-критерий Манна – Уитни). Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ . Для показателей, характеризующих качественные признаки, указывались абсолютное число и относительная величина в процентах.

**Таблица 1**  
**Характеристика пациентов, включенных в исследование**

**Table 1**  
**Characteristics of patients included in the study**

| Параметры                 | ОГ (n=27)        | КГ (n=29)      | P        |
|---------------------------|------------------|----------------|----------|
| Пол:                      |                  |                |          |
| мужской, n (%)            | 8 (29,6%)        | 8 (27,6%)      | –        |
| женский, n (%)            | 19 (70,4%)       | 21 (72,4%)     | –        |
| Возраст, лет              | $50,56 \pm 2,45$ | $52,3 \pm 2,4$ | –        |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>    | $27,2 \pm 1,02$  | $28,8 \pm 1,4$ | –        |
| Длительность болезни, лет | $12,5 \pm 3,0$   | $5,3 \pm 1,3$  | $< 0,05$ |
| Число обострений / год    | $3,37 \pm 2,04$  | $1,0 \pm 1,04$ | –        |

Примечание: данные представлены в виде  $M \pm SD$  или n (%).

## Результаты комплексного исследования функции внешнего дыхания

Результаты комплексного исследования функции внешнего дыхания представлены в табл. 2.

Выявлена статистически значимая динамика основных показателей, характеризующих вентиляцию легких в ОГ по сравнению с КГ.

У пациентов с БА выявлены начальные обструктивные нарушения разной степени выраженности. Данные указывают на наличие у пациентов со среднетяжелым течением БА обратимой бронхиальной обструкции. Это проявлялось снижением ОФВ1 до  $73,9 \pm 4,1\%$  от должного в ОГ и до  $85,4 \pm 4,8\%$  от должного в КГ. Наблюдалось снижение соотношения ОФВ1/ФЖЕЛ до  $30,4 \pm 3,0\%$  от должного в ОГ, в КГ – до  $74,8 \pm 2,9\%$  от должного ( $p < 0,001$ ). Показатели спирометрии отражали рост малообратимой бронхиальной обструкции по мере увеличения длительности и степени тяжести заболевания. У пациентов в ОГ наблюдалось достоверное снижение показателя  $MOC_{75}$  – до  $37,8 \pm 4\%$  от должного по сравнению с  $55,4 \pm 0,6\%$  от должного в КГ ( $p < 0,001$ ). Отмечено также снижение  $MOC_{50}$  – до  $50,0 \pm 5,2\%$  от должного в ОГ по сравнению с КГ ( $p < 0,001$ ),  $MOC_{25}$  – до  $62,8 \pm 5,4\%$  от должного в ОГ по сравнению с КГ ( $p < 0,001$ ).

Выявлено увеличение бронхиального сопротивления (БС) до  $104,8 \pm 2,2\%$  от должного у пациентов в ОГ по сравнению с  $91,7 \pm 0,9$  в КГ ( $p < 0,001$ ). Установлено, что при прогрессировании БА в ОГ увеличивались остаточный объем (ОО) – до  $145,0 \pm 0,9\%$  от должного и соотношение остаточного объема к общей емкости легких (ООЛ/ОЕЛ) – до  $123,1 \pm 4,1\%$  от должного, но различия не достигали статистической значимости

**Таблица 2**  
**Результаты спирометрии, бодиплетизмографии и исследования диффузионной способности легких**  
**Table 2**

### Results of spirometry, body plethysmography, and lung diffusion capacity testing

| Параметры                          | ОГ              | КГ              | p         |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Спирография, n                     | 27              | 29              |           |
| ОФВ1, % от долж.                   | $73,9 \pm 4,1$  | $85,4 \pm 4,8$  | $< 0,001$ |
| ОФВ1/ФЖЕЛ, % от долж.              | $30,4 \pm 3,0$  | $74,8 \pm 2,9$  | $< 0,001$ |
| $MOC_{25}$ , % от долж.            | $62,8 \pm 5,4$  | $81,9 \pm 0,7$  | $< 0,001$ |
| $MOC_{50}$ , % от долж.            | $50,0 \pm 5,2$  | $68,3 \pm 0,6$  | $< 0,001$ |
| $MOC_{75}$ , % от долж.            | $37,8 \pm 4,1$  | $55,4 \pm 0,6$  | $< 0,001$ |
| $СОС_{2575}$ , % от долж.          | $50,4 \pm 5,0$  | $71,4 \pm 0,7$  |           |
| Бодиплетизмография, n              | 27              | 29              | –         |
| БСобщ, % от долж.                  | $104,8 \pm 2,2$ | $91,7 \pm 0,9$  | $< 0,001$ |
| ООЛ, % от долж.                    | $0,23 \pm 0,1$  | $0,21 \pm 0,01$ | –         |
| ООЛ/ОЕЛ, % от долж.                | $0,5 \pm 0,1$   | $0,37 \pm 0,04$ | –         |
| Диффузионная способность легких, n | 27              | 29              |           |
| ДСЛ, % от долж.                    | $76,86 \pm 3,4$ | $88,13 \pm 1,1$ | –         |
| ДСЛ/Ао, % от долж.                 | $123,1 \pm 4,1$ | $114,2 \pm 4,1$ | –         |

Примечания: ОФВ1 – постбронходилатационный объем форсированного выдоха за 1-ю секунду, ОФВ1/ФЖЕЛ – постбронходилатационное отношение объема форсированного выдоха за 1-ю секунду к форсированной жизненной емкости легких, БСобщ – бронхиальное сопротивление общее, ООЛ – остаточный объем легких, ООЛ/ОЕЛ – отношение остаточного объема к общей емкости легких, ДСЛ – диффузионная способность легких.

по сравнению с КГ. Увеличение соотношения ОО, ООЛ/ОЕЛ (в 1,4 и 1,2 раза по сравнению с нормальными значениями) свидетельствует о наличии у пациентов с БА начальных признаков эмфиземы легких и газообменных нарушений. Увеличение у пациентов из ОГ по сравнению с КГ показателя БС выд. до  $0,5 \pm 0,1$  кПахс/л свидетельствует о наличии экспираторной одышки. Степень выраженности одышки у пациентов с БА из ОГ характеризовалась показателем MRC на уровне  $1,5 \pm 0,3$  балла, что было недостоверно ( $p > 0,05$  по сравнению с КГ). Результаты АСТ-теста свидетельствовали о нарушении контроля над астмой и составляли в среднем в ОГ  $15,7 \pm 0,8$  балла, что соответствовало неконтролируемому течению астмы.

При среднетяжелой БА не наблюдалось достоверного увеличения альвеолярного объема (АО) –  $76,86 \pm 3,36\%$  от должного ( $p > 0,05$  по сравнению с КГ) и диффузионной способности легких (ДЛСО) – до  $83,7 \pm 3,5\%$  от должного, что может быть обусловлено сохранением числа функционирующих альвеол и суммарной поверхности функционирующей легочной ткани. Однако уровень ДЛСО  $76,86 \pm 3,36\%$  у пациентов с БА соответствовал умеренным нарушениям газообмена вследствие наличия эмфиземы легких.

### Газовый состав капиллярной крови, сатурация, уровень лактата

Для определения степени дыхательной недостаточности проводились исследование газового состава капиллярной крови ( $P_{aO_2}$ ,  $P_{aCO_2}$ ) и пульсоксиметрия ( $SaO_2$ ). Одновременно выполнена регистрация уровня метаболитов (лактата) и кислотно-щелочного состояния (КЩС). Результаты представлены в табл. 3.

У пациентов, страдающих БА, установлено снижение сатурации артериальной крови на 1,0% – до  $95,3 \pm 0,4\%$  в ОГ ( $p > 0,05$  по сравнению с КГ). Установлено значимое ( $p < 0,05$  по сравнению с КГ) повышение лактата артериальной крови до  $2,13 \pm 0,2$  ммоль/л, что свидетельствует о начальных признаках лактат-ацидоза у пациентов с БА. На этом фоне наблюдались нормальные уровни показателей  $P_{aCO_2}$  –  $37,6 \pm 0,7$  мм рт. ст. и  $P_{aO_2}$  –  $73,6 \pm 1,9$  мм рт. ст. ( $p > 0,05$  по сравнению с КГ). Это также свидетельствует о начальных признаках хронической дыхательной недостаточности, проявляющейся в основном при физической нагрузке либо ходьбе.

Таким образом, при прогрессировании БА отмечается тенденция к развитию у пациентов со среднетяжелой БА умеренной гипоксемии и дыхательного ацидоза.

**Таблица 3**  
**Газовый состав капиллярной крови, сатурация, уровень лактата**

**Table 3**  
**Capillary blood gas composition, saturation, lactate level**

| Параметры                | ОГ              | КГ              | p        |
|--------------------------|-----------------|-----------------|----------|
| n                        | 24              | 21              |          |
| $SaO_2$ , %              | $95,3 \pm 0,4$  | $95,4 \pm 0,3$  | –        |
| pH                       | $7,41 \pm 0,01$ | $7,42 \pm 0,01$ | –        |
| $P_{aCO_2}$ , мм рт. ст. | $37,6 \pm 0,7$  | $37,1 \pm 1,0$  | –        |
| $P_{aO_2}$ , мм рт. ст.  | $73,6 \pm 1,9$  | $69,5 \pm 1,8$  | –        |
| Лактат, ммоль/л          | $2,13 \pm 0,2$  | $1,5 \pm 0,2$   | $< 0,05$ |

### Оценка кардиальных нарушений

По данным инструментальных методов обследования (ЭКГ в 12 общепринятых отведениях, рентгенографии органов грудной клетки) выявлена легкая степень поражения кардиореспираторной системы. Выявлены ЭКГ-признаки перегрузки правых отделов сердца у 15 (55,6%) пациентов с БА из ОГ: отклонение электрической оси сердца (ЭОС) вправо – у 5 (18,5%), неполная блокада правой ножки пучка Гиса – у 4 (14,8%), миграция водителя ритма – у 3 (11,1%), нарушения ритма сердца в виде суправентрикулярной экстрасистолии – у 3 (11,1%).

### Оценка толерантности к физической нагрузке

При прогрессировании болезни у пациентов с БА наряду с развитием респираторных и кардиореспираторных нарушений происходит постепенное снижение толерантности к физической нагрузке (ТФН). Это проявляется уменьшением дистанции в тесте с 6-минутной ходьбой на 44,5% и 17,2% соответственно. Показатели ТФН у пациентов с БА показаны в табл. 4.

Снижение дистанции ходьбы также отмечено в 6-минутном шаговом тесте у пациентов с БА из ОГ, что не наблюдалось в КГ. По результатам расчета должной дистанции ходьбы было получено, что пройденная дистанция у пациентов с БА в тесте с 6-минутной ходьбой составила  $87,2 \pm 0,7\%$  от должного, что свидетельствовало

**Таблица 4**  
**Показатели толерантности к физической нагрузке**  
**Table 4**  
**Exercise tolerance indicators**

| Показатели нагрузочных тестов   | ОГ, n=27  | КГ, n=29   | p      |
|---------------------------------|-----------|------------|--------|
| САД, мм рт. ст.                 | 118,3±1,7 | 109,0±3,6  | <0,05  |
| ДАД, мм рт. ст.                 | 80,5±1,0  | 76,0±1,0   | <0,01  |
| ЧСС, уд/мин                     | 81,8±1,2  | 74,5±0,7   | <0,001 |
| Дистанция ходьбы, % от должного | 87,2±0,7  | 105,3±14,8 | –      |

**Таблица 5**  
**Интегральные показатели качества жизни у пациентов с БА**  
**Table 5**  
**Integrated indicators of quality of life in patients with BA**

| Интегральные показатели | ОГ, n=27 | КГ, n=29 | p      |
|-------------------------|----------|----------|--------|
| ФА, %                   | 55,7±0,7 | 65,6±1,1 | <0,001 |
| РФ, %                   | 28,9±1,0 | 12,5±1,3 | <0,001 |
| ОЗ, %                   | 62,1±0,5 | 64,1±5,0 | –      |
| ЖС, %                   | 62,0±4,0 | 64,4±0,5 | –      |
| СА, %                   | 47,3±3,0 | 37,5±3,3 | <0,05  |
| РЭ, %                   | 54,8±1,3 | 50,0±1,9 | –      |
| ПЗ, %                   | 63,6±2,6 | 55,2±2,2 | <0,05  |
| ИПФЗ, %                 | 50,6±0,5 | 51,8±6,9 | –      |
| ИППЗ, %                 | 59,6±2,3 | 54,1±3,4 | –      |

Примечания: ФА – физическая активность, РФ – роль физических проблем в ограничении жизнедеятельности, ОЗ – общее восприятие здоровья, ЖС – жизненная сила, СА – социальная активность, РЭ – роль эмоциональных проблем, ПЗ – психическое здоровье, ИПФЗ – интегральный показатель физического здоровья, ИППЗ – интегральный показатель психического здоровья.

о высокой ТФН и начале формирования ограничений мобильности у пациентов из ОГ. Третью группу инвалидности имели 2 (7,4%) пациента. Показатели артериального давления и ЧСС в ОГ, измеренные через 5 минут после проведения нагрузочных тестов, не превышали нормальных значений, однако были значимо выше по сравнению с КГ ( $p < 0,05$ ), что подчеркивает начальный уровень формирования ограничений жизнедеятельности у пациентов с БА.

### Оценка интегральных показателей качества жизни пациентов

При проведении психологической экспертно-реабилитационной диагностики нами было оценено качество жизни пациентов в основной и контрольной группах (табл. 5).

В ОГ и КГ наблюдалось снижение показателя ФА до  $55,7 \pm 0,7\%$  и  $65,6 \pm 1,1\%$  соответственно, причем этот показатель был значимо ниже у пациентов с БА из ОГ ( $p < 0,001$  по сравнению с КГ), что обусловлено начальным уровнем формирования ограничений жизнедеятельности у данной категории пациентов. Было отмечено снижение показателей ПЗ и СА у пациентов из ОГ и КГ. Показатели ОЗ и ЖС были ниже у пациентов с БА из ОГ в сравнении с КГ, но статистической значимости различия не достигли ( $p > 0,05$ ).

### Оценка лабораторных показателей

У пациентов КГ наблюдалась тенденция к повышению С-реактивного белка. Уровень холестерина составил в ОГ  $6,5 \pm 0,4$  ммоль/л, что подчеркивало наличие активного воспалительного процесса как в дыхательных путях, так и в сосудистом компоненте сердечно-сосудистой системы, являлось предрасполагающим фактором развития атеросклероза коронарных артерий и маркером как артериальной, так и легочной артериальной гипертензии. Дополнительно было найдено увеличение аланинаминотрансферазы до  $35,0 \pm 5,6$  ммоль/л.

Изменения показателей биохимических тестов в основных группах и группах сравнения представлены в табл. 6.

У пациентов с БА было установлено повышение лейкоцитов до  $11,7 \pm 2,95 \times 10^9$  кл/л и СОЭ до  $12,3 \pm 1,8$  мм/ч, что свидетельствовало о том, что у большинства пациентов со среднетяжелой БА имелось обострение воспалительного процесса.

Изменения в периферической крови в основной и группе сравнения представлены в табл. 7.

**Таблица 6**  
**Показатели биохимических тестов**  
**Table 6**  
**Biochemical test results**

| Параметры | Общий белок, г/л | СРБ, г/л       | ХС общ., ммоль/л | АЛТ, ммоль/л   | Калий, ммоль/л | ЛДГ, Ед/л        | ЩФ, Ед/л        |
|-----------|------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|
| ОГ (n=27) | $72,2 \pm 1,2$   | $3,0 \pm 1,5$  | $6,5 \pm 0,4$    | $35,0 \pm 5,6$ | $4,7 \pm 0,1$  | $275,0 \pm 2,61$ | $92,0 \pm 5,6$  |
| КГ (n=29) | $73,3 \pm 3,1$   | $5,2 \pm 1,01$ | $5,7 \pm 1,8$    | $34,4 \pm 0,8$ | $4,7 \pm 0,1$  | $341,2 \pm 9,2$  | $101,4 \pm 0,7$ |

Примечания: СРБ – С-реактивный белок, ХС – холестерин, АЛТ – аланинаминотрансфераза, ЛДГ – лактатдегидрогеназа, ЩФ – щелочная фосфатаза.

**Таблица 7**  
**Показатели периферической крови**  
**Table 7**  
**Peripheral blood parameters**

| Параметры                         | ОГ (n=27) | КГ (n=29) |
|-----------------------------------|-----------|-----------|
| Гемоглобин, г/л                   | 144,9±2,5 | 138,7±3,3 |
| Эритроциты, 10 <sup>12</sup> кл/л | 4,9±0,08  | 4,9±0,2   |
| СОЭ, мм/ч                         | 12,3±1,8  | 12,9±1,7  |
| Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> кл/л   | 11,7±2,95 | 8,0±0,6   |
| Эозинофилы, %                     | 5,1±1,1   | 2,6±0,8   |

В периферической крови пациентов с БА из ОГ наблюдались: уровень гемоглобина – 144,9±2,5 г/л, количество эритроцитов – 4,9±0,08×10<sup>12</sup> кл/л, что соответствовало нормальным значениям и было сопоставимо с показателями пациентов из КГ.

#### **Оценка гемодинамических параметров малого круга кровообращения**

Для более информативной оценки структурно-функциональных особенностей состояния сердечно-сосудистой системы у пациентов изучаемых групп проводилось эхокардиографическое исследование с определением планиметрических параметров левых и правых отделов сердца, массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ), систолической и диастолической функции левого желудочка, а также гемодинамических параметров малого круга кровообращения.

**Таблица 8**  
**Эхокардиографические показатели**  
**Table 8**  
**Echocardiographic parameters**

| Параметр    | ОГ         | КГ        | p     |
|-------------|------------|-----------|-------|
| n           | 25         | 25        |       |
| Д аорты, мм | 25,8±0,6   | 28,8±1,0  | <0,05 |
| ПЗР ЛП, мм  | 35,2±0,8   | 36,5±1,1  | –     |
| ЛП1, мм     | 36,5±0,6   | 39,1±0,6  | –     |
| ЛП2, мм     | 48,3±0,7   | 50,0±0,7  | –     |
| КДР ЛЖ, мм  | 46,6±1,0   | 47,9±0,9  | –     |
| КСР ЛЖ, мм  | 27,4±0,9   | 28,1±0,9  | –     |
| ЛЖ1, мм     | 43,5±0,6   | 45,7±1,0  | –     |
| ЛЖ2, мм     | 73,0±1,5   | 76,6±1,5  | –     |
| КДО ЛЖ, мл  | 80,6±4,4   | 81,3±4,1  | –     |
| КСО ЛЖ, мл  | 26,8±1,8   | 27,8±1,5  | –     |
| УО, мл      | 73,8±2,8   | 80,3±3,4  | –     |
| ФВ, %       | 66,8±1,0   | 66,2±1,0  | –     |
| ТМЖПд, мм   | 10,6±0,3   | 10,9±0,3  | –     |
| ТМЖПс, мм   | 14,7±0,3   | 15,5±0,4  | –     |
| ТЗСЛЖд, мм  | 9,7±0,3    | 9,7±0,3   | –     |
| ТЗСЛЖс, мм  | 15,99±0,42 | 16,4±0,5  | –     |
| ММЛЖ, г     | 158,2±9,0  | 172,6±1,0 | –     |

Окончание таблицы 8

| Параметр                | ОГ       | КГ       | p     |
|-------------------------|----------|----------|-------|
| ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup> | 86,1±4,0 | 90,2±3,5 | –     |
| ПП1, мм                 | 35,7±0,8 | 36,6±0,6 | –     |
| ПП2, мм                 | 46,6±0,9 | 47,0±1,0 | –     |
| ПЗР ПЖ, мм              | 26,2±0,6 | 26,6±0,7 | –     |
| ПЖ1, мм                 | 34,4±0,7 | 34,5±0,6 | –     |
| ПЖ2, мм                 | 64,9±1,6 | 66,8±1,5 | –     |
| ТПСПЖ, мм               | 4,1±0,2  | 4,3±0,2  | –     |
| ТК: Е/А                 | 1,3±0,04 | 1,33±0,1 | –     |
| ДЛА                     | 24,1±0,8 | 21,7±0,9 | –     |
| ДЛАСред, ммHg           | 16,2±1,0 | 18,5±0,9 | –     |
| ДЛАСист, ммHg           | 32,1±1,2 | 28,1±1,6 | <0,05 |

Примечания: ПЗР ЛП – передне-задний размер левого предсердия; ЛП1 и ЛП2 – размеры левого предсердия в 4-камерной позиции; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; КСР ЛЖ – конечно-систолический размер ЛЖ; ЛЖ1 и ЛЖ2 – размеры левого желудочка в 4-камерной позиции; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка; УО – ударный объем; ФВ – фракция выброса; ТМЖПд и ТМЖПс – толщина межжелудочковой перегородки в диастолу и систолу; ТЗСЛЖд и ТЗСЛЖс – толщина задней стенки левого желудочка; ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка; ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка; ПП1 и ПП2 – размеры правого предсердия в 4-камерной позиции; ПЗР ПЖ – передне-задний размер правого желудочка; ПЖ1 и ПЖ2 – размеры правого желудочка в 4-камерной позиции; ТПСЖ – толщина передней стенки правого желудочка; ТК: Е/А – соотношение скоростей раннего (пик Е) и позднего (пик А) диастолического наполнения ПЖ; ДЛАСред – среднее давление в легочной артерии; ДЛАСист – систолическое давление в легочной артерии.

В основной группе выявлены: диаметр аорты на уровне аортального клапана (25,8±0,6 мм), короткая ось левого предсердия (36,5±0,6 мм) и длинная ось правого предсердия (46,6±0,9 мм), конечно-систолический и конечно-диастолический размеры левого желудочка (КСР ЛЖ и КДР ЛЖ), а также конечно-диастолический объем (КДО ЛЖ), которые были сопоставимы в обеих группах и не отклонялись от нормальных значений. Масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ) и индекс массы миокарда (ИММЛЖ) также были несколько ниже в основной группе БА и составили соответственно 158,2±9,0 г и 86,1±4,0 г/м<sup>2</sup>. У всех обследованных пациентов в обеих группах сократительная способность миокарда ЛЖ была сохранена (фракция выброса (ФВ) выше 45%), что составило 66,8±1,0% и 66,2±1,0% в основной и контрольной группах соответственно.

Размеры правого предсердия (ПП) в 4-камерной позиции были сопоставимы в сравниваемых группах. Диастолическая дисфункция ЛЖ по данным оценки трансмитрального потока в основной группе не была установлена. Различия между значениями показателей ДЛАСист в основной и контрольной группах пациентов были статистически значимыми (p<0,05 при сравнении с контролем) и достигали значений 32,1±1,2 ммHg и 28,1±1,6 ммHg соответственно. Среднегрупповое значение ДЛА составило в основной группе 24,1±0,8, что было выше, чем в контрольной группе – 21,7±0,9.

### Применение нормоксической баротерапии у пациентов с астмой

Применение НБ у пациентов с БА приводит к улучшению показателей сердечно-сосудистой системы организма: достоверно снижается ЧСС на 14,4% после процедуры (с 97,1±1,6 уд/мин до 81,1±3,9 уд/мин, p<0,001), снижается САД на 8,7%

(с  $144,7 \pm 1,2$  мм рт. ст. до  $132,1 \pm 1,1$  мм рт. ст.,  $p < 0,001$ ), снижается ДАД на 4,3% (с  $88,9 \pm 4,5$  мм рт. ст. до  $85,1 \pm 2,4$  мм рт. ст.,  $p > 0,05$ ). Показатель сатурации артериальной крови увеличивается на 2% (с  $93,9 \pm 2,1$  до  $95,8 \pm 0,9$ ,  $p > 0,05$ ). Установлено улучшение респираторных показателей после курса процедур НБ, характеризующееся увеличением ЖЕЛ на 9,6% (с  $86,1 \pm 3,5$  до  $94,4 \pm 0,81$ ,  $p < 0,05$ ) и соотношения ОФВ1/ФЖЕЛ на 118% (с  $30,4 \pm 3,0$  до  $66,3 \pm 0,5$ ,  $p < 0,001$ ). Данные изменения могут свидетельствовать об уменьшении бронхиальной обструкции при проведении НБ у пациентов с БА, что сопровождалось изменениями показателей качества жизни пациентов и ТФН.

Метод НБ увеличивает скорость насыщения гемоглобина кислородом (до 100%), активизирует тканевое дыхание на уровне митохондрий с высвобождением энергии для клетки, тем самым обеспечивая стойкий лечебный эффект при основном и сопутствующих заболеваниях (атеросклероз, артериальная гипертензия, сахарный диабет, неврологические заболевания, тревожность, депрессия), повышает уровень адаптационных возможностей пациентов с БА (профилактика простудных заболеваний, улучшение успеваемости и повышение стрессоустойчивости). Развитие длительного кумулятивного эффекта за счет обновления в течение 8–12 сеансов поврежденных клеточных митохондрий позволяет наполовину уменьшить количество обострений патологического процесса в течение года.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основу патогенеза астмы составляет наследственно обусловленное персистирующее воспаление дыхательных путей, в основе которого находится Th1/T2-лимфоцитарный дисбаланс системы иммунитета. Статистически значимое увеличение содержания CD4+ Т-хелперов до  $50,2 \pm 1,6\%$  ( $p < 0,05$  по сравнению с контролем) и частота превышения нормы их содержания до 59,3% могут свидетельствовать о повышении иммунной реактивности у пациентов с БА, что также подтверждается увеличением содержания CD3+16+56+ Т-лимфоцитов с фенотипом ЕК-клеток до  $6,9 \pm 1,1\%$  ( $p < 0,05$ ) и иммунорегуляторного индекса до  $2,36 \pm 0,2\%$  ( $p < 0,05$  в сравнении с группой здоровых лиц).

У пациентов с астмой выражены неконтролируемое течение заболевания, экспираторная одышка, обратимая бронхиальная обструкция, легкая эмфизема дыхательных путей, что сопровождается легкой хронической дыхательной недостаточностью на фоне умеренных нарушений газообмена.

---

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Nurcicek Padem, Carol Saulton. Classification of asthma. *Allergy Asthma Proc.* 2019 Nov 1;40(6):385–388.
2. *Severe bronchial asthma (Consensus report of a joint expert group). Clinical guidelines.* 2018. <https://diseases.medelement.com/disease/тяжелая-бронхиальная-астма-согласительный-доклад-РФ-2018/>
3. Antonovich Zh.V., et al. Features of the cytokine profile in patients with different forms of bronchial asthma. Scientific and practical aspects of cardiology and internal diseases: collection of scientific papers. Minsk: Belarusian State Medical University, 2013;19–23.. (in Russian)
4. Davidovskaya E.I., et al. Prospects for personalized therapy of severe bronchial asthma. *Recept.* 2019;22(2):276–286. (in Russian)
5. Jason H. Kwah, Anju T. Peters. Asthma in adults: Principles of treatment. *Allergy Asthma Proc.* 2019 Nov 1;40(6):396–402.
6. Kazantseva N.V., Volkova N.A., Makarova L.D., et al. The normoxic therapeutic compression effect on microcirculation in acute stroke. *Zh Nevrol Psikiatr Im. S.S. Korsakova.* 2005;Suppl 13:25–9. (in Russian)
7. Lichevich L.V., Ol'shevskaya M.V. Clinical and physiological rationale for the use of hyperbaric oxygenation (HBO) in the treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease and bronchial asthma (analytical review). *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «MLU-tuberkulez: novye nauchnye dostizhenija i ih prakticheskoe primenenie».* Minsk. 17–18 nojabrja 2016 g.pp. 186–189. (in Russian)
8. Cayton R.M, Packe G.E., Freeman W. Cardio-respiratory responses to exercise following treatment of acute severe asthma. *Respir Med.* 1991 Sep; 85(5):413–20.