

УДК 616.12-073.432.19:616.248:612.2

Н.Н.Вавилова

КЛИНИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК У БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ С ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ*ГУ Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания СО РАМН***РЕЗЮМЕ**

Проведена разработка новой технологии восстановительного лечения с применением велотренировок у больных бронхиальной астмой с легочной гипертензией в условиях специализированного стационара. Способ реабилитации больных бронхиальной астмой с легочной гипертензией запатентован. В основной группе больных положительные изменения в состоянии внутрисердечной и лёгочной гемодинамики сопровождались повышением физической работоспособности в среднем на 8,7% от исходного уровня. В целом по группе установлено достоверное снижение среднего давления в легочной артерии и общего легочного сосудистого сопротивления, соответственно на 33,2 и 35,6% от исходного уровня. В результате тренировок у больных, находящихся на активном двигательном режиме увеличился объем форсированного выдоха на 17,2% от исходного уровня.

Ключевые слова: бронхиальная астма, эхокардиография, физическая реабилитация.

SUMMARY

N.N.Vavilova

THE CLINICO PHYSIOLOGIC GROUNDS OF INTENSIVE PHYSICAL TRAININGS USE IN PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA AND WITH PULMONARY HYPERTENSION

Under a specialized hospitalization the development of a new method of medical rehabilitation with the use of bicycle trainings in patients with bronchial asthma and with pulmonary hypertension was made. The method of rehabilitation of patients with bronchial asthma and with pulmonary hypertension is patented. In the basic group of patients the positive changes in the state of intracardiac and pulmonary hemodynamics were accompanied by the rise of physical working capacity on average by 8,7% from the initial level. On the whole the certain decrease of average pressure in the pulmonary artery and of the whole pulmonary vascular resistance, 33,2 and 35,6% correspondingly from the initial level, was revealed in the group. As a result of trainings the patients involved in the active physical activity had an increased volume of a forced expiration (by 17,2% from the initial level).

Key words: bronchial asthma, echocardiography, physical rehabilitation.

В традиционной клинической практике бронхиальная астма (БА) и хроническая обструктивная болезнь легких ассоциируются со значительной заболеваемостью и ранней инвалидизацией. При этом легочная гипертензия (ЛГ) и недостаточность кровообращения при хроническом легочном сердце (ХЛС) являются основной причиной смертности больных с хронической бронхолегочной патологией. В настоящее время остается важным своевременная диагностика и адекватная коррекция выявленных признаков ХЛС и легочной гипертензии [1, 10, 14]. Тяжелая легочная гипертензия до недавнего времени считалась противопоказанием к физическим тренировкам, однако тренирующие программы при непосредственном наблюдении медперсонала с учетом вида и интенсивности нагрузок могут дать хороший результат перед трансплантацией или для борьбы с функциональными ограничениями (ATS/ERS, 2006). Результаты реабилитации при хронической дыхательной недостаточности зависят от многих факторов, в том числе и от используемых видов лечения [3, 4, 16].

Плохая переносимость физических нагрузок, является одним из основных факторов ограничивающих повседневную активность больных. При физической нагрузке повышение энергетической потребности работающих мышц требует значительного увеличения минутного объема кровообращения (МО). При этом давление в легочной артерии у здоровых людей существенно не повышается, так как сосуды малого круга кровообращения обладают высокой эластичностью, наличием анастомозов между системой легочной артерии и бронхиальной артерией, активным участием в регуляции устойчивого давления легочных вен, имеющих в стенке кольцевидный мышечный слой. Поэтому влияние на уровень давления в легочной артерии повышенного минутного объема сердца ограничено.

У большинства больных с хронической бронхолегочной патологией на высоте нагрузки выявляются отчетливые признаки дыхательной недостаточности, увеличение бронхиальной обструкции, легочной гипертензии [5]. Электрокардиографические признаки гипертрофии правого желудочка и легочной гипертензии, отсутствующие у больных в состоянии покоя, выявляются при скрытом легочном сердце после физической нагрузки [7]. У больных хронической обструктивной болезнью легких S.Saito et al. (2003) обнаружили достоверное увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС), МО и снижение легочного сосудистого сопротивления при физической нагрузке. Основной причиной легочной гипертензии считается альвеолярная гиповентиляция и гипоксемия,

сопровождающиеся развитием альвеолярно-васкулярного рефлюкса. Второстепенную роль играет гиперкапния, которая развивается при хронических неспецифических заболеваниях легких в поздних стадиях легочно-сердечной недостаточности.

Возникающее при БА повышение легочного сосудистого сопротивления вследствие альвеолярной гипоксии, снижения нитроксидпродуцирующей функции легочного эндотелия и ряда других причин приводит к формированию легочной артериальной гипертензии и может ограничивать резервные возможности малого круга кровообращения по поддержанию легочного артериального давления при физической нагрузке. Диагностику негативной сосудистой реакции в малом круге кровообращения с помощью эхокардиографического исследования больных БА дает возможность осуществлять своевременное выявление сосудистых расстройств [9].

Задачи исследования

1. Изучение состояния сердечно-сосудистой системы у больных БА в условиях покоя с помощью метода эхокардиографии.
2. Определить толерантность к физической нагрузке больных БА с легочной гипертензией методом эргоспирометрии.
3. Разработать способ реабилитации больных БА с применением велотренировок в дополнение к базисной терапии на стационарном этапе.
4. По данным эхокардиографии и эргоспирометрии оценить эффективность оптимизации восстановительного лечения больных БА с легочной гипертензией, находящихся на активном двигательном режиме.

Материал и методы исследования

Комплексное клинико-функциональное обследование проведено у 18 больных БА (8 мужчин и 10 женщин). Средний возраст $37,3 \pm 2,74$ лет, рост $170,0 \pm 2,00$ см, вес $78,1 \pm 4,05$ кг.

Ультразвуковое исследование сердца проводилось утром, натощак, до приема лекарственных препаратов, после 15-минутного пребывания в горизонтальном положении. На аппарате SSD-1700 («Aloka», Япония) в М-, В- и импульсно-волновом доплеровском режимах с использованием ультразвукового конвексного датчика UST-3,5 МГц из парастернального доступа по стандартной методике [6] определяли параметры легочной и центральной гемодинамики: конечный диастолический размер правого желудочка ($KDP_{ПЖ}$), толщина миокарда передней стенки правого желудочка в диастолу ($ПС_{ПЖ}$), скорость кровотока в выходном тракте правого желудочка ($ВТ_{ПЖ}$), время ускорения потока ($ВУ_{ПЖ}$), время изгнания ($ВИ_{ПЖ}$), минутный объем кровообращения, ударный объем (УО) левого желудочка, фракция изгнания левого желудочка (ФИ). Среднее давление в легочной артерии (СрДЛА) рассчитывали по формуле Kitabatake A. et.al. (1983). Общее легочное сосудистое сопротивление (ОЛСС) вычисляли по общепринятым формулам [15].

ВелозергOMETрическое исследование проводилось в конце первой недели пребывания в стационаре при

стабилизации основных параметров гемодинамики с учетом клинических и электрокардиологических противопоказаний для проведения нагрузочного теста. Абсолютные и относительные противопоказания к тестированию и состояния, требующие особого внимания и предосторожности, учитывались на основе рекомендаций Совета по реабилитации Международного общества кардиологов (1971) и рекомендации Европейского респираторного общества (ERS, 1977; 2006), Американского торакального общества и Американского колледжа грудных врачей (ATS/ACCP, 2000; 2003) [11-13]. До начала исследования больные были ознакомлены с целью и порядком проведения двигательного теста. Исследование проводилось на фоне отмены лекарственных препаратов, влияющих на функциональное состояние кардиореспираторной и нервной систем.

С целью определения толерантности к физической нагрузке больные выполняли тест на велозергOMETре ЭР/2 (Erich Jaeger, Германия) в положении сидя. Тестирование проводилось под электрокардиологическим и спирометрическим контролем. На каждой ступени работы (Т) измерялось артериальное давление по методу Короткова. Работа начиналась с 2-минутной фазы свободного педалирования без сопротивления при скорости 40 об/мин. Нарастивание нагрузки (N) проводилось ежеминутно на 10% от прогнозируемой максимальной физической работоспособности, определяемой методом экстраполяции по максимальному потреблению кислорода с учетом возраста, пола и данных антропометрии пациента. Тест прекращался при достижении субмаксимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), появлении объективных и субъективных критериев непереносимости. Максимальный уровень выполненной нагрузки ($\dot{W}$, Вт) оценивался как предел функциональных возможностей организма. Контроль за восстановлением функционального состояния кардиореспираторной системы продолжался в течение 10 минут.

Технология интенсивной ранней физической реабилитации больных БА с легочной гипертензией на стационарном этапе с применением дозированных нагрузок на велозергOMETре запатентована (патент РФ №2324466, приоритет от 14.08.2006.) С целью совершенствования ранней физической реабилитации больных нами была разработана в дополнение к базисной терапии оригинальная программа лечебных тренировок на велозергOMETре. Применялся 2-недельный курс велотерапии по индивидуальной схеме.

Полученные данные обработаны методами вариационной статистики с использованием корреляционного и дискриминантного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ данных ультразвукового исследования сердца у больных БА, полученных в состоянии покоя, показал наличие патологических изменений, характеризующих гемодинамику малого круга кровообращения. У 17 из 18 больных (94%) толщина передней стенки правого желудочка в диастолу превышала норму. В среднем по группе $ПС_{ПЖ}$ составила $0,44 \pm 0,02$ см. Наряду с гипертро-

фией миокарда у 4 больных (22,2%) была выявлена дилатация правого желудочка, диагностируемая на основании увеличения конечного диастолического размера более 3,0 см. В среднем по группе КДР_{ПЖ} составил $2,61 \pm 0,10$ см.

Критерием наличия ЛГ при хронических заболеваниях легких является повышение среднего давления в легочной артерии в условиях покоя выше 18-20 мм рт. ст. (по данным разных авторов в норме данный показатель находится в пределах от 8-9 до 16-18 мм рт. ст.) [1, 8].

В нашем исследовании повышение СрДЛА в покое до 19-20 мм рт. ст. было выявлено у 11 человек (61%), от 21 до 25 мм рт. ст. у 6 человек (33,3%), и у 1 пациента (5,5%) оно достигало 31,9 мм рт. ст. В среднем по группе величина СрДЛА в покое составила $21,5 \pm 0,83$ мм рт. ст. У 8 пациентов (44,4%) легочная гипертензия сопровождалась уменьшением времени ускорения потока менее 100 мс. В среднем по группе величина ВУ_{ПЖ} составила $108,1 \pm 4,87$ мс. Период изгнания потока в выходном тракте правого желудочка и легочной артерии был выше нормы у 7 больных (38,8%). Скорость кровотока в выходном тракте правого желудочка превышала 0,7 м/с у 8 человек (44,4%). В среднем по группе величина ВИ_{ПЖ} составила $268,5 \pm 10,86$ мс, ВТ_{ПЖ} $0,71 \pm 0,03$ м/с. У 13 человек (72,2%) общее легочное сосудистое сопротивление было повышенным от 258 до 661 $\text{дин} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^{-5}$. В среднем по группе величина ОЛСС составила $340,3 \pm 29,18$ $\text{дин} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^{-5}$.

Показатели центральной гемодинамики у обследованных лиц были в пределах нормы. В среднем по группе частота сердечных сокращений составляла $72,7 \pm 2,36$ уд/мин, ударный объем левого желудочка – $71,2 \pm 4,28$ мл, минутный объем кровообращения – $5,14 \pm 0,35$ л, фракция изгнания левого желудочка – $68,3 \pm 1,47\%$.

Достигнутый предельный уровень энергодеятельности, выраженный в абсолютных и относительных единицах мощности, в среднем по группе составил $165,4 \pm 8,51$ Вт, $2,2 \pm 0,13$ Вт/кг и $81,7 \pm 2,71\%$ должного. У половины пациентов показатели физической работоспособности были средними (нижняя граница нормы). Толерантность дыхательных путей к физической нагрузке, оцененная по наибольшему падению объема форсированного выдоха за 1 с (ОФВ₁) на 1-й минуте после физической нагрузки (Δ нОФВ₁) и на 10-й минуте восстановительного периода (Δ вОФВ₁) в процентах от исходного уровня составила, соответственно $15,1 \pm 3,55$ и $-2,3 \pm 3,25\%$.

Методами многомерного корреляционного анализа была изучена взаимосвязь основных параметров энергодеятельности, вентиляции и гемодинамики у больных БА с легочной гипертензией. Установлено, что у обследованных лиц достигнутый уровень работоспособности не зависел от состояния центральной и легочной гемодинамики. Между максимальным уровнем выполненной нагрузки ($\dot{W}$, Вт) и величиной СрДЛА, измеренной в состоянии покоя, корреляция была незначимой ($r=0,01$, $p>0,05$).

Проявлением прямой зависимости состояния центральной и легочной гемодинамики у больных БА с

легочной гипертензией явилась тесная корреляционная взаимосвязь между минутным объемом кровообращения, величиной общего легочного сосудистого сопротивления и толщиной передней стенки правого желудочка в диастолу. Установлена прямая достоверная корреляционная зависимость между МО и ПС_{ПЖ} ($r=0,55$, $p<0,05$) и обратная – между ОЛСС и ПС_{ПЖ} ($r=-0,55$, $p<0,05$). Повышение давления в легочной артерии приводит к удлинению периодов изоволюмического сокращения и расслабления правого желудочка и укорочению времени ускорения и периода изгнания потока в выходном тракте правого желудочка и легочной артерии. Коэффициент корреляции между ВУ_{ПЖ} и ВИ_{ПЖ} составил 0,78 ($p<0,001$), между ВУ_{ПЖ} и ВТ_{ПЖ} – 0,55 ($p<0,05$). В общей совокупности больных БА с легочной гипертензией установлена достоверная связь между временем изгнания потока в выходном тракте правого желудочка и легочной артерии и степенью реактивности дыхательных путей при мышечной деятельности. Коэффициент корреляции между ВИ_{ПЖ} и Δ вОФВ₁ составил 0,57 ($p<0,05$).

Из 18 больных БА у 9 человек (основная группа) апробировался велоэргометрический способ лечения на фоне комплексной медикаментозной терапии, базисную основу которой составили средства, снижающие давление в легочной артерии (эналаприл в дозе 5 мг per os). Остальные 9 больных БА составили контрольную группу.

В таблице представлены данные ультразвукового исследования сердца у больных БА в процессе лечения. Нами обнаружено положительное влияние физической тренировки на состояние легочной и внутрисердечной гемодинамики. Конечный диастолический размер правого желудочка исходно был увеличен у 4 из 9 человек, получавших курс велотерапии. После лечения у всех этих больных величина КДР_{ПЖ} снизилась (в том числе у 3-х до нормы). Установлено достоверное увеличение времени ускорения потока и снижение среднего давления в легочной артерии. У 5 из 9 больных (55,6%) СрДЛА снизилось до нормального уровня, отмечалась четкая тенденция к уменьшению общего легочного сосудистого сопротивления у 7 больных (в том числе у 3-х ОЛСС снизилось до нормы). В целом по группе установлено достоверное снижение среднего давления в легочной артерии и общего легочного сосудистого сопротивления, соответственно на 33,2 и 35,6% от исходного уровня.

В основной группе больных БА положительные изменения в состоянии внутрисердечной и легочной гемодинамики существенно повлияли на толерантность к физической нагрузке (табл., рис. 1, 2). Разработанная технология применения циклических нагрузок субмаксимальной мощности на велоэргометре обеспечила повышение физической работоспособности в среднем на 8,7% от исходного уровня. В целом по группе показатели бронхиальной проходимости по данным спирометрии форсированного выдоха улучшились. В результате тренировок у больных, находящихся на активном двигательном режиме увеличился ОФВ₁ на 17,2% от исходного уровня.

В группе контроля у больных БА при клиническом улучшении в процессе лечения по данным эхо-

Таблица

**Динамика показателей легочной и сердечной гемодинамики,
физической работоспособности больных, получавших курс велотерапии**

Показатель	До лечения	После лечения	p
ЧСС, уд/мин	69,0±4,13	72,4±3,87	>0,05
УО, мл	79,2±6,40	84,1±6,73	>0,05
МО, л	5,54±0,60	6,09±0,48	>0,05
ФИ, %	68,0±1,39	71,1±1,90	>0,05
КДР _{ПЖ} , см	2,80±0,14	2,66±0,16	>0,05
ПС _{ПЖ} , см	0,44±0,02	0,44±0,02	>0,05
ВТ _{ПЖ} , м/с	0,66±0,03	0,71±0,04	>0,05
ВУ _{ПЖ} , мс	101,7±4,54	123,3±4,94	<0,01
ВИ _{ПЖ} , мс	259,2±15,43	284,8±8,44	>0,05
СрДЛА, мм рт. ст.	22,4±1,39	16,0±1,12	<0,01
ОЛСС, дин·см·с ⁻⁵	357,3±45,14	230,3±29,44	>0,05
$\dot{W}$, Вт	170,2±10,7	186,0±13,4	<0,01
$\dot{W}$, Вт/кг	2,14±0,17	2,33±0,18	<0,05
$\dot{W}$, % должного	82,5±4,53	90,0±6,27	<0,05

Примечание: p – различие показателей до и после лечения.

кардиографии не выявлено достоверного уменьшения СрДЛА (исходно 21,5±0,88 мм рт. ст., повторно 23,5±0,93 мм рт. ст., $p>0,05$). Максимальная мощность выполненной нагрузки перед выпиской из стационара составила 165,3±15,7 Вт (исходно 159,5±13,8 Вт; $p>0,05$) (рис. 1-2).

В основной группе больных БА после проведенного курса лечения проведенный корреляционный анализ показал наличие тесной отрицательной связи МО с ОЛСС ($r=-0,85$, $p<0,01$) и положительной – между ОЛСС и СрДЛА ($r=0,76$, $p<0,05$). Эта связь была незначимой у обследованных лиц до лечения при наличии легочной гипертензии. Появление указанной связи свидетельствует о восстановлении нормальных взаимоотношений между ОЛСС и СрДЛА, в результате которых снижение сосудистого сопротивления в малом круге кровообращения предотвращает подъем давления в легочной артерии в условиях увеличения сердечного выброса при интенсивной физической нагрузке. Для выделения гемодинамических факторов, определяющих достижение лечебного эффекта курса велотренировок на стационарном этапе реабилитации нами, проведен дискриминантный анализ эхокардиографических параметров до и после лече-

ния. В результате получено дискриминантное уравнение следующего вида:

$$D = -0,11 \cdot \dot{W} + 0,014 \cdot \text{ОЛСС} + 4,72 \cdot \text{СрДЛА} - 0,36 \cdot \text{УО}.$$

При D равном 38,8 прогнозируется положительный эффект от применения курса велотренировок ($p<0,001$). Важнейшими параметрами оценки благоприятного эффекта служат показатели насосной функции миокарда (УО, МО), величина среднего давления в легочной артерии и общего периферического легочного сосудистого сопротивления.

Таким образом, полученные данные позволяют предположить, что аэробная мышечная деятельность в субмаксимальном режиме в дополнение к своим гемодинамическим эффектам может играть роль в предотвращении и обратном развитии ремоделирования легочных сосудов. При исследовании закономерностей восстановительных процессов нами впервые показана принципиальная возможность использования курса велотерапии на стационарном этапе лечения. Степень ее эффективности определяется снижением среднего давления в легочной артерии, улучшением параметров внутрисердечной гемодинамики и повышением физической работоспособности больных БА.

% от исходного

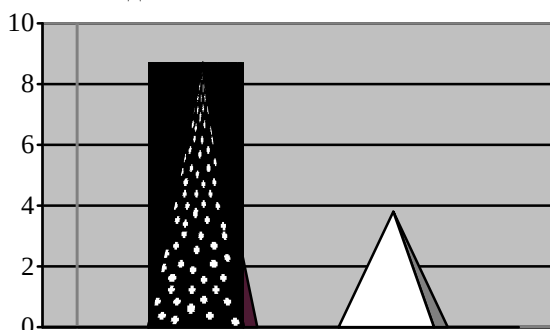


Рис. 1. Динамика работоспособности ($\dot{W}$, Вт) у больных БА в процессе лечения (в % от исходного).

■ – велотерапия; □ – контроль.

% от исходного

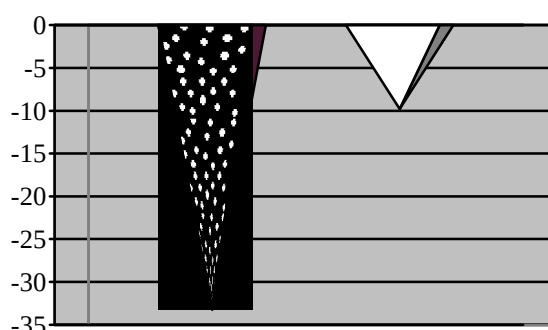


Рис. 2. Динамика СрДЛА у больных БА в процессе лечения (в % от исходного).

■ – велотерапия; □ – контроль.

Ниже приводится описание изобретения (патент RU №2324466).

Изобретение относится к медицине, а именно к пульмонологии и лечебной физкультуре и может быть применено для восстановительного лечения больных бронхиальной астмой с повышенным давлением в легочной артерии в дополнение к базисной терапии на стационарном этапе.

Цель настоящего изобретения – устранение или уменьшение степени выраженности легочной гипертензии в стадии компенсации (субкомпенсации) и сокращение сроков стационарного лечения путем повышения толерантности больных бронхиальной астмой к физической нагрузке. Указанная цель достигается путем использования 2-недельного курса тренировок субмаксимальной мощности на велоэргометре при фиксированной частоте сердечных сокращений у больных бронхиальной астмой на стационарном этапе лечения.

Сущность изобретения состоит в том, что на раннем этапе восстановительного лечения расчетным методом подбирается адекватная велоэргометрическая мощность нагрузки и ее продолжительность с учетом индивидуальной реакции пульса при мышечной деятельности.

Способ осуществляется следующим образом.

1. В условиях стационара больным БА проводят эхокардиографическое исследование сердца в доплеровском режиме. С целью диагностики легочной гипертензии известным способом (Kitabatake A. et al.) рассчитывают СрДЛА. Критерием наличия легочной гипертензии является увеличение СрДЛА выше 18 мм рт. ст.

2. Проводят тест на толерантность к физической нагрузке в конце первой недели пребывания в стационаре при стабилизации основных параметров гемодинамики с учетом клинических и электрокардиологических противопоказаний для проведения нагрузочного теста, при соблюдении общих рекомендаций по нагрузочному тестированию.

3. Определяют максимальную физическую работоспособность (ФРС) на велоэргометре с использованием общепринятых критериев прекращения пробы. Тест стандартизован по мощности на основе должного максимального потребления кислорода (100% ДМПК) с учетом возраста, пола и веса тела. Используют непрерывно возрастающую нагрузку, начиная с 10%-го уровня от прогнозируемой величины ФРС. Увеличение нагрузки производят каждую минуту на данную величину (N_1) до отказа пациента или до появления симптомов, лимитирующих наращивание мощности нагрузки (в том числе максимальный пульс не должен превышать 90% от предельно допустимого). Данную величину частоты сердечных сокращений (ЧСС_{макс}) используют как точку отсчета для построения программы реабилитации.

4. Дозирование физической нагрузки для велоэргометрического курса тренировок осуществляют по формуле:

$$\dot{W} = N_1 \cdot (T-3),$$

где $\dot{W}$ – субмаксимальная расчетная мощность нагрузки (Вт), используемая для ежедневного применения,

N_1 – мощность (Вт) первой ступени тестирования (10%-ная мощность от максимальной ФРС – стартовая величина нагрузки); T – максимальное количество выполненных в процессе тестирования ступеней.

Мощность нагрузки поддерживают на уровне тренирующей частоты сердечных сокращений (ЧСС_т, уд/мин). ЧСС_т определяют по формуле:

$$\text{ЧСС}_t = 75\% \Delta \text{ЧСС} + \text{ЧСС покоя},$$

где $\Delta \text{ЧСС}$ в ударах – прирост показателя от исходного до максимального (порогового), определяемый как ЧСС_{макс} минус ЧСС покоя.

5. Во вводной части велоэргометрического занятия выполняют работу с нагрузкой 0,3 Вт/кг и скоростью педалирования 60 об/мин в течение 3 минут. В основной части занятия нагрузку, соответствующую вышеуказанной расчетной величине ($\dot{W}$), выполняют в течение 7 минут в подготовительном периоде и в течение 10 минут в тренировочном периоде курса тренировок. В заключительной части занятия проводят свободное педалирование (0 Вт) на велоэргометре со скоростью 40 об/мин в течение 5 минут.

Общее время работы на велоэргометре за одно занятие не превышает 15-18 минут.

6. Подготовительный период адаптации составляет 3 дня, тренировочный – 7-9 дней. На курс 10-12 занятий. Тренировки проводят ежедневно (5 раз в неделю, суббота и воскресенье – выходные дни, отдых с пребыванием в клинике на обычном режиме).

7. Курсовое применение дозированных тренировок на велоэргометре проводят на фоне комплексной медикаментозной терапии бронхиальной астмы.

Существенное отличие нового способа от известного [2] состоит также в том, что по известному способу нагрузка определяется по критерию анаэробного порога и составляет большую продолжительность в основной части велоэргометрического занятия (от 15 до 22 минут), что показано только для больных бронхиальной астмой, имеющих минимальные нарушения легочной и центральной гемодинамики в стадии ремиссии, а не при бронхиальной астме, осложненной легочной гипертензией.

Принципиальное отличие нового способа от известного [2] заключается в том, что повышается активность проводимых реабилитационных мероприятий у больных бронхиальной астмой с легочной гипертензией в стадии компенсации (субкомпенсации) с целью сокращения сроков стационарного лечения. Для этого используют общетренирующую физическую нагрузку на субмаксимальном пульсовом режиме (на уровне расчетной ЧСС_т), которая по энергодеятельности относится ближе к аэробному режиму тренировки и характеризуется минимальными признаками нарушения экономичности функционирования сердечно-сосудистой системы с учетом хронотропной реакции пульса при мышечной деятельности. При этом время выполнения нагрузки в основной части занятия до 7-10 минут (соответственно периоду тренировки), суммарное время работы не превышает 15-18 минут. Продолжительность нашего курса для достижения клинического эффекта, повышения физической работоспособности составляет 2 недели, в то время как известного способа – 6 недель.

Материально-техническое обеспечение способа, основанного на велоэргометрии, электрокардиографии и эхокардиографии, вполне доступно для любой поликлиники и больницы, в то время как ориентирование на критерий максимального потребления кислорода, анаэробного порога возможно только при определении аэробного и анаэробного механизмов энергопродукции, иначе говоря, безусловно нужны газоанализаторы кислорода и углекислого газа, т.е. наличие полноценной функциональной лаборатории.

Ниже приводятся два примера использования заявляемого способа.

Пример 1. Больной К., 49 лет, вес 80 кг, рост 176 см. Клинический диагноз: Бронхиальная астма смешанного генеза, средней степени тяжести, обострение.

Больному проведено спирометрическое, эхокардиографическое и велоэргометрическое исследования. При анализе данных функции внешнего дыхания установлены умеренные нарушения бронхиальной проходимости по обструктивному типу: ОФВ₁ 62% от должного, индекс Тиффно 62,8% от должного.

На аппарате SSD-1700 («Aloka», Япония) в М-, В- и импульсно-волновом доплеровском режимах с использованием ультразвукового конвексного датчика UST-3,5 МГц из парастернального и апикального доступов по стандартной методике определялись параметры легочной и центральной гемодинамики. В условиях покоя СрДЛА достигало 31,9 мм рт. ст., общее легочное сосудистое сопротивление (ОЛСС), вычисляемое по общепринятым формулам, составило 440 дин·см·с⁻⁵.

Проведено определение физической работоспособности по заявляемому способу с использованием велоэргометра ЭР/2 (Эрих Егер, Германия) под электрокардиографическим (ЭКГ) контролем (ЧСС покоя 68 уд/мин). Прогнозируемый уровень максимальной работоспособности, определяемый по величине должного максимального потребления кислорода, соответствует 180 Вт. Мощность нагрузки (N₁) на первой ступени тестирования 18 Вт (10% от максимума). В процессе велоэргометрии больной выполнил 9 ступеней (Т). Максимальная мощность выполненной нагрузки 162 Вт (2,0 Вт/кг). ЧСС_{макс} составила 141 уд/мин (79,2% от должного), по данным ЭКГ определялись метаболические нарушения в миокарде. Реакция дыхательной системы на физическую нагрузку удовлетворительная.

По данным велоэргометрии составлена программа физической реабилитации, соответственно рассчитанная по формулам мощность тренировочной нагрузки составила 108 Вт, фиксированная частота пульса (ЧСС_т) 123 удара.

После курса терапии в количестве 12 сеансов накануне выписки больной выполнил максимальную физическую нагрузку на 10-й ступени в 180 Вт (2,25 Вт/кг). ЧСС_{макс} при этом составила 155 уд/мин (87% от должного). Тем самым были увеличены показатели энергодеятельности (Вт/кг) на 12,5% от исходного уровня. По данным ЭКГ-мониторирования патологии не выявлено. ОФВ₁ увеличился в процессе лечения на 16% от исходного уровня.

При контрольном эхокардиографическом обследо-

вании установлена положительная динамика: СрДЛА снизилось до нормального уровня (15,7 мм рт. ст.), ОЛСС составило 174 дин·см·с⁻⁵ (на 60% ниже исходного), при этом уменьшился конечный диастолический размер правого желудочка с 3,4 до 3,3 см, что свидетельствовало о уменьшении признаков дилатации правых отделов сердца. В данном случае применение способа индивидуальных тренировок на велоэргометре позволило повысить вклад сердечно-сосудистой системы в развитие выносливости и физической работоспособности. Продолжительность пребывания в стационаре составила 20 дней.

Пример 2. Больной У., 22 года, вес 57 кг, рост 166 см. Клинический диагноз: персистирующая бронхиальная астма, смешанная, средней степени тяжести, обострение.

По данным спирометрии форсированного выдоха отмечено снижение ОФВ₁ до 76,4% от должного значения. При суточной пикфлоуметрии отмечена вариабельность до 22%. Методом эхокардиографии в условиях покоя диагностировано повышение СрДЛА до 19,0 мм рт. ст., значительное повышение ОЛСС (661 дин·см·с⁻⁵).

Проведено определение физической работоспособности по заявляемому способу. Прогнозируемый уровень максимальной работоспособности, определяемый по величине должного максимального потребления кислорода, 220 Вт. Мощность нагрузки (N₁) на первой ступени тестирования 22 Вт (10% от максимума). В процессе велоэргометрии больной выполнил 7 ступеней (Т). Максимальная мощность выполненной нагрузки составила 154 Вт (2,7 Вт/кг). ЧСС_{макс} 168 уд/мин (86,2% от должного). Хронотропная реакция сердца на физическую нагрузку была повышена (при ЧСС в покое 64 уд/мин учащение пульса от исходного составило 162%).

По данным велоэргометрии составлена программа физической реабилитации, соответственно рассчитанная по формулам: мощность тренировочной нагрузки при $\dot{W} = N_1 \cdot (T-3)$, составила 88 Вт, фиксированная частота пульса (ЧСС_т) 142 уд/мин.

После курса терапии в количестве 11 сеансов накануне выписки больной выполнил максимальную физическую нагрузку на 8 ступени в 176 Вт (3,1 Вт/кг). ЧСС при этом составила 179 уд/мин (91,7% от должного). Тем самым были увеличены показатели энергодеятельности на 14,3% от исходного уровня. При контрольном эхокардиографическом обследовании установлена положительная динамика: СрДЛА снизилось до 12,9 мм рт. ст., ОЛСС составило 172 дин·см·с⁻⁵. Минутный объем крови составил 6 л (исходный показатель был 2,3 л), что связано с более эффективным опорожнением желудочков сердца при падении периферического сопротивления.

В данном случае применение способа индивидуальных тренировок на велоэргометре позволило повысить толерантность сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке (при ЧСС в покое 88 уд/мин прирост учащения пульса на высоте нагрузки снизился и составил 103%). Полученные данные свидетельствовали о повышении резервных возможностей сердечно-сосудистой системы, соответственно и фи-

зической работоспособности. Продолжительность пребывания в стационаре составила 19 дней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Легочная гипертензия при хронической обструктивной болезни сердца [Электронный ресурс]/С.Н.Авдеев.-2004.-Режим доступа://consilium/04-01c/5.shtml.
2. Физическая работоспособность больных бронхиальной астмой и их реабилитация тренирующими велоэргометрическими нагрузками [Текст]/А.М.Багдонас: автореф. дис. ... канд. мед. наук.-Каунас, 1989.-24 с.
3. Применение интенсивных физических тренировок у больных бронхиальной астмой с легочной гипертензией на стационарном этапе лечения [Текст]/Вавилова Н.Н. [и др.]/Бюл. физиол. и патол. дыхания.-2005.-Вып.20.- С.54-56.
4. Реабилитация больных хронической обструктивной болезнью легких, осложненной легочным сердцем [Текст]/Игнатова Г.Л. [и др.]/Национального конгресса по болезням органов дыхания, 15-й: сборник тезисов.-М., 2005.-№436.
5. Легочной газообмен и центральная гемодинамика у больных хроническими заболеваниями легких [Текст]/Н.К.Казанбиев//Актуальные вопросы реабилитации больных с патологией органов дыхания: тез. науч.-практ. конф. врачей-пульмонологов Сибири и Дальнего Востока.-Барнаул, 1989.-С.30-31.
6. Клиническая эхокардиография [Текст]/Н.Шиллер, М.А.Осипов.-М.: Мир, 1993.-347 с.
7. Выявление методом велоэргометрии скрытой легочно-сердечной недостаточности у больных хроническим бронхитом и бронхиальной астмой

[Текст]/Л.М.Клячкин, Т.М.Родионова: методические рекомендации.-Саратов, 1983.-13 с.

8. Легочная гипертензия. Легочное сердце [Текст]/Н.М.Мухарлямов//Болезни сердца и сосудов. Руководство для врачей: в 4 т./под ред. Е.И.Чазова.-М.: Медицина, 1992.-Т.3.-С.230-279.
9. Реакция сердечно-сосудистой системы на ингаляцию фенотерола у больных бронхиальной астмой [Текст]/Т.М.Смирнова, Ю.М.Перельман //Бюл. физиол. и патол. дыхания.-2004.-Вып.19.-С.28-32.
10. Хронические обструктивные болезни легких [Текст]/А.Г.Чучалин.-М.: ЗАО Изд-во БИНОМ; СПб.: Невский диалект, 1998.-С.192-197.
11. American Thoracic Society. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing 1999 [Text]/Am. J. Respir. Crit. Care Med.-2000.-Vol.161, №1.-P.309-329.
12. American Thoracic Society/ European Respiratory Society. Society statement on pulmonary rehabilitation [Text]/Nici L. [et al.]/Am. J. Respir. Crit. Care Med.-2006.-Vol.173.-P.1390-1413.
13. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing [Text]/Am. J. Respir. Crit. Care Med.-2003.-Vol.167.-P.211-277.
14. Chronic cor pulmonale [Text]/E.Weitzenblum//Heart.-2003.-Vol.89.-P.225-230.
15. Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by a pulsed doppler technique [Text]/Kitabatake A. [et al.]/Circulation.-1983.-Vol.68.-P.302-309.
16. Effects of inhaled bronchodilators on pulmonary hemodynamics at rest and during exercise in patients with COPD [Text]/Saito S. [et al.]/Chest.-2003.-Vol.115.-P.376-382.

Поступила 26.05.2008

УДК 612.111:612.014.31:577.15

Н.Ф.Кушнерова¹, Л.Н.Лесникова¹, Т.В.Кушнерова²

ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭРИТРОЦИТОВ У ЛОЦМАНОВ-ОПЕРАТОРОВ

¹ Тихоокеанский океанологический институт им. В.И.Ильичева ДВО РАН, Владивосток;

² Институт биологии моря им. А.В.Жирмунского ДВО РАН, Владивосток

РЕЗЮМЕ

Приведены данные по изучению мембранопротекторного действия биологически активной добавки «Калифен», выделенной из калины. Исследованы диаметр, объем и осмотическая резистентность эритроцитов, содержание фракций нейтральных липидов и фосфолипидов в эритроцитах лоцманов-операторов, находящихся в условиях воздействия стрессовых факторов. Показано, что стресс сопровождается снижением осмотической резистентности эритроцитов, эфиров холестерина, фосфатидной кислоты, холестерина, сфингомелина, лизофракций фосфолипидов. После приема «Калифена» отмечалась нормализация

изученных параметров эритроцитов.

Ключевые слова: стресс, эритроциты, фосфолипиды, экстракт из калины.

SUMMARY

N.F.Kushnerova, L.N.Lesnikova, T.V.Kushnerova

THE CHANGES OF PHYSIOLOGICAL AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF ERYTHROCYTES IN PILOTS-OPERATORS

The data about the study of membrane protective effect of biologically active additive "Kaliphen" extracted from viburnum are presented.