

ВЕСТНИК ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

акад. РАМН, д.м.н.,
проф. А. Н. РАЗУМОВ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

акад. РАМН, д.м.н.,
проф. Н. А. АГАДЖАНИЯ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

д.м.н., проф. И. П. БОБРОВНИЦКИЙ

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

к.м.н. Д. В. КАЛУГИНА

Основан в 2002 году

Орган Ассоциации специалистов
восстановительной медицины

Учредители: Ассоциация специалистов
восстановительной медицины

ФГБУ «Российский научный центр
медицинской реабилитации и курортологии
Министерства здравоохранения
и социального развития России»

Журнал включен в перечень ведущих
рецензируемых журналов ВАК

Ответственность

за достоверность сведений, содержащихся
в рекламных объявлениях, несущих рекламу.
Все права данного издания защищены. Ни одна
из частей журнала не может быть воспроизве-
дена или передана ни в обычной форме, ни с
помощью любых средств, включая электронные
и механические, а также фотокопирование, без
предварительного письменного разрешения
его учредителей.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Россия, 125040, Москва,
Россия, 125040, Москва, ул. Правды, д. 8, корп. 35
Тел.: (495) 742-44-40, доб. 115, (499) 557-00-91
www.asvomed.ru; e-mail: info@asvomed.ru

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ВАСИЛЕНКО А. М., д.м.н., проф.
ДАМИНОВ В. Д., к.м.н.
ЗВОНИКОВ В. М., д.м.н., проф.
ЗИЛОВ В. Г., д.м.н., акад. РАМН
ИВАНОВА Г. Е., д.м.н., проф.
КАРГАНОВ М. Ю., д.б.н.
КОРЧАЖКИНА Н. Б., д.м.н., проф.
КОЧЕТКОВ А. В., д.м.н., проф.
КРУТЬКО В. Н., д.т.н., проф.
КУЗНЕЦОВ А. Н., д.м.н., проф.
КУРАШВИЛИ В. А., д.м.н.
ОВЕЧКИН И. Г., д.м.н., проф.
ОРЕХОВА Э. М., д.м.н., проф.
ПОЛЯЕВ Б. А., д.м.н., проф.
ПОРТНОВ В. В., д.м.н., проф.
ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ В. Н., д.м.н., проф.
СКАЛЬНЫЙ А. В., д.м.н., проф.
СОКОЛОВ А. В., д.м.н., проф.
ТРУХАНОВ А. И., д.б.н.
ХАН М. А., д.м.н., проф.
ШАКУЛА А. В., д.м.н., проф.
ШАЛЫГИН Л. Д., д.м.н., проф.
ШЕНДЕРОВ Б. А., д.м.н., проф.
ЩЕГОЛЬКОВ А. М., д.м.н., проф.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

АРЕТИНСКИЙ В. Б., д.м.н., проф. (г. Екатеринбург)
АРУТЮНЯН Б. Н., д.м.н., проф. (Армения, г. Ереван)
БЕЗУГЛЫЙ А. П., к.м.н.
БЫКОВ А. Т., д.м.н., член-корр. РАМН
БЕЛЯКИН С. А., д.м.н., проф.
БУГАНОВ А. А., д.м.н., член-корр. РАМН (г. Надым)
ВИССАРИОНОВ В. А., д.м.н., проф.
ВЛАДИМИРСКИЙ Е. В., д.м.н., проф. (г. Пермь)
ГИЛЬМУТДИНОВА Л. Т., д.м.н., проф. (г. Уфа)
КОРКИНА Л. Г., д.м.н., проф. (Италия, Рим)
КРОШНИН С. М., д.м.н., проф.
КУЛИКОВ В. П., д.м.н., проф. (г. Барнаул)
ЛИНОК В. А., заслуженный врач РФ
ЛЯДОВ К. В., д.м.н., член-корр. РАМН
МУХАМЕДЖАНОВ Н. З., д.м.н., проф. (Узбекистан, г. Ташкент)
НОТОВА С. В., д.м.н., проф. (г. Оренбург)
ОРАНСКИЙ И. Е., д.м.н., проф. (г. Екатеринбург)
ПОНОМАРЕНКО Г. Н., д.м.н., проф. (г. С.-Петербург)
РАХМАНИН Ю. А., д.м.н., акад. РАМН
СИДОРОВ В. Д., д.м.н., проф.
СТУПАКОВ Г. П., д.м.н., акад. РАМН
ТУРОВА Е. А., д.м.н., проф.
ТУТЕЛЬЯН В. А., д.м.н., акад. РАМН
УШАКОВ И. Б., д.м.н., акад. РАМН, член-корр. РАН
ЧЕРНИКОВА Л. А., д.м.н., проф.
ШТАРК М. Б., д.м.н., акад. РАМН (г. Новосибирск)
ЮДИН В. Е., д.м.н., доцент

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Регистрационный номер ПИ № 77-13601 от 20 сентября 2002 г.

Подписано в печать 24.09.2012. Формат 60 x 84 1/8. Бумага мелованная.

Печать офсетная. Объем 10 п. л. Тираж 1000 экз. Заказ № 12-197.

Отпечатано в типографии ЗАО «Группа Море»

101000, Москва, Хохловский пер., д. 9; тел. (495) 917-80-37; e-mail: sea.more@mail.ru

РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ ИДЕИ АКАДЕМИКА Н.А. АГАДЖАНЯНА О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ В СОЧЕТАНИИ С ГИПЕРКАПНИЕЙ В ТРЕНАЖЕРАХ ДЛЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Шакула А. В.: главный научный сотрудник ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии Минздрава России», доктор медицинских наук, профессор

Введение

Основой эффективности дыхательных тренажеров является нагрузка на дыхательную мускулатуру и создание умеренной гипоксии, увеличивающей толерантность к дефициту кислорода. В исследованиях академика РАМН Н.А. Агаджаняна и его учеников было показано, что эффективность периодической гипоксии наиболее высока при сочетании с повышением в дыхательной смеси концентрации углекислого газа (гиперкапния) [2].

Использование дыхательных тренажеров прочно закрепилось в профилактической и восстановительной медицине. Показаниями для назначения дыхательной гимнастики с использованием тренажеров наиболее часто являются хронические заболевания сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной системы. В профилактических целях дыхательные упражнения рекомендуются для предупреждения развития атеросклероза и его осложнений, обструктивных заболеваний легких, застойной пневмонии, а также для увеличения функциональных резервов организма и повышения эффективности тренировочного процесса у спортсменов [1].

Существуют и безаппаратные методы дыхательной гимнастики [3]. В отечественной медицине наибольшее распространение среди них получила дыхательная гимнастика А.Н. Стрельниковой [4] и К.П. Бутейко [5]. Применение указанных методик требует от пациента значительных волевых усилий и освоения сложных комплексов дыхательных упражнений. Кроме того, в ходе их применения невозможно достичь объективного дозирования тренировочного воздействия [6]. В связи с этим, большую популярность среди пациентов и специалистов восстановительной медицины получили аппаратные методы проведения дыхательных тренировок. Однако, большое количество дыхательных тренажеров, присутствующих в настоящее время на рынке товаров для здоровья, может ввести в заблуждение даже опытного специалиста. Поэтому, целью



настоящей работы стала классификация и сравнительный анализ технических средств, применяемых для дыхательных тренировок.

Материалы и методы

В качестве материала для сравнительного анализа основных классов дыхательных тренажеров были взяты наиболее известные представители каждого класса и поколения. Методом сравнения являлся анализ, основанный на технических характеристиках дыхательных тренажеров и материалы, предоставленные разработчиками на официальных сайтах и отраженные в литературе.

Результаты исследования и их обсуждение

Все аппаратные средства дыхательной гимнастики можно разделить на два больших класса: дыхательные тренажеры, которые создают сопротивление дыханию и дыхательные тренажеры, которые изменяют газовый состав альвеолярного воздуха. (Рис. 1).

Дыхательные тренажеры, создающие сопротивление дыханию.

Первый класс дыхательных тренажеров базируется на локальном уменьшении сечения дыхательных путей за счет введения в дыхательный тракт технических средств. Это способствует тренировочному

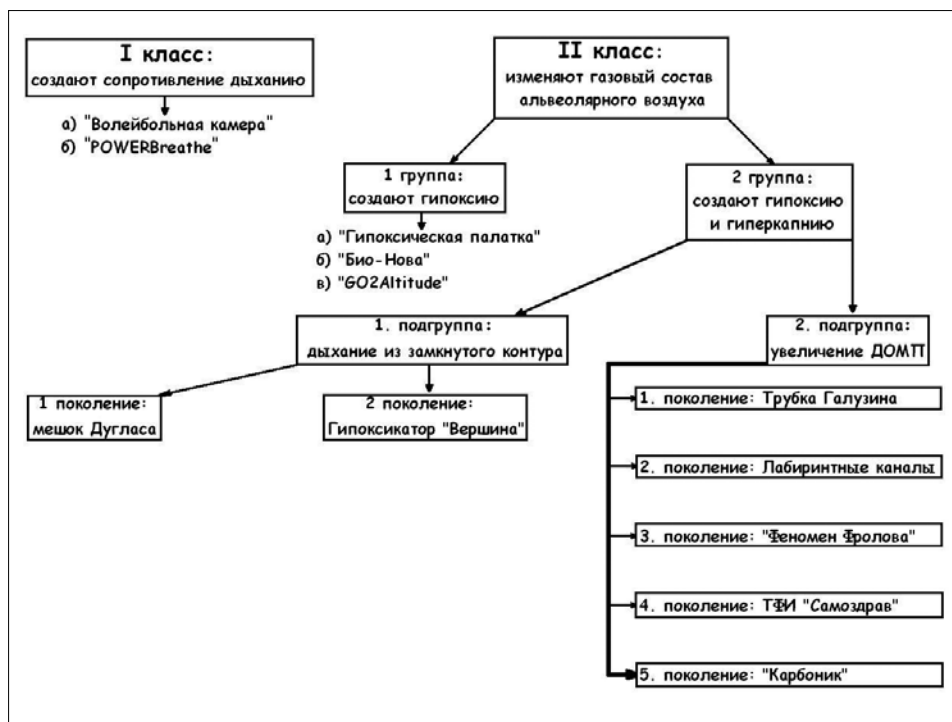


Рис. 1. Классификация дыхательных тренажеров, с указанием основных представителей.

повышению мощности и выносливости дыхательных мышц и улучшению дыхания. Тренировочный эффект достигается благодаря использованию принципа прогрессивного увеличения сопротивления (нагрузки) [7]. При применении указанных тренажеров возможно незначительное повышение концентрации CO_2 и понижение концентрации O_2 в альвеолярном воздухе. Среди технических средств этого класса можно выделить модели различной сложности от простой «волейбольной камеры» до специализированного дыхательного тренажера «POWERbreathe».

Дыхательные тренажеры, изменяющие газовый состав альвеолярного воздуха.

Второй класс дыхательных тренажеров включает большое количество разнообразных моделей, которые объединяет способность к изменению состава альвеолярного воздуха. В зависимости от влияния на концентрацию кислорода и углекислого газа в дыхательной смеси данный класс тренажеров можно разделить на две группы:

1) *Дыхательные тренажеры, создающие гипоксию.* Аппараты из этой группы тренажеров, как правило, рассчитаны на групповые тренировки, что значительно экономит время, но имеет ряд недостатков, таких как громоздкость, высокая стоимость и сложность использования. Наиболее известными представителями группы являются «Гипоксическая палатка», «Био-нова», гипоксикатор «GO2Altitude».

2) *Дыхательные тренажеры, создающие гипоксию и гиперкапнию (гиперкапническую гипоксию).* Эта группа требует большего внимания, так как она наиболее многочисленная, быстро развивается и является более предпочтительной для практического применения [2]. Принцип действия этих тренажеров заключается в сочетании гиперкапнии и гипоксии, которое является наиболее перспективным, в связи с тем, что суммирует лечебные эффекты, как дефицита кислорода, так и избытка углекислого газа. В основу работы этих дыхательных тренажеров заложен дешевый источник газов – возвратное дыхание (ререспирация), которое может осуществляться путем дыхания из замкнутого контура или через «дополнительный объем мертвого пространства» (ДОМП).

Таким образом, распространенные дыхательные тренажеры второй группы (создающие гиперкапническую гипоксию), ввиду разнообразия технических подходов, целесообразно классифицировать по принципу действия, выделив две подгруппы: первая, дыхательные тренажеры, основанные на принципе возвратного дыхания из замкнутого контура, и вторая, дыхательные тренажеры, базирующиеся на увеличении ДОМП.

Дыхательные тренажеры, основанные на принципе возвратного дыхания из замкнутого контура.

В первой подгруппе тренажеров, построенных на принципе возвратного дыхания из замкнутого контура, можно выделить только два поколения. Первое поколение представлено классическим «мешком Дугласа» или любыми его аналогами, а второе тре-

нажером «Вершина» профессора Стрелкова. Мешок Дугласа представляет собой замкнутую пластичную емкость, объемом до 40 литров, в которую делается выдох, а затем вдох. Главными недостатками тренажера-мешка для возвратного дыхания являются: отсутствие контроля концентрации кислорода и углекислого газа во вдыхаемом воздухе и, вследствие этого, опасность возникновения неблагоприятных последствий; невозможность плавной регулировки концентрации газов; невозможность поддержания заданной концентрации газов в альвеолярном воздухе; затруднения с дезинфекцией эластичного и атериала мешка. Гипоксикатор «Вершина» может быть также отнесен в группу тренажеров, не создающих гиперкапнию в альвеолярном воздухе, так как имеет возможность подключения адсорбента углекислого газа. В остальном, этот тренажер полностью сопоставим с мешком Дугласа и не лишен его недостатков. Главным и существенным недостатком всей данной подгруппы дыхательных тренажеров является невозможность стандартизации тренировочного воздействия по газовому составу и техническая невозможность внедрения системы дозирования. Поэтому дальнейшего развития тренажеры, основанные на принципе дыхания из замкнутого контура, не получили.

Дыхательные тренажеры, основанные на увеличении ДОМП.

Вторая подгруппа, представленная дыхательными тренажерами, увеличивающими ДОМП, может быть разделена хронологически и по уровню технологической сложности на 5 поколений. (Рис. 2). Преимущества и недостатки тренажеров каждого поколения в этой подгруппе необходимо рассмотреть подробно, так как отличия между ними являются важными в практическом применении. При этом, главными параметрами, характеризующими конкурентное преимущество тренажера, является возможность достижения эффективного уровня гипоксии и гиперкапнии,

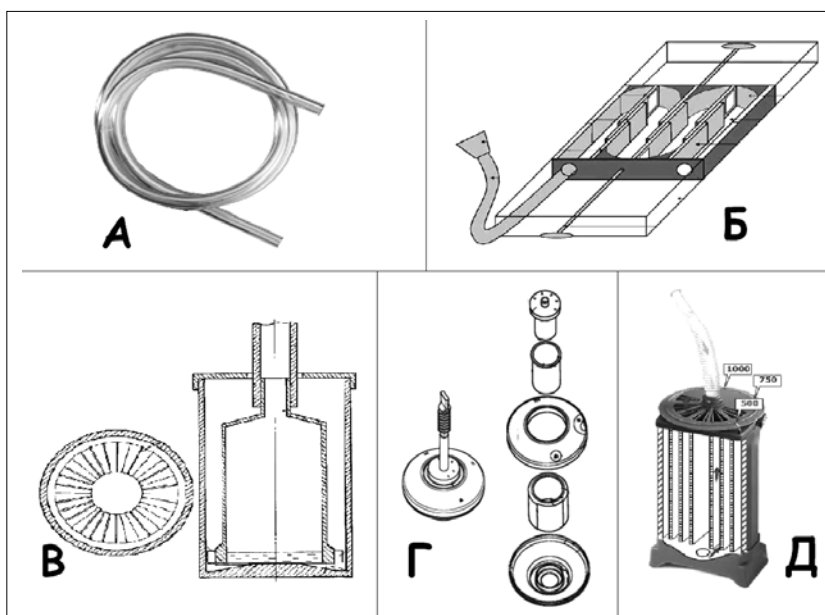


Рис. 2. Представители пяти поколений дыхательных тренажеров, создающих в альвеолярном воздухе гиперкапническую гипоксию, путем увеличения ДОМП (А – Трубка Галузина; Б – Трубка в виде лабиринтных каналов; В – «Феномен Фролова»; Г – ТФИ «Самоздрав»; Д – Тренажер «Карбоник»).

возможность плавной регулировки концентрации газового состава альвеолярного воздуха, возможность поддержки заданной концентрации газов, простота тренировочного процесса, компактность, возможность автоматизации тренировок и доказательная научная база [9].

Первое поколение. Трубка Пристли или ее отечественный вариант – трубка Галузина выполнена в виде пластиковой или металлической трубки с внутренним диаметром около 3 см и длиной до 4 м. Вдох и выдох осуществляется через трубку, один конец которой сообщается с атмосферным воздухом. Трубка может удлиняться, либо укорачиваться, в зависимости от потребностей пользователя в нагрузке. А. Галузин начинал тренироваться по 5 минут, один раз в день. Затем время занятий ежедневно увеличивалось на 1–2 минуты с постепенным переходом на трубки большей длины. Курс тренировок может длиться до 5 месяцев. В данном устройстве к недостаткам тренажеров предыдущей подгруппы (невозможность стандартизации тренировочного воздействия по газовому составу и техническая невозможность внедрения системы дозирования) дополнительно можно отнести громоздкость и неудобство использования.

Второе поколение. Следующее поколение данной подгруппы дыхательных тренажеров представлено той же трубкой, которая сложена в виде лабиринтных каналов или в другой форме с целью придания тренажеру компактности. Такая модификация трубки хотя и более удобна для использования, но принципиально не отличается и имеет те же недостатки, что и простая трубка.

Третье поколение. Третье поколение дыхательных тренажеров, основанных на увеличении ДОМП, использует с этой целью банки. В простейшем варианте это обычные 1, 2, 3-х литровые стеклянные банки, которые позволяют грубо дозировать концентрацию альвеолярных газов изменением их объема. В третьем поколении дыхательных тренажеров этой подгруппы есть три наиболее распространенных представителя: Дыхательный тренажер «Феномен Фролова», тренажер «Самоздрав» в стандартной комплектации и тренажер универсальный индивидуальный (ТУИ) «Суперздоровье».

Тренажер Фролова состоит из дыхательной трубки и двух камер, в одну из которых заливается вода, увеличивая сопротивление дыханию. Дозирование сопротивления дыханию и гиперкапнической гипоксии осуществляется путем увеличения объема заливаемой в тренажер воды. Данный тренажер преимущественно воздействует на организм изменением сопротивления дыханию и практически не изменяет газовый состав альвеолярного воздуха. По данным газоанализа дыхание через тренажер Фролова создает концентрацию CO_2 в альвеолярном воздухе на уровне 5,4%, что соответствует состоянию нормокапнии [10]. В этой связи тренажер Фролова более справедливо было бы отнести в группу «дыхательных тренажеров, создающих сопротивление дыханию». Еще одной особенностью данного устройства является необходимость освоения специальной методики диафрагмального дыхания, что усложняет его эксплуатацию.

Дыхательный тренажер «Самоздрав» в стандартной комплектации состоит из двух частей: капникатора и капнометра. Капникатор включает две емко-

сти, расположенные одна внутри другой. Внутренняя емкость выполнена в виде пластикового стакана, а внешняя в виде гофры. Регулировка ДОМП в тренажере осуществляется путем изменения положения емкостей относительно друг друга. Содержание CO_2 в альвеолярном воздухе определяется капнометром косвенно, путем измерения минутного объема дыхания (МОД) на основе известной из физиологии человека зависимости между напряжением CO_2 в артериальной крови и МОД [11]. Преимуществом тренажера «Самоздрав» перед предыдущими поколениями является появление системы ступенчатой регулировки ДОМП и системы измерения МОД. Недостатками устройства также является невозможность плавной регулировки концентрации альвеолярных газов и их поддержание на заданном уровне.

ТУИ «Суперздоровье» состоит из 8 емкостей и дыхательной трубки, плавно перемещаемой в одной из камер. Другие емкости ступенчато присоединяются в зависимости от этапа тренировочного курса. Положительным моментом является возможность ступенчатого увеличения ДОМП с большим количеством шагов и большой суммарный объем камер, что позволяет достигать более эффективных концентраций альвеолярных газов. Данный тренажер практически не отличается по эффективности и удобству эксплуатации от стандартной комплектации «Самоздрава», имея аналогичные недостатки и схожую «баночную» систему дозирования.

Четвертое поколение. Наиболее известным дыхательным тренажером четвертого поколения является тренажер физкультурный имитатор (ТФИ) «Самоздрав» в экспортной комплектации. В данном тренажере реализован способ дозирования, позволяющий почти плавно регулировать ДОМП и, соответственно, концентрацию альвеолярных газов. Тренажер состоит из двух камер, соединенных дыхательной трубкой с мундштуком. Внешняя емкость выполнена цельной пластиковой колбой. Внутренняя камера регулирует уровень сопротивления дыханию, а внешняя ДОМП и состав вдыхаемой воздушной смеси. В комплектацию также входит капнометр, аналогично стандартной комплектации «Самоздрава». Главным недостатком тренажера остается невозможность контролировать концентрацию альвеолярных газов и поддерживать заданную для них концентрацию, а также невозможность автоматизации дозирования воздействий.

Пятое поколение. Дыхательный тренажер «Карбоник» профессора Куликова единственный представитель пятого поколения подгруппы. Он принципиально отличается от других тренажеров техническими решениями, позволяющими плавно дозировать концентрацию альвеолярных газов в широком диапазоне при минимальных габаритах и контролировать тренировки в автоматизированном режиме. Карбоник состоит из корпуса, оригинальной ячеистой кассеты, и оригинальной заслонки. Ячеистая кассета обеспечивает разделение (сепарацию) выдыхаемого воздуха на порции, сохраняя последнюю порцию выдоха – альвеолярный воздух, который беден кислородом и богат CO_2 . Возможность регулировки концентрации CO_2 находится в диапазоне 5–8%, O_2 в диапазоне 17–11%. Возможность плавной регулировки концентрации газов в альвеолярном воздухе достигается путем плавного изменения ДОМП от

500 до 1000 мл при помощи специальной дозирующей заслонки. Тренажер имеет возможность создавать высокий уровень гиперкапнии и гипоксии при минимальных габаритах. Однако для ослабленных пациентов и детей может быть достигнут щадящий режим простым путем удаления из дыхательного контура ячеистой кассеты или дыхания через трубку со специальным узлом разделения воздушных потоков. (Таблица 1). Возможность простой и плавной регулировки концентрации газов позволяет постепенно увеличивать уровень тренированности и обеспечивает безопасность тренировок.

В рекомендациях к тренажеру «Карбоник» описано достижение положительного эффекта уже через две недели ежедневных 20-минутных тренировок [12]. Данные по эффективности использования этого тренажера опубликованы в специальных медицинских журналах. Показана эффективность тренажера «Карбоник» в реабилитации ишемических повреждений головного мозга [13], для улучшения памяти, внимания, снижения агрессивности и депрессивности, а так же в лечении неврозов [14], в комплексном лечении детей с патологией ЖКТ [15] и малой мозговой дисфункцией [16].

Помимо главных достоинств, «Карбоник» может регулировать сопротивление дыханию в широком диапазоне при помощи специальных прокладок и использоваться для тренировки дыхательных мышц у спортсменов и профилактики застойной пневмонии у послеоперационных пациентов. (Таблица 2). При этом повышение сопротивления дыханию еще больше изменяет концентрацию альвеолярных газов, что важно для спорта высоких достижений.

Еще одна особенность «Карбоника» – его оснащение специальным технологическим отверстием для подключения ингалятора и, таким образом, он может быть использован для ингаляционного воздействия на дыхательную систему.

Однако, наиболее перспективным направлением пятого поколения является автоматизация контро-

ля тренировок по биологической обратной связи и диагностические функции, включая оценку состояния газового гомеостаза (гипоксия, гипокапния, гиперкапния, гипервентиляция), метаболизма (основной обмен, диетические карты) и автоматический подбор оптимального режима тренировок. В этом варианте исполнения (лечебно-диагностический комплекс (ЛДК) «Карбоник») тренажер имеет функцию газоанализа и автоматического поддержания заданной концентрации альвеолярных газов и управляется через подключение к персональному компьютеру.

Сравнительные характеристики наиболее распространенных дыхательных тренажеров представлены в таблице 3. (Таблица 3).

Таким образом, в арсенале современной восстановительной медицины представлен широкий набор дыхательных тренажеров для тренировки дыхательных мышц и воздействия на организм путем изменения газового состава альвеолярного воздуха. Наиболее распространенной и перспективной группой тренажеров, насчитывающей пять поколений, являются дыхательные тренажеры для создания гиперкапнической гипоксии путем увеличения ДОМП. Самым совершенным среди них является тренажер пятого поколения «Карбоник». В пятом поколении решена задача плавного регулирования концентрации альвеолярных газов в широком диапазоне при минимальных габаритах, автоматизированный контроль дыхательных тренировок по биологической обратной связи, регулировка сопротивления дыханию и возможность ингаляционного воздействия в процессе тренировок. Перспективными направлениями использования дыхательных тренажеров пятого поколения является профилактика и лечение нарушений регионального кровообращения, особенно ишемии мозга и миокарда, артериальной гипертензии, гипервентиляционного синдрома и патологии бронхолегочной системы, неврозов и расстройств памяти.

Таблица 1. Концентрация CO_2 при различных способах эксплуатации дыхательного тренажера «Карбоник»

Режим эксплуатации тренажера	FetCO ₂ , достигаемая через 2 минуты дыхания (%)
Трубка с узлом разделения газовых потоков, не подключенная к корпусу	3,5–3,7
Корпус тренажера без ячеистой кассеты	4,5–4,9
ДОМП – 500 мл	5,4–5,8
ДОМП – 1000 мл	6,5–7,5
Другая патология	1,9

Таблица 2. Зависимость сопротивления дыханию и уровня гиперкапнии от размера отверстия прокладки в дыхательном тренажере «Карбоник»

Размер отверстия в прокладке (мм)	Примерное сопротивление дыханию (мм водн. ст.)	FetCO ₂ при ДОМП «500 мл», %	FetCO ₂ при ДОМП 1000 мл, %
15 (сторона)	3–5	5,4–5,8	6,5–7,5
10 (диаметр)	8–10	5,9–6,3	7,3–7,7
5 (диаметр)	17–19	6,7–7,1	7,7–8,1

Примечание: FetCO₂ – концентрация CO₂ в альвеолярном воздухе (последней порции выдыхаемого воздуха).

Таблица 3. Сравнительная характеристика основных представителей подгруппы дыхательных тренажеров, увеличивающих ДОМП

Критерий	Дыхательный тренажер «Карбоник» (5 поколение)	ТФИ «Самоздрав» (4 поколение)	ТУИ «Суперздоровье» (3 поколение)	Тренажер «Феномен Фролова» (3 поколение)
Регудостоверение МЗ РФ	ФСР 2005/05033 от 10.06.2009	нет	нет	ФСР 2007/00544 от 9.07.2007
Патенты на изобретения	12	3	2	1
Новая медицинская технология, зарегистрированная в Росздравнадзоре	2	нет	нет	нет
Статьи о доклинических и клинических испытаниях в рецензируемых научных медицинских журналах	23	3	нет	2
Максимальная концентрация CO ₂ в альвеолярном воздухе, %	8,1	6,2	8	5,4
Максимальный дефицит O ₂ в альвеолярном воздухе, %	10	7	10	6
Возможность плавной регулировки ДОМП	Да	нет	нет	нет
Простота использования	Предельно просто «Дышите как дышитесь»	Сложная система дозирования	Необходимо использовать и переключать большое количество элементов	Освоения методики диафрагмального дыхания
Регулировка сопротивления дыханию	3–19 мм водн. ст.	20–40 мм водн. ст.	Нет	10–15 мм водн. ст.
Возможность ингаляционного воздействия	да	нет	нет	нет
Возможность мониторинга концентрации газов в альвеолярном воздухе	да	нет	нет	нет
Возможность поддержания заданной концентрации газов в альвеолярном воздухе по биологической обратной связи	да	нет	нет	нет

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Горанчук В.В., Сапова Н.И., Иванов А.О. Гипокситерапия. – СПб: ЭЛБИ. – 2003. – 536 с.
- Агаджанян Н.А., Дейнека Э.А. // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – №2. – С. 4–8.
- Бойко Е. А. Энциклопедия дыхательной гимнастики. – М.: Вече. – 2007. – 176с.
- Щетинин М.Н. Дыхательная гимнастика А.Н. Стрельниковой. – М.: Метафора. – 2007. – 128с.
- Алтухов С.Г. Открытие доктора Бутейко. – Новосибирск: Альтмилла Ко ЛТД. – 1993. – 784с.
- Милокова И.В., Евдокимова Т.А. Лечебная физкультура. Новейший справочник. – М: Эксмо. – 2003. – 862 с.
- Romer L.M., Mcconnell A.K. Jones D.A. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2002. – №5. -P. 785-792.
- Агаджанян Н.А. Степанов В.К. // Вестник восстановительной медицины. – 2008. – №5. – С. 19–23.
- Иванова Н.Л. // Теория и практика физической культуры, – 2010. – № 8. – С. 55.
- Мишустин Ю.Н. Выход из тупика. Ошибки медицины исправляет физиология. – Самара.: Самарский дом печати. – 2003. – 80 с.
- Fraser D., Jensen D., Wolfe L.A. et al. // J. Obstet. Gynaecol. Can. – 2008. – №30 (4). – P. 312–316.
- Куликов В.П., Беспалов А.Г., Якушев Н.Н. // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – №5. – С. 22–29.
- Куликов В.П., Беспалов А.Г., Якушев Н.Н. // Вестник восстановительной медицины. – 2008. – №2. – С. 59–61.
- Суховершин А.В., Пантин А.В., Суховершин Р.А. и др. // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. – 2009. – №13(52). – С. 126–128.
- Печкина К.Г., Куликов В.П., Щербakov П.Л. и др. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2011. – №1. – С. 28–30.
- Чудимов В.Ф., Куликов В.П., Куропятник Н.И. и др. // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 8 (80) – С. 45–50.