

ческого шва применялось для сближения рёбер при ушивании торакотомного оперативного доступа, с помощью устройства для наложения кассетных съёмных швов соединялись мягкие ткани.

Устройства готовились заранее для одноразового применения и предварительно стерилизовались любым холодным способом. Все съёмные устройства предварительно апробированы в эксперименте на 60 кроликах [4]. После снятия устройств животные выдерживались различные сроки в виварии. Сроки составляли от 2 часов до 25 дней. В эти сроки животные забивались, у них, из областей меток производился забор тканей, на которые накладывались устройства, и тканей где проходил электрод. Затем производилось их гистологическое исследование, показавшее заживление оперированных тканей, отсутствие воспалительной реакции, инородных тел и ожога тканей в месте нахождения шовного материала и его электрода.

У всех 53 оперированных больных после применения съёмных шовных и дренажных устройств не возникло осложнений. Ушитые ткани зажили первичным натяжением, а шовный материал был своевременно удалён из организма.

Таким образом, разработанные приоритетные технологии лечения больных с гнойно-деструктивными заболеваниями лёгких позволили добиться эффективного излечения больных без осложнений.

Выводы

1. В Дальневосточном регионе имеется тенденция роста смертности от ГДЗЛ.

2. Региональными особенностями ГДЗЛ являются перераспределение кровотока в нижние доли лёгких, быстрый рост деструкции паренхимы лёгких,

эндотоксикоз тяжелой степени тяжести с поражением иммунной системы и интерстициальных пространств лёгких.

3. Дренаживание правого и левого грудных лимфатических протоков с последующей лимфосорбцией – эффективный метод лечения тяжелых эндотоксикозов, сопровождающих гнойно-деструктивные заболевания лёгких.

4. Уменьшение послеоперационных осложнений при хирургическом лечении ГДЗЛ реально достигается применением съёмных шовных и дренажных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муромский Ю.А., Гукасян Э.А., Семиволков В.И. и др. Патогенез и лечение гнойных заболеваний лёгких // Хирургия.- 1988.- №12.- С.12-18.

2. Самсонов В.П., Пирогов А.Б., Самсонов К.В. Пути распространения стафилококкового токсина из очагов воспаления органов дыхания // Национальный конгресс по болезням органов дыхания, 7-й: Сборник резюме. - М., 1997. - №693.

3. Самсонов В.П., Судаков М.В., Прилипко В.В. Хирургическая детоксикация в комплексном лечении абсцессов лёгких и их осложнений // Актуальные вопросы реконструктивной и восстановительной хирургии.- Иркутск, 1988.- Часть 2.- С.40-41.

4. Тюриков П.П., Балан С.И. Новые атравматические дренажные устройства в грудной хирургии // Бюлл. физиол. и патол. дыхания.- 1998.- Вып. 2.- С.31-35.

5. Шанин Ю.Н., Бисенков Л.Н., Замятин М.Н. и др. Общебиологические закономерности формирования послеоперационных осложнений у больных с хирургической патологией лёгких // Анестезиология и реаниматология.- 1998.- №2.- С.30-35.



УДК 612.014.4:611.2-06:616.233-002

Ю.М.Перельман

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ ДЫХАНИЯ

РЕЗЮМЕ

В статье обобщены результаты многолетней работы сотрудников лаборатории функциональных методов исследования по изучению влияния экологических факторов на дыхательную систему. На основании предложенных методологических подходов вскрыты закономерности респираторного теплообмена в норме и при хроническом бронхите. Описан феномен холодовой гиперреактивности

дыхательных путей. Доказано существование сезонных ритмов функционального состояния дыхательной системы, непосредственно связанных с действием физических факторов окружающей среды. Показаны экологически обусловленные популяционные особенности функции внешнего дыхания человека. Предложена концепция гиперфункции внешнего дыхания. Разработаны экологически ориентированные критерии ее оценки и технологии восстановительного лечения.

SUMMARY

J. M. Perelman

IMMEDIATE QUESTIONS OF ECOLOGICAL
PHYSIOLOGY OF RESPIRATION

Paper summarizes research data obtained at the laboratory about environment factor effect on respiratory system. Suggested approach allowed us to reveal peculiarities of respiratory heat exchange in healthy patients and in patients with chronic bronchitis. Cold hyperreactivity phenomenon of respiratory tract is described. Seasonal fluctuations in respiratory system function depending on environment factors have been shown. Respiratory hyperfunction concept has been suggested.

Ecology-oriented criteria of respiratory function evaluation and treatment methods have been developed.

Дыхательная система человека, открытая внешним воздействием, испытывает на себе влияние сложного комплекса факторов окружающей среды. Среди них наиболее универсальными являются природные физические факторы, оказывающие влияние на всю человеческую популяцию. В этом смысле роль их в формировании здоровья человека и, в частности, в поддержании гомеостаза дыхательной системы существенно превосходит хотя и безусловно важные, но ограниченные во времени и пространстве иные экологические воздействия.

Для изучения зависимости функционального состояния кардиореспираторной системы от физических факторов окружающей среды нами предложены три методологических подхода, обеспечивающих всестороннюю характеристику этой зависимости. Первый подход физико-физиологический – заключается в оценке прямого действия физических факторов, в первую очередь, температуры вдыхаемого воздуха на функциональные параметры системы. Реализация второго – биоритмологического – подхода предусматривает изучение опосредованного влияния физических факторов окружающей среды путем выяснения возможных закономерностей в динамике функции внешнего дыхания, реактивности дыхательных путей и респираторного теплообмена в зависимости от сезонных изменений климато-погодных факторов. Наконец, третий – популяционный подход заключается в сопоставлении особенностей функционирования кардиореспираторной системы у представителей различных популяций людей (аборигенное население, приезжие с различными сроками проживания), радикально отличающихся по условиям долговременного существования в контрастных климатических зонах (континентальный климат южных районов Дальнего Востока и экстремальные

климатические условия Северо-Востока России).

В течение 20 лет сотрудниками вначале группы, а с 1987 года – лаборатории функциональных методов исследования ДНЦ ФПД СО РАМН проводилась научно-исследовательская работа, в основу которой и были положены вышеперечисленные подходы.

Физико-физиологический подход был реализован путем создания экспериментальной базы в виде инструментально-программного комплекса для исследования термодинамического гомеостаза легких [9] и проведения прямых измерений динамики температуры вдыхаемого и выдыхаемого воздуха как в просвете дыхательных путей на различных уровнях, так и у рта (у носа) пациентов. При этом оценивалась зависимость термодинамики воздуха при его пассаже по дыхательным путям от физических и физиологических характеристик (температуры и влажности вдыхаемого воздуха, паттерна дыхания, проходимости дыхательных путей, воздухонаполненности легких) в условиях спокойного дыхания и при термической и вентиляционной нагрузке у здоровых людей и больных хроническим бронхитом.

Гомеостаз дыхательной системы является необходимым условием ее нормального функционирования и обеспечивается рядом физиологических механизмов, среди которых важное место занимает кондиционирующая функция легких. Приведение температуры и влажности вдыхаемого воздуха к условиям тела осуществляется благодаря сложному процессу теплообмена в дыхательных путях. Многие аспекты этого процесса в норме и особенно при патологии дыхательной системы остаются дискуссионными.

Теплообмен между стенкой дыхательных путей и воздухом в их просвете представляет собой колебательный процесс, синхронизированный с фазами дыхательного цикла. При вдыхании воздуха, не полностью насыщенного водяными парами и ниже температуры тела, происходит охлаждение дыхательных путей вследствие передачи тепла от стенки воздуха по градиенту температур, а также вследствие испарения воды с поверхности слизистой. При выдохе происходит обратный процесс, в ходе которого полностью кондиционированный воздух отдает тепло ранее охлажденной во время вдоха стенке дыхательных путей. Вследствие конденсации влаги на поверхности слизистой последняя также нагревается. Таким образом, в течение выдоха происходит частичное восстановление респираторных теплопотерь, возникающих во время вдоха.

Дыхательные пути, по сути, представляют собой противоточный теплообменник, в котором осуществляется фазный процесс теплообмена. Протяженность дыхательных путей, на которой осуществляется этот процесс, варьирует в зависимости от физических характеристик вдыхаемого воздуха,

уровня вентиляции и морфофункциональных особенностей стенки дыхательных путей. Последнее обстоятельство представляется особенно важным в условиях респираторной патологии, поскольку параллельно синхронизированному с дыханием циклическому процессу теплообмена между воздухом и слизистой дыхательных путей осуществляется постоянный процесс теплопередачи от ядра тела к стенке дыхательных путей, от ее глубоких слоев – поверхностным. Основным источником тепла для этого служит во внегрудных внелегочных дыхательных путях бронхиальное кровообращение, во внутригрудных – гемодинамика в малом круге.

Вполне понятно, что хронический воспалительный процесс (например, при хроническом бронхите), протекающий с нарушением как бронхиального, так и легочного кровообращения, изменением высоты эпителиального пласта и толщины стенки дыхательных путей в целом, теплопроводности и теплоемкости ее тканей, оказывает существенное влияние на постоянную составляющую теплообмена.

Полученные нами данные свидетельствуют об исключительных кондиционирующих возможностях дыхательных путей человека [9]. Установлено, что основное согревание воздуха происходит в верхних дыхательных путях до его поступления в трахею. Тем не менее, у здоровых людей при спокойном дыхании комнатным воздухом наличие даже в сегментарных бронхах незначительных синхронизированных с фазами дыхания флюктуаций термограмм свидетельствует о незавершенности кондиционирования на этом уровне.

Более быстрое кондиционирование вдыхаемого воздуха при дыхании через нос имеет значение лишь для относительно вышележащих отделов дыхательных путей, поскольку, как показали наши данные, по мере продвижения по трахеобронхиальному дереву различия в температуре воздуха в просвете дыхательных путей при разных типах дыхания исчезают. Более высокие температуры воздуха в просвете воздухоносных путей в конце выдоха при носовом дыхании по сравнению с ротовым на одном и том же уровне измерений свидетельствуют о высокой скорости восстановления тепла в носовой полости, связанной с особенностями васкуляризации. При выполнении максимальных дыхательных маневров (медленной и форсированной жизненной емкости легких, задержки дыхания) происходит выравнивание температур выдыхаемого воздуха при ротовом и носовом дыхании с сохранением зависимостей от паттерна, объема вентиляции, температуры тела.

Установлено постепенное снижение температуры выдыхаемого воздуха в направлении проксимальных дыхательных путей, которое объясняется подмешиванием последних порций поступившего во время вдоха некондиционированного воздуха, а также благодаря постепенному снижению температуры стенки

дыхательных путей в проксимальном направлении в результате их охлаждения во время вдоха.

Среди совокупности факторов, определяющих термодинамику воздуха в дыхательных путях человека, следует выделить физические характеристики вдыхаемого воздуха (температуру и относительную влажность), аэродинамику (объем вдыхаемого воздуха, длительность вдоха и выдоха, средние и максимальные скорости вдоха и выдоха), температуру тела (следовательно, температуру стенки дыхательных путей).

Экспериментальное моделирование экстремальных экологических влияний путем вдыхания холодного сухого воздуха позволило нам уточнить количественные критерии физиологических пределов поддержания термознергетического гомеостаза легких у здоровых людей, ограниченные падением температуры на 1,0°C при спокойном ротовом дыхании и на 0,7°C при носовом на уровне бифуркации трахеи.

Усиление термической нагрузки путем изокапнической гипервентиляции позволило обнаружить гиперболический характер динамики температуры как функции длительности нагрузочного маневра. Он непосредственно отражает скорость вовлечения кондиционирующих резервов стенки дыхательных путей – важную характеристику гомеостаза, определяющую возможность поддержания ее резистентности при сочетании экстремальных экологических воздействий и максимальной дыхательной нагрузки.

Скорость восстановления тепла в стенке дыхательных путей непосредственно зависит от особенностей бронхиального и легочного кровообращения, существенно меняющихся при хронических неспецифических заболеваниях легких. Нами установлено, что при хроническом бронхите возникает нарушение кондиционирующих возможностей дыхательной системы. Средние температуры воздуха в просвете трахеобронхиального дерева оказались достоверно снижены по сравнению со здоровыми людьми как при дыхании комнатным, так и охлажденным воздухом. Важно отметить, что дыхание через нос служит важным фактором компенсации нарушений кондиционирования во внутригрудных дыхательных путях при ХБ.

Нарушения респираторного теплообмена у больных ХБ проявлялись и достоверным снижением температуры выдыхаемого воздуха ($T^{\circ}\text{выд}$) у рта и у носа. Как у здоровых людей, так и у больных хроническим необструктивным бронхитом (ХНБ) выявлена коррелятивная связь между $T^{\circ}\text{выд}$ и сопротивлением дыхательных путей. У больных хроническим обструктивным бронхитом (ХОБ) подобная взаимосвязь исчезала, что свидетельствовало о преобладающем влиянии на термодинамику факторов, связанных с изменениями в самой стенке дыхательных путей, а также нарушениями бронхиального и легочного кровотока.

Важным условием теплообменных нарушений у больных ХБ становятся изменения паттерна дыхания и воздухонаполненности легких, что подтверждено наличием многочисленных корреляций $T^{\circ}\text{выд}$ с дыхательным объемом и скоростными параметрами дыхания с одной стороны и остаточным объемом легких – с другой.

Доказательством неадекватно низкой скорости восстановления тепла в стенке дыхательных путей у больных ХБ является снижение температуры выдыхаемого воздуха при максимальных респираторных маневрах (ЖЕЛ, ФЖЕЛ и особенно при задержке дыхания). В условиях термической нагрузки у больных ХБ несомненно должна возрасти роль теплообменной функции легочного кровотока, благодаря чему при спокойном дыхании значения температур воздуха в просвете внутрилегочных дыхательных путей достоверно не отличались у больных ХНБ и ХОБ.

Исследование термодинамики выдыхаемого воздуха в процессе холодовой изокапнической гипервентиляции позволило выявить качественные отличия характера вовлечения кондиционирующих резервов у больных ХБ. Зависимость падения температуры выдыхаемого воздуха от времени трансформировалась по мере прогрессирования хронического воспалительного процесса от гиперболической к линейной.

На основании выявленных закономерностей респираторного теплообмена нами разработан комплекс способов и взаимосвязанных критериев оценки кондиционирующей функции легких как с использованием измерений температуры воздуха в просвете дыхательных путей, так и у рта и у носа пациентов. Совокупность разработанных количественных критериев позволяет всесторонне оценить теплообменную способность дыхательных путей, выявить скрытые нарушения кондиционирующей функции легких, оценить резервы кондиционирования, что чрезвычайно важно не только в клинической практике, но и для профессионального отбора и прогнозирования возможностей поддержания термознергетического гомеостаза легких в экстремальных экологических условиях.

Нарушения респираторного теплообмена неразрывно связаны с формированием холодовой гиперреактивности дыхательных путей, проявляющейся совокупностью симптомов, возникающих при вдыхании холодного воздуха. Разработанные нами функционально-диагностические критерии нормы и степени отклонений от нее реакции дыхательных путей на изокапническую гипервентиляцию холодным воздухом обеспечивают возможность ранней диагностики измененной бронхиальной реактивности и оценки ее динамики. Широкая распространенность холодовой бронхоконстрикции в популяции больных ХБ диктует необходимость учитывать ее патогенети-

ческую роль в формировании бронхолегочной патологии, особенно в условиях экстремального климата.

Полученные данные свидетельствуют о несомненной специфичности холодовой гиперреактивности дыхательных путей. Специфичность холодовой реактивности дыхательных путей подтверждается обнаруженной по данным дискриминантного анализа ее связью с исходным уровнем проходимости дистальных бронхов и градиентом температур в ходе изокапнической гипервентиляции холодным воздухом, а также отсутствием взаимосвязи с реакцией на ацетилхолин и бронходилатационные препараты.

Корреляция степени бронхоконстрикции с динамикой температурных характеристик воздуха в течение холодовой изокапнической гипервентиляции дала нам основание предложить индекс кондиционирования (отношение провентирированного объема к градиенту температур выдыхаемого воздуха) в качестве основы определения взаимосвязи между интенсивностью респираторных теплопотерь и степенью обструктивной реакции.

Вместе с тем, измененную холодовую реактивность дыхательных путей у больных ХБ нельзя целиком сводить к нарушению кондиционирования воздуха и реакции холодовых рецепторов на падение его температуры. Важную роль играют и собственно изменения в рецепторном аппарате, кальциевом гомеостазе, спектре и концентрации биологически активных веществ в тканях стенки дыхательных путей, регулирующей функции эпителия слизистой оболочки.

Улучшение проходимости дыхательных путей в ответ на холодовое воздействие у 20% больных ХБ объясняется возникающей бронхиальной вазоконстрикцией, способствующей уменьшению кровенаполнения и отека стенки дыхательных путей, тем самым увеличению площади их поперечного сечения и проходимости.

Полученные данные легли в основу разработанной методики клинко-anamnestического и функционально-диагностического тестирования холодовой гиперреактивности дыхательных путей, существенно дополняющей возможности диагностики функционального состояния дыхательной системы с учетом реакции на термические воздействия [8].

Биоритмологический подход в исследованиях лаборатории реализован, благодаря ежемесячным исследованиям функции внешнего дыхания (паттерна дыхания, проходимости и реактивности дыхательных путей, регуляции дыхания, воздухонаполненности легких, респираторного теплообмена), сопряженным с измерениями и расчетом ежемесячных значений климато-погодных факторов (атмосферного давления, температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха). Впервые удалось выявить наличие сложных экологически детерминированных сезонных биоритмов функционального состояния

дыхательной системы [7].

Установлен четкий монофазный ритм бронхиальной проходимости и воздухонаполненности легких в зависимости от среднемесячных температур окружающего воздуха и атмосферного давления и бифазный – реактивности дыхательных путей, совпадающий с аналогичным ритмом скорости ветра и относительной влажности воздуха. Отчетливые сезонные изменения регуляции дыхания и респираторного теплообмена также не оставляют сомнений в экологической детерминированности функционального состояния дыхательной системы у здоровых детей.

Проведенные исследования доказали, что возникновение хронического неспецифического воспалительного процесса в дыхательных путях человека существенно изменяет характер и степень выраженности сезонных модуляций функциональных параметров. По мере нарастания тяжести воспалительного процесса и его последствий (обструктивный синдром, эмфизема легких и т.п.) роль эндогенных факторов в модулировании функциональных сдвигов начинает превалировать над действием внешнесредовых факторов, в связи с чем амплитуда и фазовый характер сезонной динамики функционального состояния дыхательной системы становятся менее выраженными и постепенно исчезают [10].

Благодаря корреляционному и регрессионному анализу установлены четкие количественные взаимосвязи параметров регуляции дыхания, вентиляционной функции легких и реактивности дыхательных путей с физическими факторами окружающей среды, которые позволили разработать совокупность критериев оценки функционального состояния дыхательной системы в зависимости от фактической и прогнозируемой синоптической ситуации. Использование предложенных критериев позволяет не только осуществлять долговременный прогноз функции внешнего дыхания, но и разрабатывать индивидуальные стратегии вторичной профилактики ХБ в различных климатических зонах.

Популяционный подход к изучению внешнесредовых влияний на кардиореспираторную систему реализован нами на популяции аборигенов и приезжего населения Чукотки – экстремальной по климато-географическим характеристикам зоны. Комплексная оценка вентиляционной функции легких, респираторного теплообмена, гемодинамики малого круга кровообращения и сердечной деятельности позволила всесторонне исследовать роль неблагоприятных условий существования в формировании особенностей функционирования кардиореспираторной системы [4].

В результате проведенных исследований установлено, что функциональное состояние кардиореспираторной системы у больных ХБ, приехавших и живущих в экстремальных экологических условиях Чукотки, характеризуется быстрым прогрессированием бронхи-

альной обструкции, присоединением рестриктивных нарушений, изменением регионарного распределения вентиляции и кровотока, ранним повышением капиллярного сосудистого сопротивления в малом круге, нарастанием дисбаланса вентиляционно-перфузионных отношений, изменением фазовой структуры обоих желудочков в сторону синдромов нагрузки сопротивлением и гиподинамией.

Нами показано, что если у приезжих европейцев целесообразные адаптационные реакции аппарата внешнего дыхания осуществлялись за счет мобилизации резервных возможностей верхних отделов легких и, по сути, исчерпывали их, то у аборигенов Севера для поддержания гиперфункции внешнего дыхания не требовалось этих «жертв», о чем свидетельствовал нормальный тип распределения регионарных функций легких. Благодаря этому, сохранялся значительный потенциал рекрутирования возможностей регионарного перераспределения в мобилизации функциональных резервов внешнего дыхания.

Результаты исследования показали, что достоверными критериями ранней диагностики ХБ у коренных жителей могут служить основные параметры форсированного выдоха ($ОФВ_1$, $ССВ_{25-75}$, $ССВ_{75-85}$), реографические признаки повышения сосудистого сопротивления в системе легочной артерии и нарушения вентиляционно-перфузионных отношений (удлинение интервала Q-a, увеличение индекса $МОВр/МПКр$). Для выявления скрытых нарушений гемодинамики малого круга кровообращения предложена постуральная проба: отсутствие реакции перераспределения легочного кровотока в нижние доли легких при перемене положения тела из горизонтального в вертикальное свидетельствует о потере пластичности сосудистой системы малого круга – важной предпосылке гемодинамических расстройств, влияющих на адекватное осуществление газообменной функции легких.

У больных ХБ, живущих в экстремальных условиях Чукотки, установлены нарушения теплообмена в дыхательных путях, проявлявшиеся снижением температуры в просвете дыхательных путей и выдыхаемого через рот и нос воздуха. Эти нарушения зависели от длительности проживания на Севере, наличия обструкции дыхательных путей, паттерна дыхания. Определена взаимосвязь температурных характеристик воздуха в просвете трахеобронхиального дерева с объемно-скоростными параметрами дыхания и функциональным состоянием кардиореспираторной системы. Нарушения теплообмена в дыхательных путях, являясь следствием морфофункциональных изменений стенки трахеобронхиального дерева, приводят к сдвигам термоэнергетического гомеостаза легких и прогрессированию кардиореспираторных нарушений.

Поддержание термоэнергетического и газового гомеостаза легких при нарастании силы воздействия

экологических факторов требует перевода дыхательной системы в режим гиперфункции. В экологической и клинической физиологии дыхания достаточно хорошо освоены методологические подходы к оценке недостаточности внешнего дыхания как основного фактора несостоятельности дыхательной системы при развитии патологии или экстремальных воздействий на организм. В то же время не разработаны представления о механизмах гиперфункции внешнего дыхания. Известная концепция Ф.З.Меерсона о гиперфункции миокарда может быть применима к дыхательной системе лишь как к помпе, то есть в части работы дыхательных мышц. Вместе с тем, многообразие функций легких, в том числе кондиционирующей, сложная иерархическая организация деятельности дыхательной системы, включающая наряду с вентиляцией и гемодинамику в малом круге, требуют более широкого осмысления проблемы.

Нами предложена концепция гиперфункции внешнего дыхания как универсального ответа дыхательной системы на внешние воздействия в норме и основного механизма компенсации при патологии. Важнейшей составной частью гиперфункции является состояние дыхательных мышц. Применение разработанного автоматизированного комплекса для электромиографических исследований позволило установить, что уже на самых ранних стадиях болезни органов дыхания дыхательные мышцы, особенно диафрагма, работают в режиме гиперфункции, что характеризуется увеличением их электрической активности, ростом высокочастотной составляющей спектра электромиограммы. Постепенное перераспределение функционального вклада дыхательных мышц в акт дыхания в сторону увеличения активности вспомогательной дыхательной мускулатуры неизбежно сопровождается ростом регионарных градиентов внутриплеврального давления в вышележащих отделах грудной клетки с соответствующим базально-апикальным перераспределением регионарных объемов вентиляции. Механизмы саморегуляции регионарных функций легких обеспечивают последовательное регионарное перераспределение легочной перфузии. Формирование более равномерной топографии регионарных функций легких – своеобразная функциональная гомогенизация органа – наряду с увеличением работы дыхательных мышц, является существенным фактором гиперфункции внешнего дыхания, ее необходимым условием и универсальным механизмом. Характерный паттерн регионарного распределения вентиляции и легочного кровотока, имеющий место как в физиологических условиях, так и в условиях патологии, способствует включению резервных легочных единиц и адекватному возрастающим потребностям организма повышению легочного газообмена.

Увеличение обструкции дыхательных путей и развитие эмфиземы легких приводит к утомлению диафрагмы, снижению сократительной способности вначале мышц вдоха, а затем и выдоха. Важным фактором развития дыхательной недостаточности становится дискоординация дыхательных мышц, требующая неадекватного увеличения их работы по поддержанию необходимого уровня вентиляции. Диссоциация между процессами возбуждения дыхательных мышц и силой их сокращения при максимальном усилии является достоверным критерием диагностики утомления. Разработанные амплитудные, спектральные и силовые характеристики дыхательных мышц могут служить надежными критериями диагностики их гиперфункции, гипофункции и утомления [3].

Функциональные резервы кардиореспираторной системы являются определяющими факторами жизнеспособности организма, обеспечивающими его толерантность в экстремальных экологических условиях Дальневосточного региона и адекватную компенсацию нарушенных функций при заболеваниях органов дыхания. Использование тестов с физической нагрузкой позволило установить, что у больных хроническим необструктивным бронхитом при сохранении достаточно высокого уровня переносимости мышечной деятельности наблюдается тенденция к снижению резервных возможностей кардиореспираторной системы при максимальной физической нагрузке, что проявляется значительным напряжением аппарата вентиляции и кровообращения для достижения максимального уровня обмена веществ. Одним из наиболее важных факторов, лимитирующих физическую работоспособность у больных с хроническими неспецифическими заболеваниями легких, служит нарушение функционального состояния дыхательных мышц. При появлении и нарастании обструкции дыхательных путей отмечается прогрессирующее снижение толерантности к физической нагрузке, непосредственной причиной которого является неспособность адекватно увеличивать вентиляцию в условиях увеличения неэластического сопротивления дыханию. Дополнительными факторами, определяющими снижение физической работоспособности, служат нарушения газообменной эффективности вентиляции и неадекватная реакция сердечно-сосудистой системы.

В результате проведенных исследований разработанная и защищенная двумя патентами РФ [5, 6] оригинальная программа восстановительного лечения на основе применения курса интенсивных велотренировок с индивидуально рассчитываемой в зависимости от толерантности и функционального состояния дыхательных мышц субмаксимальной мощностью нагрузки, которая позволяет за короткий срок

повысить общую выносливость больных за счет возрастания экономичности мышечной деятельности и совершенствования системы транспорта кислорода, восстановить функциональное состояние респираторных мышц, что увеличивает резервные возможности дыхательной и сердечно-сосудистой систем [1].

Показано, что важным фактором оптимизации легочного газообмена служит улучшение функционального состояния дыхательных мышц. Благодаря возрастающей координации их деятельности и перераспределению функционального вклада в акт дыхания диафрагмы и вспомогательных дыхательных мышц происходит усиление их сократительной способности. Важно, что рационально построенный курс интенсивных физических тренировок не только позволяет увеличить физическую работоспособность больных, но и устраняет гиперфункцию аппарата вентиляции в покое, восстанавливает электро-механические взаимоотношения в работе дыхательных мышц, несмотря на сохраняющуюся обструкцию дыхательных путей [2].

Улучшение функционального состояния дыхательных мышц сопровождается уменьшением воздухонаполненности легких, оптимизацией отношений длина-напряжение диафрагмы, нормализацией объемно-временной структуры дыхательного цикла, увеличением общего потребления кислорода за время работы.

Совокупность разработанных диагностических критериев, позволяющих определить показания к применению курса велотренировок, индивидуально рассчитать мощность тренировочной нагрузки в зависимости от исходного состояния дыхательной системы в целом и, в частности, от состояния дыхательных мышц, представляет собой законченную медицинскую технологию. Ее применение обеспечивает выраженное улучшение функционального состояния дыхательной системы, повышение физической работоспособности, ускоряя адаптацию больных к условиям обычной жизни вне стационара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилова Н.Н. Комплексная восстановительная терапия болезней органов дыхания: Метод. рук.-во.- Благовещенск: Изд-во ДНЦ ФПД СО РАМН.- 2000.- 40 с.
2. Ершов С.П., Вавилова Н.Н., Перельман Ю.М. Тренировка дыхательных мышц с помощью субмаксимальных нагрузок на велоэргометре// Бюл. физиол. и патол. дыхания. - 1999.- Вып. 3.- С.41-45.
3. Ершов С.П., Перельман Ю.М. Электрофизиологическая характеристика дыхательных мышц у больных хроническим бронхитом//Бюл. физиол. и патол. дыхания. - 1999. – Вып. 5. – С.28-35.
4. Заболевания органов дыхания в экстремальных экологических условиях Северо-Востока СССР/ М.Т.Луценко, С.С.Целуйко, В.П.Самсонов и др. - Благовещенск, 1990. - 176 с.
5. Пат. 1805942, СССР, Способ лечения больных хроническим бронхитом / Н.Н.Вавилова, Ю.М. Перельман // Бюл. № 12.- 6 с.
6. Пат. 2138986, РФ, Способ лечения больных с дыхательной недостаточностью /С.П.Ершов, Ю.М.Перельман, Н.Н.Вавилова// Бюл. № 28.- 4 с.
7. Перельман Ю.М., Прилипко Н.С. Сезонные изменения вентиляционной функции легких у здоровых людей//Дальневосточный медицинский журнал. - 1996. - №2. - С.16-20.
8. Перельман Ю.М., Приходько А.Г. Диагностика холодовой гиперреактивности дыхательных путей: Метод. рекомендации.- Благовещенск, 1998.- 8 с.
9. Перельман Ю.М., Ульянычев Н.В., Лысак В.А. Научно-исследовательский комплекс для изучения термобарического гомеостаза легких//Бюл. физиол. и патол. дыхания.- 1999.- Вып. 3.- С.9-17.
10. Прилипко Н.С., Перельман Ю.М. Влияние сезонных изменений метеофакторов на функцию внешнего дыхания у больных хроническим бронхитом//Бюл. Сиб. отд-ния АМН СССР. - 1991. - №3. - С.52-57.

