

УДК: 61

## **МЕХАНОТЕНАЖЕРЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ В САНАТОРНО-КУРОРТНОЙ ПРАКТИКЕ**

Л.И. КАМЕНЕВ\*, О.Н. БОРИСОВА\*, Р.В. КУПЕЕВ\*\*

\* *ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», медицинский институт,  
ул. Болдина, 128, Тула, 300012, Россия*

\*\* *ООО «Аирмед», п. Барвиха, д. 26, Московская обл., 143083, Россия*

**Аннотация.** В работе дана краткая характеристика хронических обструктивных заболеваний легких и внебольничной пневмонии, как объектов воздействия механотренажеров (аппарата вибрационно-компрессионного воздействия на грудную клетку и тренажера дыхательной мускулатуры с пиковым сопротивлением вдоху и выдоху) – в комплексе реабилитационно-восстановительных мероприятий у 148 человек, находящихся на санаторно-курортном лечении. Выделено две основных (с хроническим обструктивным заболеванием легких – 47, с внебольничной пневмонией – 38 человек) и две контрольных группы соответственно – 34 и 29 человек. Проведены клинические, лабораторные и инструментальные исследования до и после проведения механотерапевтических процедур в комплексе лечебно-оздоровительных мероприятий. Наибольший эффект выявлен после 4-9 сеансов. Отмечено клиническое улучшение, достоверная положительная динамика показателей функции внешнего дыхания, рентгеновского исследования, белков крови. Сделан вывод о целесообразности включения курсов механотерапии в систему реабилитационно-оздоровительных мероприятий при внебольничной пневмонии и хронических обструктивных заболеваниях легких.

**Ключевые слова:** внебольничная пневмония и хронические обструктивные заболевания легких, вибрационно-компрессионное воздействие, тренажеры дыхательной мускулатуры.

## **MECHANOSENSORY RESPIRATORY MUSCLES IN SANATORIUM PRACTICE**

L.I. KAMENEV\*, O.N. BORISOVA\*, R.V. KUPEEV\*\*

\* *Tula state University, medical Institute, Boldina ul., 128, Tula, 300012, Russia*

\*\* *LTD "AirMed", Barvikha village, 26, Moscow region, 143083, Russia*

**Abstract.** The authors give a brief characterization of chronic obstructive pulmonary disease and community-acquired pneumonia, the impact of mechanotherapy (machine vibro-compression action on the chest and training the respiratory muscles with a peak resistance to inhalation and exhalation) – in the complex rehabilitation measures have 148 people on SANATORNO-resort treatment. Two main groups (47 with chronic obstructive pulmonary disease, 38 with community – acquired pneumonia) and two control groups (34 and 29 respectively) were identified. Clinical, laboratory and instrumental examinations were carried out before and after mechano-singing procedures in the complex of therapeutic measures. The greatest effect was found after 4 to 9 sessions. Clinical improvement, reliable positive dynamics of indicators of external respiration function, x-ray examination, blood proteins were noted. The conclusion about expediency of inclusion of courses of mechanotherapy in system of rehabilitation and improving actions at community-acquired pneumonia and chronic obstructive lung diseases is drawn.

**Key words:** community-acquired pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease, vibration and compression effects, respiratory muscle training devices.

Болезни органов дыхания приводят к морфологическим и функциональным изменениям органов дыхания, нарушениям со стороны других органов и систем. В связи с этим очевидна задача комплексной, этапной диагностики, терапии, профилактических мер и медицинской реабилитации.

*Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ)* – серьезная медицинская и социальная проблема. Заболеваемость и смертность от ХОБЛ продолжают увеличиваться. Одним из ведущих факторов риска при этом является широкое распространение курения. Установлено, что 4-6% мужчин и 1-3% женщин старше 40 лет страдают этим заболеванием. В основе ХОБЛ лежит длительно текущий воспалительный процесс, затрагивающий все структуры легочной ткани (bronхи, бронхиолы, альвеолы, легочные сосуды) [1]. «Классический» локальный воспалительный процесс может приобретать системный характер. При этом полностью изменяется его суть. ХОБЛ представляет собой универсальную модель системного воспаления, маркер которого – *С-реактивный белок (СРБ)*, как показатель вялотекущего воспаления, выступает при величине >0,05-10 мг/мл. Обострение ХОБЛ, внебольничная пневмония – сопро-

возрастают с увеличением провоспалительных цитокинов (СРБ, интерлейкинов – ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-8 и др.), сохраняющимся достаточно длительное время [2, 7]. Патология органов дыхания сопровождается нарушением мукоцилиарного клиренса, нарушением работы дыхательной мускулатуры. Кроме того, в результате травм и тяжелых соматических заболеваний, сопровождающихся длительным пребыванием человека на постельном режиме, возникает слабость дыхательной мускулатуры, что также требует дополнительных усилий восстановления здоровья.

В период реконвалесценции при *внебольничной пневмонии* (ВП) вероятно обструкция бронхов, с повышением работы и кислородной стоимости дыхания, ростом энергозатрат, и развитием дыхательной недостаточности [6].

Через механорецепторы можно оказывать опосредованное влияние на вегетативные функции с нормализацией деятельности внутренних органов. Наличие фазы положительного давления на вдохе в 1/2 дыхательного цикла – уменьшает ударный объем сердца, а в 1/3 цикла – это действие не проявляется. Дыхательные экскурсии грудной клетки и диафрагмы на вдохе снижают внутригрудное давление, увеличивают кровенаполнение легочной артерии из-за роста внутрибрюшного давления (связанного с сокращением диафрагмы) и приток венозной крови из системы нижней полой вены (венозный возврат). Однослойные клетки легочных капилляров, участвующие в газообмене, обеспечивают максимальную дилатацию капилляров при увеличении кровотока. Это не приводит к повышению давления в малом круге кровообращения, но, в то же время, осуществляет депонирование до 25% всей циркулирующей крови. Фаза выдоха продолжается у бодрствующего человека в покое – 2-3,5 с, (при вдохе 1-2,5 с), обеспечивая уменьшение объема грудной полости перед последующим дыхательным циклом. Определена рефлекторная взаимосвязь между степенью изменения объема грудной клетки в момент ее компрессии и деятельностью дыхательной мускулатуры. Компрессия грудной клетки уменьшает полость грудной клетки, раздражает механорецепторы, уменьшает избыточное напряжение дыхательной мускулатуры, улучшает пассаж содержимого дыхательных путей, тренирует произвольную компоненту системы управления дыханием, активирует бронходилатацию с рефлексогенной зоны диафрагмы, обеспечивая благоприятное функционирование легких в обмене метаболитов [4].

Санатории и курорты в России традиционно считаются местом эффективного лечения и оздоровления граждан, в том числе перенесших внебольничную пневмонию, или страдающим ХОБЛ. Целью санаторного этапа реабилитации является улучшение функциональной системы организма, повышение толерантности к физическим нагрузкам, улучшение психофизиологического статуса оздоравливаемых людей, ограничение медикаментозного лечения. Используются природные, преформированные физические факторы, ЛФК, методы адаптивной физкультуры, ингаляции, фитотерапия, кинезиотерапия, аппаратная реабилитация [5, 8].

Нарушение транспорта мокроты обуславливает воспалительные изменения в бронхах, нарушение мукоцилиарного клиренса, одышку. Физическая нагрузка усугубляет нарушения механики дыхания, возникает гипервентиляция. Для осуществления нормального дыхания большое значение имеет мышечная система (диафрагма и скелетная мускулатура). Снижение силы и выносливости дыхательной мускулатуры приводит к ухудшению функционального состояния дыхательной системы.

Заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата, обуславливают вынужденное положение в условиях длительного ограничения двигательной активности, что может привести к развитию вторичных осложнений со стороны дыхательной системы, вследствие уменьшения экскурсии грудной клетки и диафрагмы (торако-диафрагмальную недостаточность), за счет снижения тонуса мышц грудной клетки и снижения скорости обменных процессов. Это обосновывает необходимость использования методов аппаратного воздействия с целью повышения общей эффективности лечения, стимуляции кровообращения и обменно-трофических процессов в области мышц грудной клетки и спины.

Использование в программе реабилитации немедикаментозных методов позволяет уменьшить лекарственную нагрузку на организм, сокращает сроки лечения; хорошо переносится пациентами и успешно сочетается с основной терапией. Актуальным является применение физических методов воздействия, которые приводят к улучшению эвакуации мокроты из бронхов, уменьшению степени дыхательной недостаточности.

Аппаратное механотренажерное воздействие как низкочастотных, так и высокочастотных вибраций в сочетании с компрессией грудной клетки – положительно влияют на пассаж мокроты по бронхам и на динамику легочных объемов. Аппаратная физиотерапия получает новое преимущество перед медикаментозными методами при лечении и восстановлении спортсменов. Одним из методов реабилитации пациентов с нарушениями бронхолегочной системы, являются тренировки дыхательной мускулатуры, для осуществления которой используются стимуляторы диафрагмы и дыхательные тренажеры. Обеспечение эффективного дренажа бронхиального секрета является обязательным компонентом, ведения больных, это дает основание необходимости включения физиотерапевтических и других немедикаментозных процедур в комплексе медицинской помощи наряду с медикаментозным лечением [3].

Представляется целесообразной разработка комплексного разноуровневого воздействия на управляющие функциональные системы организма в условиях санатория.

**Цель работы:** установить возможности аппаратного наружного вибрационного и компрессионного воздействия на грудную клетку в сочетании с применением тренажера дыхательной мускулатуры с пиковым резистивным сопротивлением на вдохе в реабилитационно-восстановительных мероприятиях при ХОБЛ и ВП.

**Материалы и методы исследования.** Под наблюдением в основных группах находилось 47 человек (мужчины) с установленным и верифицированным диагнозом ХОБЛ (средний возраст 48,6±5,2 года) и 38 – с ВП (средний возраст 26,3±7,1). Контрольные группы представлены 34 мужчинами с ХОБЛ (возрастом 51,5±7,6) и 29 – с ВП (возрастом 25,4±6,3).

Проведившиеся методы исследования: общеклинические (сбор анамнеза, общий осмотр); осмотр специалистами (терапевт, пульмонолог); мониторинг артериального давления и частоты сердечных сокращений. Степень тяжести ВП определялась по шкалам *SMART-COP* и *SMART-CO*. *Функция внешнего дыхания* (ФВД) при ХОБЛ и ВП определялась на автоматическом спирометре *ST-300 (Fucuda Sanyo, Япония)*. Проводилось рентгеновское и лабораторное обследование в соответствии со стандартами диагностики.

Материалом для исследования влияния механотерапии служила венозная кровь, забирившаяся в утренние часы (с 7:00 до 7:30) из локтевой вены. Для проведения исследования внутриклеточных маркеров 1 мл цельной крови вносили во флакон, содержащий 4 мл среды *DMEM*, гепарин (2,5 ЕД/мл), гентамицин (100 мкг/мл) и *L*-глутамин (0,6 мг/мл). Флаконы помещались на 1, 3, 6 и 24 часа в термостат при 37 °С с последующим выделением на градиенте фиколл-верографина ( $\rho=1,077$ ) МНК и приготовлением лизатов, для чего использовали 1 мл клеточной суспензии содержащих  $0,5 \times 10^6$  МНК. Выделенные клетки дважды отмывали в фосфатно-солевом буфере, после чего лизировали, используя раствор следующего состава: 10 mM *Tris*, pH 7,4; 100 mM *NaCl*, 1 mM *EDTA*, 1 mM *EGTA*, 1 mM *NaF*, 20 mM *Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>*, 2 mM *Na<sub>3</sub>VO<sub>4</sub>*, 1% *Triton X-100*, 10% глицерола, 0,1% *SDS*, 0,5% деоксихолата, 1 mM *PMSF* (матричный 0,3 M раствор в *DMSO*). В лизирующий раствор добавляли (*ex tempore*) 1% коктейля ингибитора протеаз («*Sigma-Aldrich*», США), выдерживали на льду (при  $t=+4-5^{\circ}\text{C}$ ) в течение 15 минут. Полученные ядерно-цитоплазматические лизаты центрифугировали в течение 10 минут при 15 000 об/мин, с последующим аликвотированием и замораживанием при  $-76^{\circ}\text{C}$ .

Подсчет клеток и анализ жизнеспособности осуществляли с помощью счетчика *TC20 (Bio-Rad, США)*. Жизнеспособность клеток подготовленных культур составляла более 90%.

В клеточных лизатах методом *иммуноферментного анализа* (ИФА) оценивали содержание (концентрацию) субъединицы  $\alpha 1$  (*GNAI1*) и  $\gamma 12$  (*GNG12*) *G*-протеина, а также белков *RGS1* и *RGS2*. Исследование выполняли на автоматическом анализаторе *Personal LAB (Adaltis Italia S.p.A., Италия)*, с использованием наборов реактивов производства *CUSABIO BIOTECH* (Китай).

Осуществлялась оздоровительное, тренировочное лечение: кинезиотерапия, ЛФК, дыхательная гимнастика, галотерапия, аэрозольотерапия лазолваном – в обеих группах, дополнительно в основных группах применялась *вибрационно-компрессионное воздействие* (ВКВ) и *наружное аппаратное компрессионное воздействие* (НАКВ) на грудную клетку, а также тренировка на дыхательных тренажерах с пиковым резистивным сопротивлением на вдохе. В контрольной группе (15 чел.) механотренажеры не применялись. Механотерапия осуществлялась при помощи *вибрационно-компрессионного воздействия* (ВКВ) на грудную клетку.

Использовался аппарат физиотерапевтический пульмонологический «ВКВ-01» (Россия, рег. удост. № ФСР 2011/10394), который прошел клинические испытания в клинической больнице № 83 (ФМБА, Москва), в пульмонологическом отделении Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (С-Петербург), в пульмонологическом отделении ТОКБ г. Тулы, в пульмонологическом отделении и центре профпатологии городской больницы № 10 г. Тулы. Разработка одобрена Федеральным научно-клиническим центром специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий.

Курс ВКВ состоял из 8-10 сеансов продолжительностью 15 минут, режимы подбирались индивидуально. Процедуры проводились в утренние часы за 30-40 минут до завтрака, либо через 1-1,5 часа после завтрака. Процедуры назначались с 3-4-го дня пребывания в санатории. Компрессия осуществлялась с помощью компрессорной станции аппарата, установленной в стойке аппарата и подключенной к поясу через систему шлангов. Происходило периодическое сдавливание грудной клетки пациента пневмоманжетами, которые крепились на грудной клетке. Осуществлялось нагнетание в них воздуха с последующим сбросом, компрессионные пояса имели размеры в зависимости от объема грудной клетки.

Перед началом процедуры в течение одной минуты проводилась предварительная компрессия – для адаптации пациента и синхронизации ВКВ. Затем подключался низкочастотный вибратор, и проводилась компрессия с низкочастотной вибрацией в двух стандартных точках на грудной клетке со стороны спины (по 2,5–3 мин. в каждой точке). После чего проводилась компрессия высокочастотной вибрацией в четырех стандартных точках на грудной клетке со стороны спины на специальном ремне (по 2,5–3

мин. в каждой точке). Между процедурами низкочастотной и высокочастотной вибраций делалась кратковременная пауза (1–2 мин.) для откашливания. ВКВ на грудную клетку было индивидуализировано для каждого пациента в зависимости от патологии и его конституции.

Обработка результатов – с помощью прикладных программ *Statistica for Windows 10.0*.

**Результаты и их обсуждение.** Наибольший эффект ВКВ отмечался после 4-9 сеансов. Отмечено положительное влияние ВКВ на состояние дренажной функции бронхов и дыхательную мускулатуру, безопасность применения метода на грудную клетку, отсутствие каких-либо побочных эффектов и осложнений. Процедуры переносились легко, отмечалась нормализация функциональных показателей, улучшалась вентиляционная способность легких, что проявлялось более ранним приростом показателей ФВД: ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>.

Оценка эффективности применения ВКВ при посттравматических состояниях и заболеваниях органов дыхания проводилась на основании данных динамического наблюдения в соответствии с результатами различных методов исследования. Выявлена достоверная положительная динамика показателей дыхательной экскурсии грудной клетки практически у всех подростков в основной группе (у лиц, получивших ВКВ), в контрольной группе – динамика недостоверная.

Увеличение дыхательной экскурсии грудной клетки, по-видимому, связано с дренирующим влиянием на состояние дыхательной мускулатуры, нормализацией ее силы, тонуса и, как следствие, улучшением биомеханического компонента дыхания, что также косвенно свидетельствовало об улучшении вентиляционной функции бронхов. Это объясняется трофическим стимулирующим и тренирующим действием ВКВ на состоянии дыхательной мускулатуры, ее силу и тонус, улучшением биомеханики дыхания, что в совокупности свидетельствует об улучшении вентиляционной функции бронхов и легких. Spiрографические показатели также достоверно улучшаются в основной группе.

Разработано устройство, позволившее создавать пиковые резистивные нагрузки на вдохе и выдохе при помощи двухпозиционного пневмозатвора. При этом энергия дыхательной мускулатуры тратится на совершение механической работы, обеспечивая при этом трансформацию в потенциальную энергию с перепадом внутриплеврального и барометрического давлений. Возможна регулировка усилия на вдохе от –0,5 до –6,0 кПа, на выдохе от 1,0 до 10,0 кПа. Масса устройства 81 г, максимальный диаметр 50 мм, высота 88 мм. При дыхании через тренажер воздух проходит через двухпозиционный пневмозатвор, открытые положения которого соответствуют фазам вдоха и выдоха. Адаптацию тренажера к последовательной смене фаз осуществляет координирующий механизм, исполняющий одновременно функцию кинематической связи механизма нагружения пневмозатвора с независимыми друг от друга регуляторами нагрузки на вдохе и выдохе. При этом обеспечивается непрерывное чередование работы дыхательной мускулатуры с нагрузкой и без таковой, причем нагрузка падает только на начальные фазы каждого вдоха и выдоха, что исключает непрерывное напряжение дыхательной мускулатуры и ее утомляемость.

После проведенного лечения выявлено уменьшение утомляемости, о чем свидетельствовало повышение толерантности к физической нагрузке (повышение работоспособности при выполнении комплексов ЛФК), отмечено значительное улучшение двигательной активности. Значительно улучшилось настроение, что привело к стабилизации психоэмоциональной сферы.

В результате лечения в основной группе отмечен регресс клинической симптоматики, который наблюдался достоверно ( $p < 0,05$ ) раньше, чем в контрольной группе на  $3,2 \pm 1,1$  дня. В 9 случаях тяжелого течения ВП регресс симптоматики на фоне ВКВ наступал на  $4,8 \pm 1,7$  дня раньше, чем в контрольной группе ( $p < 0,05$ ). Также отмечена более быстрая положительная динамика острофазовых лабораторных показателей крови. ФВД также достоверно быстрее нормализовалась (табл.).

Таблица

**Прирост показателей функции внешнего дыхания у больных основных и контрольных групп (ХОБЛ и ВП) после компрессионно-вибрационного воздействия и тренировки дыхательной мускулатуры через 14 дней (в %,  $M \pm m$ )**

Показатели ФВД в % к должным величинам	ВП		ХОБЛ	
	$n_1=38$	$n_2=29$	$n_1=47$	$n_2=34$
ЖЕЛ $P$	$12,6 \pm 1,1 < 0,05$	$7,0 \pm 0,7$	$12,1 \pm 2,3 > 0,05$	$6,8 \pm 1,7$
ОФВ 1 с $P$	$36,4 \pm 4,2 < 0,01$	$19,7 \pm 3,5$	$35,5 \pm 3,9 < 0,01$	$20,4 \pm 2,06$
V 50 $P$	$22,3 \pm 3,1 < 0,01$	$11,4 \pm 2,9$	$20,7 \pm 2,93 < 0,05$	$9,65 \pm 4,75$
ОФВ 1 с / ЖЕЛ $P$	$11,2 \pm 1,3 < 0,05$	$7,2 \pm 1,4$	$8,52 \pm 1,4 > 0,05$	$6,54 \pm 1,36$

Примечание:  $n_1$  – основная группа,  $n_2$  – контрольная группа

Результаты рентгеновского исследования показали, что в основной группе при нетяжелом течении ВП инфильтрация разрешалась на  $10,8 \pm 2,3$  день от начала лечения. В контрольной группе – на  $14,6 \pm 3,1$  день. При тяжелом течении разрешение инфильтрации – на  $17,2 \pm 2,5$  день, в контрольной группе – на  $24,3 \pm 1,9$  день. Фаза реконвалесценции ВП сопровождалась статистически значимым снижением содержания в МНК субъединицы *GNA11* и *GNG12* с тенденцией к повышению в клетках содержания вспомогательных белков *RGS1* и *RGS2*. В облученных культурах МНК практически здоровых лиц спустя сутки после воздействия уровень *GNA11* возрастал в среднем на  $71,3\%$  ( $p=0,005$ ), а *GNG12* на  $111,1\%$  ( $p=0,0017$ ), при соответствующем повышении содержания данных белков в группе контроля на  $80,5\%$  ( $p=0,009$ ) и  $129,2\%$  ( $p=0,0012$ ) соответственно. Уменьшалось содержание в клетках белка *RGS1* в основной группе на  $59,4\%$  ( $p=0,01$ ), а *RGS2* – на  $6,8\%$  ( $p=0,1$ ), при изменении их в группе контроля на  $49,3\%$  ( $p=0,015$ ) и  $7,5\%$  ( $p=0,07$ ) соответственно.

Учитывая универсальный характер воздействия механотерапии на клетки, а также общие молекулярные механизмы, можно полагать, что механотерапия опосредованно способствует изменению метаболической активности иммунокомпетентных и негемопозитических клеток за счет изменения функциональной активности рецепторного аппарата, в частности, глутаматных рецепторов, адренергических, М-холинорецепторов и рецепторов хемокинов.

Результаты исследования позволяют говорить о том, что ВКВ является важным фактором, влияющим на функциональную активность клеток, в том числе на их чувствительность к гормональным и паракринным сигнальным регуляторам. Представляется перспективным использование биологических эффектов данного физиотерапевтического фактора для реабилитации, в том числе иммунореабилитации и нейрореабилитации, а также восстановления клеточной пластичности после перенесенных стрессов.

Важным достоинством данного метода является простота, безопасность, хорошая переносимость, возможность использования его в санаториях.

Все внешние управляющие воздействия (механические, физические, химические) могут обеспечить позитивное влияние на динамику программ адаптации через ГАМК-допаминаргическую, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую и гипоталамо-гипофизарно-репродуктивную системы с соответствующим балансом синтоксических и кататоксических программ адаптации [9, 10].

### Литература

1. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких (пересмотр 2007 г.) / пер. с англ. под ред. Чучалина А.Г. Москва: Издательский дом «Атмосфера», 2008. 100 с.
2. Еськов В.М., Зилов В.Г., Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Веневцева Ю.Л., Громов М.В., Карташова Н.М., Кидалов В.Н., Филатова О.Е., Цогоев А.С., Борисова О.Н., Купеев В.Г., Мельников А.Х., Наумова Э.М., Бехтерева Т.Л., Валентинов Б.Г., Демушкина И.Г., Смирнова И.Е., Сясин Н.И., Терехов И.В., Хадарцева К.А., Хижняк Л.Н., Юсупов Г.А., Адырхаева Д.А., Бочкарев Б.Ф., Хижняк Е.П. Избранные технологии диагностики: Монография / Под ред. Хадарцева А.А., Зилова В.Г., Фудина Н.А. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 296 с.
3. Зинченко Ю.П., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Введение в биофизику гомеостатических систем (complexity) // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 3. С. 6–15. DOI: 10.12737/22107
4. Леонов Б.И., Хадарцев А.А., Гонтарев С.Н., Борисова О.Н., Веневцева Ю.Л., Агасаров Л.Г., Истомина И.С., Каменев Л.И., Варфоломеев М.А., Егиазарова И.П., Лысый В.М., Федоров С.Ю., Хижняк Л.Н., Щербаков Д.В., Коржук Н.Л., Хадарцев В.А. Восстановительная медицина: Монография / Под ред. Хадарцева А.А., Гонтарева С.Н., Агасарова Л.Г. Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2011. Т. IV. 204 с.
5. Пономаренко Г.Н., Дидур М.Д., Мерзликин А.В., Маликов А.Я., Улащик В.С., Лебедев В.А., Кондрина Е.Ф., Болотова Н.Е., Шиман А.Г., Шоферова С.Н., Пирогова С.В., Мирютова Н.Ф., Жеваго Н.В., Махоткина Н.Н., Ключарева С.В., Странадко Е.Ф., Епифанов В.А., Толмачев С.В., Червинская А.В., Портнов В.В. Физическая и реабилитационная медицина. Сер. Национальные руководства. Москва, 2016.
6. Терехов И.В., Бондарь С.С., Хадарцев А.А. Лабораторное определение внутриклеточных факторов противовирусной защиты при внебольничной пневмонии в оценке эффектов низкоинтенсивного СВЧ-излучения // Клиническая лабораторная диагностика. 2016. Т. 61, № 6. С. 380–384.
7. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров А.А., Бондарь С.С. Продукция цитокинов клетками цельной крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием низкоинтенсивного СВЧ-облучения // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-57. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/4815.pdf> (дата обращения: 30.06.2014). DOI: 10.12737/5025.

8. Хадарцев А.А. Избранные технологии не медикаментозного воздействия в реабилитационно-восстановительной и спортивной медицине / Под ред. Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «Инфра», 2009. 398 с.
9. Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Карасева Ю.В., Хадарцева К.А., Гордеева А.Ю. Психонейроиммунологические программы адаптации, как модели дизадаптации у женщин с нарушенным репродуктивным циклом // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 5 (часть 2). С. 359–365.
10. Хадарцев А.А., Морозов В.Н., Хрупачев А.Г., Карасева Ю.В., Морозова В.И. Депрессия антистрессовых механизмов как основа развития патологического процесса // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 4 (часть 2). С. 371–375.

#### References

1. Global'naya strategiya diagnostiki, lecheniya i profilaktiki hronicheskoy obstruktivnoy bolezni legkih (peresmotr 2007 g.) [Global strategy for diagnosis, treatment and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (revised 2007)]. Per. s angl. pod red. CHuchalina AG. Moscow: Izdatel'skiy dom «Atmosfera»; 2008. Russian.
2. Es'kov VM, Zilov VG, Fudin NA, Khadartsev AA, Venevtseva YuL, Gromov MV, Kartashova NM, Kidalov VN, Filatova OE, Tsogoev AS, Borisova ON, KupeeV VG, Mel'nikov Akh, Naumova EM, Bekhtereva TL, Valentinov BG, Demushkina IG, Smirnova IE, Syasin NI, Terekhov IV, Khadartseva KA, Khizhnyak LN, Yusupov GA, Adyrkhaeva DA, Bochkarev BF, Khizhnyak EP. Izbrannye tekhnologii diagnostiki: Monografiya [Selected diagnostic technologies: Monograph]. Pod red. Khadartseva AA, Zilova VG, Fudina NA. Tula: ООО RIF «INFRA»; 2008. Russian.
3. Zinchenko YUP, Hadarcev AA, Filatova OE. Vvedenie v biofiziku gomeostaticeskikh sistem (complexity) [Introduction to the Biophysics of homeostatic systems (complexity)]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2016;3:6-15. DOI: 10.12737/22107. Russian.
4. Leonov BI, Hadarcev AA, Gontarev SN, Borisova ON, Venevtseva YUL, Agasarov LG, Istomina IS, Kamenev LI, Varfolomeev MA, Egiazarova IP, Lysyj VM, Fedorov SY, Hizhnyak LN, SHCHerbakov DV, Korzhuk NL, Hadarcev VA. Vosstanovitel'naya medicina: Monografiya [Regenerative medicine: Monograph]. Pod red. Hadarceva AA, Gontareva SN, Agasarova LG. Tula: Izd-vo TulGU – Belgorod: ZAO «Belgorodskaya oblastnaya tipografiya»; 2011. Russian.
5. Ponomarenko GN, Didur MD, Merzlikin AV, Malikov AY, Ulashchik VS, Lebedev VA, Kondrina EF, Bolotova NE, SHiman AG, SHoferova SN, Pirogova SV, Miryutova NF, Zhevago NV, Mahotkina NN, Klyuchareva SV, Stranadko EF, Epifanov VA, Tolmachev SV, CHervinskaya AV, Portnov VV. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina. [Physical and rehabilitation medicine. Ser. National leadership] Ser. Nacional'nye rukovodstva. Moscow; 2016. Russian.
6. Terekhov IV, Bondar' SS, Hadarcev AA. Laboratornoe opredelenie vnutrikletochnykh faktorov protivovirusnoj zashchity pri vnebol'nichnoy pnevmonii v ocenke ehffektov nizkointensivnogo SVCH-izlucheniya [Laboratory determination of intracellular factors of antiviral protection in community-acquired pneumonia in assessing the effects of low-intensity microwave radiation]. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2016;61(6):380-4. Russian.
7. Terekhov IV, Khadartsev AA, Nikiforov AA, Bondar' SS. Produktsiya tsitokinov kletkami tsel'noy krovi rekonvalescentov vnebol'nichnoy pnevmonii pod vliyaniem nizkoin-tensivnogo SVCh-oblucheniya [Production of cytokines by whole blood cells of convalescents of community-acquired pneumonia under the influence of low-intensity microwave radiation]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet]. 2014[cited 2014 Jun 30];1[about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/4815.pdf>. DOI: 10.12737/5025.
8. Hadarcev AA. Izbrannye tekhnologii ne medikamentoznogo vozdejstviya v reabilitacionno-vosstanovitel'noj i sportivnoj medicine [Selected technology, drug impact rehabilitation and sports medicine]. Pod red. NA. Fudina. Tula: ООО RIF «Infra»; 2009. Russian.
9. Hadarcev AA, Morozov VN, Karaseva YUV, Hadarceva KA, Gordeeva AYU. Psihonejroimmunologicheskie programmy adaptacii, kak modeli dizaadaptacii u zhenshchin s narushennym reproduktivnym ciklom [Psychoneuroimmunological adaptation programs, as a model of disadaptation in women with impaired reproductive cycle of the]. Fundamental'nye issledovaniya. 2012;5(2):359-65. Russian.
10. Hadarcev AA, Morozov VN, Hrupachev AG, Karaseva YUV, Morozova VI. Depressiya antistressovykh mekhanizmov kak osnova razvitiya patologicheskogo processa [Depression anti-stress mechanisms as a basis for the development of the pathological process]. Fundamental'nye issledovaniya. 2012;4(2):371-5. Russian.

---

#### Библиографическая ссылка:

Каменев Л.И., Борисова О.Н., Купеев Р.В. Механотренажеры дыхательной мускулатуры в санаторно-курортной практике // *Вестник новых медицинских технологий*. Электронное издание. 2018. №2. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-2/3-5.pdf> (дата обращения: 26.04.2018).