

УДК 616.12-008.64-036.12:616.22-008.45+615.825.1

Н.Т. Ватутин^{1,2}, Г.А. Игнатенко¹, А.Н. Шевелёк^{1,2}, Г.Г. Тарадин¹, И.Г. Линник¹, А.В. Харченко¹¹ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», Донецк, ДНР²ГУ «Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака», Донецк, ДНР

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ОДЫШКИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕКОМПЕНСАЦИЕЙ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в лечении и профилактике сердечно-сосудистой патологии, распространенность сердечной недостаточности продолжает неуклонно расти. В настоящее время 23 миллиона человек во всем мире страдает сердечной недостаточностью (СН) [1]. Высокая распространенность СН приводит к значительному снижению качества жизни населения и ложится тяжелым экономическим бременем на систему здравоохранения.

Наиболее частым симптомом, сопровождающим течение сердечной недостаточности и определяющим потребность в госпитализации пациентов, является одышка. Согласно современному определению [2, 3], под одышкой понимают субъективное восприятие дыхательного дискомфорта, которое включает разнообразные по характеру и интенсивности ощущения и может сопровождаться или не сопровождаться объективными признаками нарушения дыхания. Нарушения дыхания у пациентов с СН многообразны и включают одышку при физической нагрузке (ФН) и в покое, различные типы периодического дыхания, апноэ сна. Дыхательный дискомфорт у больных СН может появляться при ФН, наклоне вперед, в горизонтальном положении либо в покое. Возникновение одышки значительно ограничивает повседневную деятельность, физическую активность и качество жизни пациентов с СН, а наличие периодических типов дыхания в дневное либо ночное время ассоциировано с достоверным ухудшением прогноза [4, 5].

Медикаментозные возможности коррекции нарушений дыхания у пациентов с СН крайне ограничены, а некоторые инструментальные методы их лечения лимитированы риском серьезных побочных эффектов. Так, применение адаптивной сервоventиляции легких сопровождается увеличением риска общей и сердечно-сосудистой смертности и не оказывает влияния на структурные показатели сердца и уровни

биомаркеров [6]. Терапевтический потенциал абляции каротидного тела в улучшении кардиореспираторного контроля ограничен риском серьезных осложнений ввиду близости жизненно важных анатомических структур, наличия атеросклеротических бляшек в области бифуркации и возможного чрезмерного угнетения симпатической системы [7].

Наиболее эффективным и безопасным методом коррекции респираторных нарушений у больных СН является тренировка дыхательной мускулатуры (ДМ) аппаратными методами [8]. Использование дыхательных тренажеров, создающих сопротивление воздушной струе во время вдоха и/или выдоха, и стимуляторов диафрагмы значительно улучшает респираторный резерв дыхательной мускулатуры, толерантность к ФН и качество жизни пациентов с СН [9]. Тем не менее широкое использование таких методик ограничено экономическими причинами и необходимостью в дополнительном оборудовании. В этой связи особую актуальность приобретает поиск новых эффективных, безопасных и удобных в применении методов коррекции дыхательных нарушений при СН.

Одним из перспективных способов тренировки ДМ является практика йоги. Полное йоговское дыхание представляет собой медленное глубокое дыхание, состоящее из трёх последовательных фаз – брюшной, грудной и ключичной. Сообщается [10], что данный вид дыхательной гимнастики способствует повышению толерантности к ФН, уменьшению нейровегетативного дисбаланса и улучшению качества жизни у относительно здоровых лиц, тем не менее его эффективность и безопасность у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) лишь начинает изучаться.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Проанализировать влияние полного йоговского дыхания на выраженность одышки и толерантность к физическим нагрузкам у пациентов с декомпенсацией ХСН.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В проспективное исследование были включены 120 пациентов (71 мужчина и 49 женщин, средний возраст – $73,6 \pm 5,8$ лет). Критериями включения являлись: возраст старше 18 лет; согласие на участие в исследовании; госпитализация в связи с декомпенсацией ХСН.

ХСН диагностировали в соответствии с критериями, рекомендованными Европейским обществом кардиологов по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности в 2016 г. [11]. Декомпенсация ХСН определялась как острое или постепенное нарастание клинических признаков и симптомов гипертонии (одышка, периферические отеки, влажные хрипы в легких), что требовало дополнительной немедленной терапии (например, внутривенного введения фуросемида) и / или госпитализации.

Критериями исключения были: необходимость лечения в условиях отделения интенсивной терапии; гемодинамическая нестабильность; острый коронарный синдром (ОКС) ≤ 3 месяцев; чрескожная коронарная ангиопластика ≤ 3 месяцев; коронарное шунтирование ≤ 3 месяцев; острое нарушение мозгового кровообращения ≤ 3 месяцев; тяжелая бронхопульмональная патология; тяжелая гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, диафрагмальная грыжа; неконтролируемая артериальная гипертензия; жизнеугрожающие нарушения ритма и проводимости сердца; внутрисердечный тромбоз; острый миокардит и/или перикардит; тяжелые стенозы клапанов; сопутствующие заболевания в стадии декомпенсации; активные системные заболевания; онкологические заболевания; беременность; алкогольная и наркотическая зависимость; психические заболевания; невозможность или нежелание выполнять процедуры исследования.

Исходно всем пациентам проводили комплексное общеклиническое обследование, оценку типа и тяжести ХСН, клинического статуса, выраженности одышки, толерантности к ФН по результатам теста 6-минутной ходьбы (6Х), диагностировали основное заболевание, послужившее причиной ХСН, и выполняли анализ сопутствующих заболеваний. После прохождения процедур исходного обследования все пациенты в соотношении 1:1 были рандомизированы в

группу дыхательной гимнастики, выполняемой в дополнение к стандартной медикаментозной терапии (основная группа, $n=60$), либо в группу только стандартной медикаментозной терапии (контрольная группа, $n=60$).

Пациенты основной группы были обучены технике глубокого йоговского дыхания, состоящего из трех последовательных фаз: брюшного, грудного и ключичного. Вдох выполнялся через нос медленно, глубоко, волнообразно с последовательным вовлечением мышц брюшного пресса и диафрагмы, межреберных мышц, а затем мышц плечевого пояса. Выдох осуществлялся в той же последовательности. Пациентам рекомендовали дышать настолько глубоко и настолько медленно, насколько это было переносимо. Участники практиковали полное дыхание в удобном положении сидя, в тихой комнате, ежедневно не менее 3 раз в день по 10 минут под наблюдением инструктора.

Первичной конечной точкой исследования было изменение выраженности одышки согласно модифицированной шкале Борга (в модификации Мареева В.Ю.) на 7-й день лечения. Вторичными переменными эффективности явились: изменение клинического статуса, дистанции теста 6Х, частота сердечных сокращений (ЧСС) и частота дыхательных движений (ЧДД) в покое.

Два пациента основной группы были исключены из исследования по причине низкой приверженности к выполнению упражнений. Таким образом, в окончательный анализ вошли данные 118 пациентов (58 – в основной группе и 60 – в контрольной).

Обработку результатов выполняли на персональном компьютере с использованием прикладной статистической программы «MedStat». При нормальном распределении количественные признаки были представлены в виде «среднее \pm стандартное отклонение» ($m \pm \sigma$), при отличном от нормального – обозначены как медиана и 1-й, 3-й квартили (Me (Q1; Q3)). Для сравнения двух выборок непрерывных переменных, подлежащих нормальному закону распределения, использовали парный и непарный t-критерий Стьюдента, при отличном от нормального – критерий Вилкоксона. Для сравнения относительных величин применяли стандартный метод анализа таблиц сопряженности с использованием критерия χ^2 . Во всех случаях проверки гипотез различия считались статистически значимыми при величине $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходно обе исследуемые группы больных были сопоставимы по основным клинико-

демографическим характеристикам: полу, возрасту, тяжести ХСН и коморбидным состояниям (табл. 1.).

К седьмому дню лечения в стационаре у пациентов обеих групп значительно уменьшилась интенсивность одышки (см. рис.), более выражено – в основной группе (с 6 (5; 6) до 3 (2; 3)1,2 баллов) по сравнению с контрольной (с 6 (5; 6) до 4 (3; 4)1, p <0,05).

Значимые различия между группами были получены и по вторичным переменным эффективности (табл. 2.). Так, у пациентов, выполняющих дыхательную гимнастику, наблюдалось более выраженное улучшение показателей клинического статуса, возрастание толерантности к физическим нагрузкам и насыщения крови кислородом, замедление ЧСС и ЧДД в покое.

В результате выполнения исследования было установлено, что тренировка ДМ с помощью полного йоговского дыхания у пациентов с деком-

пенсацией ХСН ассоциируется с более выраженным уменьшением одышки, улучшением клинического статуса, увеличением сатурации крови кислородом и толерантности к физическим нагрузкам по сравнению со стандартной терапией. Полученные нами результаты подтверждаются данными других исследований. Так, в работе Bernardi L. et al. [12] отмечено увеличение толерантности к ФН, а также уменьшение чувства одышки после 1 мес. выполнения полного йоговского дыхания пациентами с ХСН. В исследовании Pullen P. [13] показано, что 8 нед. практики йоги, включающей дыхательные упражнения, привели к существенному увеличению толерантности к ФН пациентов с ХСН. В нескольких работах применение диафрагмального дыхания способствовало улучшению гемодинамической реактивности на психологические стрессоры, качество жизни и сна у пациентов со стабильной ХСН [14-16]. Показано, что глубокое ди-

Таблица 1.

Исходная клиническая характеристика пациентов

Параметр	Основная группа (n=58)	Контрольная группа (n=60)	P
Возраст, годы, Me (Q1; Q3)	73 (66,5; 78)	72 (67; 78,5)	нз
Мужской пол, число больных (%)	36 (62,1%)	35 (58,3%)	нз
Артериальная гипертензия, число больных (%)	50 (86,2%)	49 (81,7%)	нз
Инфаркт миокарда в анамнезе, число больных (%)	36 (62,1%)	39 (65,0%)	нз
Фибрилляция предсердий, число больных (%)	21 (36,2%)	18 (30,0%)	нз
ОНМК в анамнезе, число больных (%)	5 (8,6%)	5 (8,3%)	нз
Хроническая обструктивная болезнь легких, число больных (%)	17 (29,3%)	21 (35,0%)	нз
Сахарный диабет 2-го типа, число больных (%)	23 (39,7%)	21 (35,0%)	нз
Анемия, число больных (%)	8 (13,8%)	12 (20,0%)	нз
ФК (NYHA), Me (Q1; Q3)	III (III; IV)	III (III; IV)	нз
Признаки застоя по двум кругам кровообращения, число больных (%)	51 (87,9%)	48 (80,0%)	нз
Анасарка, число больных (%)	7 (12,1%)	5 (8,3%)	нз
ИМТ, кг/м ² , m±σ	30,5±3,6	29,4±3,9	нз
САД, мм рт. ст., m±σ	131,2±3,9	129,3±4,6	нз
ДАД, мм рт. ст., m±σ	74,9±2,9	76,4±3,2	нз
ФВ ЛЖ, %, m±σ	42,8±8,2	44,6±6,2	нз
Натрий крови, ммоль/л, m±σ	133,5 (132; 137,5)	134,5 (133;137,5)	нз
Калий крови, ммоль/л, m±σ	4,20±0,36	4,32±0,42	нз
Гемоглобин крови, г/л, m±σ	114,6±7,8	117,3±6,2	нз
СКФ, мл/мин, m±σ	44,6±7,9	48,2±8,4	нз

Примечание: ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, ФК – функциональный класс; ИМТ – индекс массы тела; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; СКФ – скорость клубочковой фильтрации.

Таблица 2.

Динамика вторичных переменных эффективности (M±σ, Me (Q1;Q3))

Параметр	Основная группа		Контрольная группа	
	Исходно (n=58)	7-й день (n=55)	Исходно (n=60)	7-й день (n=53)
Клинический статус по ШОКС, баллы	9 (8; 10)	4 (3; 5) **	8 (8; 10)	6 (5; 7) *
Дистанция Т6Х, м	159,4±20,3	209,2±19,6 **	168,5±22,8	188,6±20,4 *
ЧДД в покое, мин-1	23 (21; 24)	19 (18; 20) **	24 (22; 25)	21 (20; 22) *
ЧСС в покое, мин-1	86,8±6,6	72,6±4,8 **	84,9±6,8	77,4±4,5 *
SpO ₂ , %	91 (88; 94)	97 (95; 97) **	90 (88; 92)	94 (93; 96) *

Примечание: ШОКС – шкала оценки клинического состояния; Т6Х – тест с 6-минутной ходьбой; ЧДД – частота дыхательных движений; ЧСС – частота сердечных сокращений; SpO₂ – сатурация артериальной крови кислородом; * – различия достоверны (p<0,05) по сравнению с исходными значениями, # – различия достоверны (p<0,05) по сравнению с контрольной группой.

афрагмальное дыхание эффективно при хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) [17], синдроме обструктивного апноэ сна (СОАС) [18] и АГ [19].

Дыхательные расстройства являются следствием множества адаптивных и дезадаптивных изменений системы внешнего дыхания, развивающихся при СН. Долгое время появление одышки при этом синдроме связывали преимущественно с застойными явлениями в легочных сосудах и пропотеванием жидкой части крови в интерстиций и альвеолы. В последующем было установлено [20], что в возникновении одышки участвует множество различных механизмов: усиление чувствительности хеморецепторов и подавление чувствительности барорецепторов к изменениям парциального давления кислорода и углекислого газа, снижение эластичности легочной ткани легких и нарушения проведения импульсов от рецепторов растяжения в легочной ткани, эндотелиальная дисфункция и нарушение метаболизма скелетных мышц [21, 22].

В настоящее время доказано, что одним из ключевых факторов возникновения одышки у пациентов с СН является слабость дыхательных мышц ввиду развития саркопенических изменений в диафрагме. Установлено, что у пациентов с выраженной ХСН наблюдается прогрессирующая потеря мышечной массы не только в скелетных, но и в респираторных мышцах [22, 23]. Диафрагма – мышца, которая вносит наибольший вклад в обеспечение эффективного газообмена, подвергается многочисленным патологическим изменениям, включающим усиление процесса дегградации белков, повышение уровня воспалительных цитокинов, уменьшение количества митохондрий, нарушение окислительного метаболизма. При биопсии диафрагмы у пациентов с

СН выявляют переход от быстро сокращающихся мышечных волокон (тип II) к медленно сокращающимся волокнам (тип I), усиление апоптоза и в конечном итоге замещение мышечных волокон жировой и соединительной тканью [24, 25].

Такое ремоделирование дыхательной мускулатуры приводит к снижению её силы и выносливости, усилению метаболического рефлекса вдоха и возникновению одышки [26]. Слабость дыхательной мускулатуры не только ограничивает функциональные возможности пациентов, но и достоверно ухудшает прогноз СН [27]. В этой связи тренировка ДМ в настоящее время рассматривается как ключевое реабилитационное мероприятие, способствующее уменьшению симптомов СН и улучшению качества жизни пациентов.

Механизмы реализации положительных эффектов дыхательных упражнений разнообразны и лишь начинают изучаться. Прежде всего они обусловлены возрастанием резерва дыхательной мускулатуры. В исследовании Сегизбаевой М.О. и Александрова Н.П. [28] тренировка с использованием маски увеличивала функциональный резерв дыхательных мышц у здоровых добровольцев. Это проявлялось в возрастании максимальной силы мышечных сокращений, достижении значительно больших значений максимальной произвольной вентиляции легких, повышении выносливости и устойчивости инспираторных и экспираторных мышц к развитию утомляемости во время тяжелых физических нагрузок. В исследованиях Арутюнова и соавт. [29] тренировка ДМ на тренажерах привела к улучшению функциональных резервных возможностей дыхательных мышц и толерантности к ФН у пациентов с ХСН. Особенностью полного глубокого дыхания является то, что на выдохе диафрагма подталкивается вверх мыш-

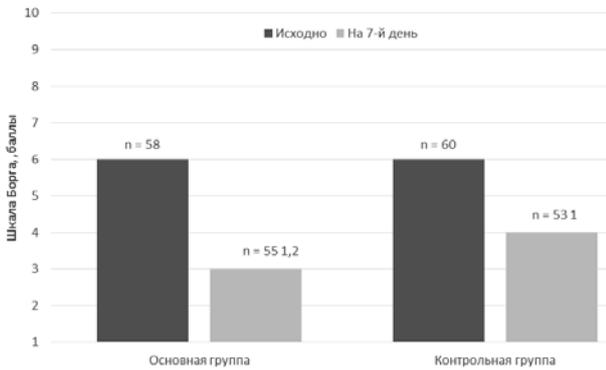


Рис. Динамика выраженности одышки. Примечание: 1 – различия достоверны ($p < 0,05$) по сравнению с исходными значениями, 2 – различия достоверны ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой.

цами живота, что увеличивает её эффективность как инспираторной мышцы [30]. За счет увеличения силы и выносливости дыхательных мышц, а также повышения эффективности газообмена выполнение полного йоговского дыхания приводит к улучшению не только спирометрических показателей, но и сатурации артериальной крови кислородом. Вероятно, это лежит в основе увеличения толерантности к ФН и уменьшения чувства одышки, достигнутых в данном исследовании.

Другой механизм воздействия дыхательной гимнастики может лежать в улучшении нейровегетативной регуляции сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Известно, что течение ХСН характеризуется снижением тонуса парасимпатического отдела автономной нервной системы и, соответственно, повышением активности симпатического ее звена. Гипоксия и гиперкапния, возникающие при СН, приводят к активации хеморецепторов каротидной зоны [31, 32]. Сигналы от этих рецепторов поступают в дыхательный центр продолговатого мозга, вызывая активацию симпатoadреналовой системы, направленную на поддержание адекватного уровня оксигенации крови. Повышение симпатического тонуса в первую очередь проявляется увеличением частоты дыхания, повышением системного артериального давления и ЧСС. Существуют данные об оптимизации баланса вегетативной нервной системы на фоне тренировки ДМ [33]. Воздействуя на барорецепторы легочной ткани, а также рецепторы растяжения, расположенные в гладкомышечном слое крупных воздухоносных путей, медленное глубокое йоговское дыхание активирует парасимпатиче-

скую нервную систему и снижает чувствительность хеморецепторов [34]. Этот механизм, вероятно, обуславливает снижение ЧСС и ЧДД, полученное нами в данной работе. Не исключено также и центральное влияние йоговского дыхания на дыхательный и сосудодвигательный центры продолговатого мозга. В основе данного феномена может лежать общая для некоторых дыхательных и кардиомоторных нейронов сеть [35].

Наконец, предполагают, что тренировка дыхательных мышц может уменьшать гиперактивацию дыхательного метабоорефлекса и улучшать переносимость и эффективность аэробных тренировок умеренной интенсивности. Ожидаются результаты исследования Беграмбековой Ю.Л. и соавт. [36], посвященного оценке комплексных тренировок дыхательной и скелетной мускулатуры у пациентов с ХСН III-IV функционального класса и низкой и промежуточной фракцией выброса левого желудочка.

Выводы

Тренировка ДМ с помощью полного йоговского дыхания в дополнение к стандартной медикаментозной терапии пациентов с острой декомпенсацией СН приводит к более значимому уменьшению выраженности одышки, увеличению толерантности к ФН, более выраженному замедлению ЧСС и ЧДД покоя и улучшению насыщения крови кислородом.

Полное йоговское дыхание является доступным и относительно простым в выполнении методом, не требующим дополнительных экономических затрат и специального оборудования. Важно подчеркнуть, что в нашем исследовании по мере практики дыхательной гимнастики приверженность к ее выполнению возрастала, а сами пациенты отмечали доступность и эффективность этого метода.

Несомненным ограничением данного исследования являлось отсутствие заслепления техники тренировки ДМ, что в определенной мере снижает валидность полученных результатов. Разделение пациентов на дополнительные подгруппы в зависимости от типа ХСН и её тяжести способствовало бы определению роли полного дыхания для отдельных когорт больных. Более крупные, хорошо спланированные исследования по оценке объективных детерминант ХСН и жестких конечных точек помогут прояснить роль дыхательных упражнений как важной нефармакологической терапии ХСН.

Н.Т. Ватутин^{1,2}, Г.А. Игнатенко¹, А.Н. Шевелёв^{1,2}, Г.Г. Тарадин¹, И.Г. Линник¹, А.В. Харченко¹

¹ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», Донецк, ДНР

²ГУ «Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака», Донецк, ДНР

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ОДЫШКИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕКОМПЕНСАЦИЕЙ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Цель: проанализировать влияние тренировки дыхательной мускулатуры на выраженность одышки и толерантность к физическим нагрузкам у пациентов с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности.

Материал и методы. В проспективное исследование были включены 120 пациентов (71 мужчина и 49 женщин, средний возраст – 73,6±5,8лет). Критериями включения являлись: возраст старше 18 лет; согласие на участие в исследовании; госпитализация в связи с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности. Исходно всем пациентам проводили комплексное общеклиническое обследование, оценку клинического статуса, выраженности одышки и толерантности к физической нагрузке по результатам теста 6-минутной ходьбы. После прохождения процедур исходного обследования все пациенты были рандомизированы в группу дыхательной гимнастики, выполняемой в дополнение к стандартной медикаментозной терапии (основная группа, n=60), либо в группу только стандартной медикаментозной терапии (контрольная группа, n=60). Пациенты основной группы были обучены технике полного йоговского дыхания, состоящего из трех последовательных фаз: брюшного, грудного и ключичного. Участники практиковали полное дыхание ежедневно не менее 3 раз в день по 10 минут под наблюдением инструктора. Первичной конечной точкой исследования было изменение выраженности одышки согласно модифици-

рованной шкале Борга на 7-й день лечения.

Результаты исследования. Исходно обе исследуемые группы больных были сопоставимы по основным клинико-демографическим характеристикам. К седьмому дню лечения в стационаре у пациентов обеих групп значительно уменьшилась интенсивность одышки, более выражено – в группе дыхательной гимнастики (с 6 (5; 6) до 3 (2; 3) баллов) по сравнению с контрольной (с 6 (5; 6) до 4 (3; 4), p <0,05). Значимые различия между группами были получены и по вторичным переменным эффективности: дистанции теста с шестиминутной ходьбой, частоте сердечных сокращений и дыхания в покое, насыщении крови кислородом (p <0,05).

Выводы. Тренировка дыхательной мускулатуры с помощью полного йоговского дыхания в дополнение к стандартной медикаментозной терапии пациентов с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности приводит к более значимому уменьшению выраженности одышки, увеличению толерантности к физической нагрузке, более выраженному замедлению частоты сердечных сокращений и частоты дыхательных движений в покое и улучшению насыщения крови кислородом.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, декомпенсация, полное йоговское дыхание, одышка, толерантность к физическим нагрузкам, сатурация крови кислородом, саркопения.

N.T. Vatutin^{1,2}, G.A. Ignatenko¹, A.N. Shevelyok^{1,2}, G.G. Taradin¹, I.G. Linnik¹, A.V. Kharchenko¹

¹SEI HPE «M. Gorky Donetsk National Medical University», Donetsk, DPR

²SI «V.K. Gusak Institute of Urgent and Reconstructive Surgery», Donetsk, DPR

EFFECT OF RESPIRATORY MUSCLE TRAINING ON THE SEVERITY OF DYSPNEA IN PATIENTS WITH DECOMPENSATED CHRONIC HEART FAILURE

The aim: to analyze the effect of respiratory muscle training on the severity of dyspnea and exercise tolerance in patients with decompensated chronic heart failure.

Material and methods. The prospective study included 120 patients (71 men and 49 women, mean age 73.6±5.8 years). The inclusion criteria were: age over 18 years; consent to participate in the study; hospitalization due to decompensation of chronic heart failure. Initially, all patients conducted a comprehensive generalization examination, the assessment of the clinical status, the severity of dyspnea and tolerance to physical exertion based on the test of a 6-minute walk. After initial procedures all patients were randomized to breathing exercises performed in addition to standard therapy (main group, n = 60) or to standard therapy only (control group, n = 60). Patients of the main group were trained in the technique of complete yogic breathing, which consists of three successive phases: abdominal, thoracic and clavicular. The participants practiced full breathing daily at least 3 times a day for 10 minutes under the supervision of instructor. The primary endpoint of the study was the change in dys-

pnea according to the modified Borg scale (modified by V.Yu. Mareev) on the 7th day of treatment.

Results. Initially, both groups of patients were comparable in the main clinical and demographic characteristics. By the 7th day of treatment the intensity of dyspnea decreased in both groups, more significantly in the group of respiratory gymnastics (from 6 (5; 6) to 3 (2; 3) points) compared to the control (from 6 (5; 6) to 4 (3; 4), p <0.05). Significant differences between the groups were also obtained for secondary end-points: test distance with a six-minute walk, heart rate and respiration rate at rest, blood oxygen saturation (p <0.05).

Conclusion. Respiratory muscles training with full yogic breathing in addition to standard medical therapy for patients with decompensated chronic heart failure leads to a more significant reduction in the dyspnea severity, increased exercise tolerance, decreasing in heart rate and respiratory rate at rest, and an improvement in blood oxygen saturation.

Key words: chronic heart failure, decompensation, full yogic breathing, dyspnea, tolerance to physical exertion, blood oxygen saturation, sarcopenia.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chaudhry S-P, Stewart G.C. Advanced Heart Failure: Prevalence, Natural History, and Prognosis. *Heart Fail Clin.* 2016; 12 (3): 323-333. doi: 10.1016/j.hfc.2016.03.001
2. Parshall M.B., Schwartzstein R.M., Adams L. et al. An Official American Thoracic Society Statement: Update on the Mechanisms, Assessment, and Management of Dyspnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 2012; 185 (4): 435-452. doi: 10.1164/rccm.201111-2042ST
3. Мартыненко Т.И., Параева О.С., Черногорюк Г.Э., Дронов С.В. Вербальные дескрипторы одышки легочного и сердечного генеза. современные проблемы науки и образования. 2019; (6). URL: <https://science-education.ru/article/view?id=29318> doi: 10.17513/spno.29318
4. Grimm W., Kesper K., Cassel W., Timmesfeld N., Hildebrandt O., Koehler U. Cheyne-stokes respiration during wakefulness in patients with chronic heart failure. *Sleep Breath.* 2017; 21 (2): 419-426. doi: 10.1007/s11325-016-1433-x
5. Ларина В.Н., Барт Б.Я., Чукаева Н.И., Карпенко Д.Г., Захарова М.И., Кульбачинская О.М. Одышка при наклоне вперед: связь с эхокардиографическими параметрами и клиническими исходами у пациентов пожилого возраста с хронической сердечной недостаточностью. *Кардиология.* 2018; 58 (12): 36-44. doi: 10.18087/cardio.2018.12.10190
6. Cowie M.R., Woehrle H., Wegscheider K. et al. Adaptive servo-ventilation for central sleep apnoea in systolic heart failure: results of the major substudy of SERVE-HF. *Eur J Heart Fail.* 2018; 20 (3): 536-544. doi: 10.1002/ejhf.1048
7. Niewinski P. Carotid body modulation in systolic heart failure from the clinical perspective. *J Physiol (Lond).* 2017; 595 (1): 53-61. doi: 10.1113/JP271692
8. Арутюнов Г.П., Колесникова Е.А., Беграмбекова Ю.Л. и др. Рекомендации по назначению физических тренировок пациентам с хронической сердечной недостаточностью. *Журнал Сердечная Недостаточность.* 2017; Т. 18, 1 (100): 41-66.
9. Wang M-H., Yeh M-L. Respiratory training interventions improve health status of heart failure patients: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *World J Clin Cases.* 2019; 7 (18): 2760-2775. doi: 10.12998/wjcc.v7.i18.2760
10. Udupa K., Madanmohan null, Bhavanani A.B., Vijayalaxshmi P., Krishnamurthy N. Effect of pranayam training on cardiac function in normal young volunteers. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2003; 47 (1): 27-33.
11. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail.* 2016; 18 (8): 891-975. doi: 10.1002/ejhf.592
12. Bernardi L., Porta C., Spicuzza L. et al. Slow breathing increases arterial baroreflex sensitivity in patients with chronic heart failure. *Circulation.* 2002; 105 (2): 143-145. doi: 10.1161/hc0202.103311
13. Pullen P.R., Thompson W.R., Benardot D. et al. Benefits of yoga for African American heart failure patients. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42 (4): 651-657. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181bf24c4
14. Oz Alkan H., Uysal H., Enç N., Yigit Z. Influence of Breathing Exercise Education Applied on Patients with Heart Failure on Dyspnoea and Quality of Sleep: A Randomized Controlled Study. *International Journal of Medical Research & Health Sciences,* 2017, 6 (9): 107-113.
15. Lachowska K., Bellwon J., Morys J., Gruchała M., Hering D. Slow breathing improves cardiovascular reactivity to mental stress and health-related quality of life in heart failure patients with reduced ejection fraction. *Cardiol J.* 2020; 27 (6): 772-779. doi: 10.5603/CJ.a2019.0002
16. Drozd T., Bilo G., Debicka-Dabrowska D. et al. Blood pressure changes in patients with chronic heart failure

REFERENCES

1. Chaudhry S-P, Stewart G.C. Advanced Heart Failure: Prevalence, Natural History, and Prognosis. *Heart Fail Clin.* 2016; 12 (3): 323-333. doi: 10.1016/j.hfc.2016.03.001
2. Parshall M.B., Schwartzstein R.M., Adams L. et al. An Official American Thoracic Society Statement: Update on the Mechanisms, Assessment, and Management of Dyspnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 2012; 185 (4): 435-452. doi: 10.1164/rccm.201111-2042ST
3. Martynenko T.I., Paraeva O.S., Chernogoryuk G.E., Dronov S.V. Verbal'nye deskriptory odyshki legochnogo i serdechnogo geneza. *sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 2019; (6). URL: <https://science-education.ru/article/view?id=29318> doi: 10.17513/spno.29318
4. Grimm W., Kesper K., Cassel W., Timmesfeld N., Hildebrandt O., Koehler U. Cheyne-stokes respiration during wakefulness in patients with chronic heart failure. *Sleep Breath.* 2017; 21 (2): 419-426. doi: 10.1007/s11325-016-1433-x
5. Larina V.N., Bart B.Ya., Chukaeva N.I., Karpenko D.G., Zakharova M.I., Kul'bachinskaya O.M. Odyshka pri naklone vpered: svyaz' s ekhokardiograficheskimi parametrami i klinicheskimi iskhodami u patsientov pozhilogo vozrasta s khronicheskoi serdechnoi nedostatochnost'yu. *Kardiologiya.* 2018; 58 (12): 36-44. doi: 10.18087/cardio.2018.12.10190
6. Cowie M.R., Woehrle H., Wegscheider K. et al. Adaptive servo-ventilation for central sleep apnoea in systolic heart failure: results of the major substudy of SERVE-HF. *Eur J Heart Fail.* 2018; 20 (3): 536-544. doi: 10.1002/ejhf.1048
7. Niewinski P. Carotid body modulation in systolic heart failure from the clinical perspective. *J Physiol (Lond).* 2017; 595 (1): 53-61. doi: 10.1113/JP271692
8. Arutyunov G.P., Kolesnikova E.A., Begrambekova Yu.L. i dr. Rekomendatsii po naznacheniyu fizicheskikh trenirovok patsientam s khronicheskoi serdechnoi nedostatochnost'yu. *Zhurnal Serdechnaya Nedostatochnost'.* 2017; T. 18, 1 (100): 41-66 (in Russian).
9. Wang M-H., Yeh M-L. Respiratory training interventions improve health status of heart failure patients: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *World J Clin Cases.* 2019; 7 (18): 2760-2775. doi: 10.12998/wjcc.v7.i18.2760
10. Udupa K., Madanmohan null, Bhavanani A.B., Vijayalaxshmi P., Krishnamurthy N. Effect of pranayam training on cardiac function in normal young volunteers. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2003; 47 (1): 27-33.
11. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail.* 2016; 18 (8): 891-975. doi: 10.1002/ejhf.592
12. Bernardi L., Porta C., Spicuzza L. et al. Slow breathing increases arterial baroreflex sensitivity in patients with chronic heart failure. *Circulation.* 2002; 105 (2): 143-145. doi: 10.1161/hc0202.103311
13. Pullen P.R., Thompson W.R., Benardot D. et al. Benefits of yoga for African American heart failure patients. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42 (4): 651-657. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181bf24c4
14. Oz Alkan H., Uysal H., Enç N., Yigit Z. Influence of Breathing Exercise Education Applied on Patients with Heart Failure on Dyspnoea and Quality of Sleep: A Randomized Controlled Study. *International Journal of Medical Research & Health Sciences,* 2017, 6 (9): 107-113.
15. Lachowska K., Bellwon J., Morys J., Gruchała M., Hering D. Slow breathing improves cardiovascular reactivity to mental stress and health-related quality of life in heart failure patients with reduced ejection fraction. *Cardiol J.* 2020; 27 (6): 772-779. doi: 10.5603/CJ.a2019.0002
16. Drozd T., Bilo G., Debicka-Dabrowska D. et al. Blood pressure changes in patients with chronic heart failure

- undergoing slow breathing training. *Blood Press.* 2016; 25 (1): 4-10. doi: 10.3109/08037051.2016.1099800
17. Ubolnuar N., Tantisuwat A., Thaveeratitham P., Lertmaharit S., Kruapanich C., Mathiyakom W. Effects of Breathing Exercises in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Rehabil Med.* 2019; 43 (4): 509-523. doi: 10.5535/arm.2019.43.4.509
 18. Lin H-C., Chiang L-L., Ong J-H., Tsai K-L., Hung C-H., Lin C-Y. The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with obstructive sleep apnea: a randomized experimental study. *Sleep Breath.* 2020; 24 (1): 201-209. doi: 10.1007/s11325-019-01862-y
 19. Hering D., Kucharska W., Kara T., Somers V.K., Parati G., Narkiewicz K. Effects of acute and long-term slow breathing exercise on muscle sympathetic nerve activity in untreated male patients with hypertension. *J Hypertens.* 2013; 31 (4): 739-746. doi: 10.1097/HJH.0b013e32835eb2cf
 20. Lalande S., Cross T.J., Keller-Ross M.L., Morris N.R., Johnson B.D., Taylor B.J. Exercise Intolerance in Heart Failure: Central Role for the Pulmonary System. *Exercise and Sport Sciences Reviews.* 2020; 48 (1): 11-19. doi: 10.1249/JES.0000000000000208
 21. Laoutaris I.D., Adamopoulos S., Manginas A., Panagiotakos D.B., Cokkinos D.V., Dritsas A. Inspiratory work capacity is more severely depressed than inspiratory muscle strength in patients with heart failure: Novel applications for inspiratory muscle training. *Int J Cardiol.* 2016; 221: 622-626. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.07.102
 22. Laoutaris I.D. The "aerobic/resistance/inspiratory muscle training hypothesis in heart failure." *Eur J Prev Cardiol.* 2018; 25 (12): 1257-1262. doi: 10.1177/2047487318776097
 23. Беграмбекова Ю.Л., Каранадзе Н.А., Орлова Я.А. Нарушения системы дыхания при хронической сердечной недостаточности. *Кардиология.* 2019; 59 (2S): 15-24. doi: 10.18087/cardio.2626
 24. Giallauria F., Piccioli L., Vitale G., Sarullo F.M. Exercise training in patients with chronic heart failure: A new challenge for Cardiac Rehabilitation Community. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2018; 88 (3): 987. doi: 10.4081/monaldi.2018.987
 25. Ribeiro J.P., Chiappa G.R., Callegaro C.C. The contribution of inspiratory muscles function to exercise limitation in heart failure: pathophysiological mechanisms. *Rev Bras Fisioter.* 2012; 16 (4): 261-267. doi: 10.1590/s1413-35552012005000034
 26. Boushel R. Muscle metaboreflex control of the circulation during exercise. *Acta Physiol (Oxf).* 2010; 199 (4): 367-383. doi: 10.1111/j.1748-1716.2010.02133.x
 27. Meyer F.J., Borst M.M., Zugck C. et al. Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation.* 2001; 103 (17): 2153-2158. doi: 10.1161/01.cir.103.17.2153
 28. Сегизбаева М.О., Александрова Н.П. Влияние тренировки с использованием дыхательного тренажера ELEVATION TRAINING MASK 2.0 на функциональный резерв респираторной мускулатуры. *Физиология Человека.* 2018; Т. 44, 6: 59-66. doi: 10.1134/S0131164618060127
 29. Арутюнов Г.П., Ильина К.В., Колесникова Е.А., Рылова А.К., Шитова В.Г. Индивидуальные подходы к тренировкам дыхательной мускулатуры у пациентов с хронической сердечной недостаточностью II-III функционального класса. *Московская Медицина.* 2019; 6 (34): 12.
 30. Montemuzzo D., Fregonezi G.A., Pereira D.A., Britto R.R., Reid W.D. Influence of inspiratory muscle weakness on inspiratory muscle training responses in chronic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014; 95 (7): 1398-1407. doi: 10.1016/j.apmr.2014.02.022
 31. Passino C., Giannoni A., Milli M., Polettii R., Emdin M. Recent knowledges on chemosensitivity to hypoxia and hypercapnia in cardiovascular disease. *Recenti Prog Med.* 2010; 101 (7-8): 308-313.
 32. Игнатенко Г.А., Контовский Е.А., Дубовик А.В., Миль-
undergoing slow breathing training. *Blood Press.* 2016; 25 (1): 4-10. doi: 10.3109/08037051.2016.1099800
 17. Ubolnuar N., Tantisuwat A., Thaveeratitham P., Lertmaharit S., Kruapanich C., Mathiyakom W. Effects of Breathing Exercises in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Rehabil Med.* 2019; 43 (4): 509-523. doi: 10.5535/arm.2019.43.4.509
 18. Lin H-C., Chiang L-L., Ong J-H., Tsai K-L., Hung C-H., Lin C-Y. The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with obstructive sleep apnea: a randomized experimental study. *Sleep Breath.* 2020; 24 (1): 201-209. doi: 10.1007/s11325-019-01862-y
 19. Hering D., Kucharska W., Kara T., Somers V.K., Parati G., Narkiewicz K. Effects of acute and long-term slow breathing exercise on muscle sympathetic nerve activity in untreated male patients with hypertension. *J Hypertens.* 2013; 31 (4): 739-746. doi: 10.1097/HJH.0b013e32835eb2cf
 20. Lalande S., Cross T.J., Keller-Ross M.L., Morris N.R., Johnson B.D., Taylor B.J. Exercise Intolerance in Heart Failure: Central Role for the Pulmonary System. *Exercise and Sport Sciences Reviews.* 2020; 48 (1): 11-19. doi: 10.1249/JES.0000000000000208
 21. Laoutaris I.D., Adamopoulos S., Manginas A., Panagiotakos D.B., Cokkinos D.V., Dritsas A. Inspiratory work capacity is more severely depressed than inspiratory muscle strength in patients with heart failure: Novel applications for inspiratory muscle training. *Int J Cardiol.* 2016; 221: 622-626. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.07.102
 22. Laoutaris I.D. The "aerobic/resistance/inspiratory muscle training hypothesis in heart failure." *Eur J Prev Cardiol.* 2018; 25 (12): 1257-1262. doi: 10.1177/2047487318776097
 23. Беграмбекова Ю.Л., Каранадзе Н.А., Орлова Я.А. Нарушения системы дыхания при хронической сердечной недостаточности. *Кардиология.* 2019; 59 (2S): 15-24 (in Russian). doi: 10.18087/cardio.2626
 24. Giallauria F., Piccioli L., Vitale G., Sarullo F.M. Exercise training in patients with chronic heart failure: A new challenge for Cardiac Rehabilitation Community. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2018; 88 (3): 987. doi: 10.4081/monaldi.2018.987
 25. Ribeiro J.P., Chiappa G.R., Callegaro C.C. The contribution of inspiratory muscles function to exercise limitation in heart failure: pathophysiological mechanisms. *Rev Bras Fisioter.* 2012; 16 (4): 261-267. doi: 10.1590/s1413-35552012005000034
 26. Boushel R. Muscle metaboreflex control of the circulation during exercise. *Acta Physiol (Oxf).* 2010; 199 (4): 367-383. doi: 10.1111/j.1748-1716.2010.02133.x
 27. Meyer F.J., Borst M.M., Zugck C. et al. Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation.* 2001; 103 (17): 2153-2158. doi: 10.1161/01.cir.103.17.2153
 28. Сегизбаева М.О., Александрова Н.П. Влияние тренировки с использованием дыхательного тренажера ELEVATION TRAINING MASK 2.0 на функциональный резерв респираторной мускулатуры. *Физиология Человека.* 2018; Т. 44, 6: 59-66 (in Russian). doi: 10.1134/S0131164618060127
 29. Арутюнов Г.П., Ильина К.В., Колесникова Е.А., Рылова А.К., Шитова В.Г. Индивидуальные подходы к тренировкам дыхательной мускулатуры у пациентов с хронической сердечной недостаточностью II-III функционального класса. *Московская Медицина.* 2019; 6 (34): 12 (in Russian).
 30. Montemuzzo D., Fregonezi G.A., Pereira D.A., Britto R.R., Reid W.D. Influence of inspiratory muscle weakness on inspiratory muscle training responses in chronic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014; 95 (7): 1398-1407. doi: 10.1016/j.apmr.2014.02.022
 31. Passino C., Giannoni A., Milli M., Polettii R., Emdin M. Recent knowledges on chemosensitivity to hypoxia and hypercapnia in cardiovascular disease. *Recenti Prog Med.* 2010; 101 (7-8): 308-313.
 32. Ignatenko G.A., Kontovskii E.A., Dubovik A.V., Mil'ner I.A., Smirnova Ya.Yu., Bryzhataya Yu.O., Sergienko N.V.,

- нер И.А., Смирнова Я.Ю., Брыжатая Ю.О., Сергиенко Н.В., Ракитов Б.Л., Цыганок Т.В. Применение интервальной нормобарической гипокситерапии у больных с кардио-пульмональной патологией. Вестник гигиены и эпидемиологии. 2018; Т. 22, 4: 22-25.
33. Novaes M.M., Palhano-Fontes F., Onias H. et al. Effects of Yoga Respiratory Practice (Bhastrika pranayama) on Anxiety, Affect, and Brain Functional Connectivity and Activity: A Randomized Controlled Trial. *Front Psychiatry*. 2020; 11: 467. doi: 10.3389/fpsy.2020.00467
34. Shinba T., Inoue T., Matsui T., Kimura K.K., Itokawa M., Arai M. Changes in Heart Rate Variability after Yoga are Dependent on Heart Rate Variability at Baseline and during Yoga: A Study Showing Autonomic Normalization Effect in Yoga-Naïve and Experienced Subjects. *Int J Yoga*. 2020; 13 (2): 160-167. doi: 10.4103/ijoy.IJOY_39_19
35. Garcia A.J., Koschnitzky J.E., Dashevskiy T., Ramirez J-M. Cardiorespiratory Coupling in Health and Disease. *Auton Neurosci*. 2013; V. 175, 1-2: 26-37. doi: 10.1016/j.autneu.2013.02.006
36. Беграмбекова Ю.Л., Каранадзе Н.А., Мареев В.Ю., Колесникова Е.А., Орлова Я.А. Комплексные тренировки дыхательной и скелетной мускулатуры у пациентов с хронической сердечной недостаточностью III–V функционального класса и низкой и промежуточной фракцией выброса левого желудочка. Дизайн и обоснование. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2020; 35 (2): 123-130. doi: 10.29001/2073-8552-2020-35-2-123-130
- Rakitov B.L., Tsyganok T.V. Primenenie interval'noi normobaricheskoi gipoksiterapii u bol'nykh s kardio-pul'monal'noi patologiei. *Vestnik gigieny i epidemiologii*. 2018; T. 22, 4: 22-25 (in Russian).
33. Novaes M.M., Palhano-Fontes F., Onias H. et al. Effects of Yoga Respiratory Practice (Bhastrika pranayama) on Anxiety, Affect, and Brain Functional Connectivity and Activity: A Randomized Controlled Trial. *Front Psychiatry*. 2020; 11: 467. doi: 10.3389/fpsy.2020.00467
34. Shinba T., Inoue T., Matsui T., Kimura K.K., Itokawa M., Arai M. Changes in Heart Rate Variability after Yoga are Dependent on Heart Rate Variability at Baseline and during Yoga: A Study Showing Autonomic Normalization Effect in Yoga-Naïve and Experienced Subjects. *Int J Yoga*. 2020; 13 (2): 160-167. doi: 10.4103/ijoy.IJOY_39_19
35. Garcia A.J., Koschnitzky J.E., Dashevskiy T., Ramirez J-M. Cardiorespiratory Coupling in Health and Disease. *Auton Neurosci*. 2013; V. 175, 1-2: 26-37. doi: 10.1016/j.autneu.2013.02.006
36. Begrambekova Yu.L., Karanadze N.A., Mareev V.Yu., Kolesnikova E.A., Orlova Ya.A. Kompleksnye trenirovki dykhatel'noi i skeletnoi muskulatury u patsientov s khronicheskoi serdechnoi nedostatochnost'yu III–V funktsional'nogo klassa i nizkoi i promezhutochnoi fraktsiei vybrosa levogo zheludochka. Dizain i obosnovanie. *Sibirskii zhurnal klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny*. 2020; 35 (2): 123-130 (in Russian). doi: 10.29001/2073-8552-2020-35-2-123-130