

- та, А.А.Мухин // VI Всерос. конф. [«Биомеханика-2002»], Н.-Н: Тез. докл. 20-24.05.2002. – С. 79
2. Оценка функции лёгких при заболеваниях дыхательной системы / Под ред. Ковальского Я., Козёровского А., Радвана Л. – Варшава: Borgis, 2008. – 428 с.
 3. Стручков П.В. Введение в функциональную диагностику внешнего дыхания / П.В.Стручков, Р.С.Виницкая, И.А.Люкевич. – М.: Транс-сервис, 1996. – 72 с.
 4. Aaron S.D. How accurate is spirometry of predicting restrictive pulmonary impairment? / S.D.Aaron, R.E.Dales, P.Cardinale // Chest. – 1999. – Vol. 115, № 3. – P. 869-873.
 5. Comparison of fixed percentage method and lower confidence limits for defining limits of normality for interpretation of spirometry / A.N.Aggarwal, D.Gupta, D.Behera [et al.] // Respiratory care. – 2006. – Vol. 51, № 7. – P. 737-743.
 6. Boros P. Zasady interpretacji wyników badania spirometrycznego / P.Boros, M.Franczuk, S.Wesołowski // Pneumonol. i alergol. Polska. – 2006. – Vol. 74, suppl. 1. – P. 21-38.
 7. Burton D. Spirometer users' and buyers. guide / D.Burton, D.P.Johns, M.Swanney. – RFT 084 / 0304, Australian Department of Health and Ageing, 2005. – 30 p.
 8. Standardization of spirometry / M.R.Miller, J.Hankinson, V.Brusasco [et al.] // Eur. Respir. J. – 2005. – Vol. 26. – P. 319-338.
 9. Morris J.F. Spirometry in the evaluation of pulmonary function / J.F. Morris // West. J. Med. – 1976. – Vol. 125. – P. 110-118.

АЛГОРИТМ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ СПІРОМЕТРИЧНОГО ТЕСТУВАННЯ

В.О.Лопата, І.С.М'ясний, Ю.С.Сінекоп, М.А.-А. Ель Шебах

Резюме. Проаналізовані алгоритми інтерпретації результатів спірометричного тестування. На основі аналізу розроблено алгоритм, який включає до своєї структури швидкісні параметри спірометрії.

Ключові слова: спірометрія, алгоритм інтерпретації.

ALGORITHM FOR AN INTERPRETATION OF SPIROMETRIC TESTING RESULTS

V.A.Lopata, I.S.Myasny, Yu.S.Sinekop, M.A.-A. El Shebbakh

Abstract. Algorithms of interpreting the spirometric testing results have been analyzed. On the basis of this analysis a new algorithm has been designed with the inclusion of flow rate spirometric parameters in its structure.

Key words: spirometry, interpretation algorithm.

Institute of Physiology named after A.A.Bogomolets of NASU (Kyiv)
The Center of Pulmonology, Allergology and Clinical Immunology of the "Pheophania" Clinical Hospital (Kyiv)
NTI of Ukraine "Kyiv Polytechnical Institute" (Kyiv)

Рецензент – проф. Г.І.Ходоровський

Buk. Med. Herald. – 2011. – Vol. 15, № 3 (59). – P. 213-217

Надійшла до редакції 14.06.2011 року

© В.А.Лопата, І.С.М'ясний, Ю.С.Сінекоп, М.А.-А.Ель Шебах, 2011

УДК 615.471.036:616

В.А.Лопата, Т.В.Серебровская

ГИПОКСИКАТОРЫ: ОБЗОР ПРИНЦИПОВ ДЕЙСТВИЯ И КОНСТРУКЦИЙ

Институт физиологии им. А.А.Богомольца НАНУ, г. Киев

Резюме. На основе классификации гипоксикаторов по принципу действия выполнен обзор их конструкций, обобщены медико-технические требования и обозначены перспективы развития и совершенствования методов интервальной гипоксической тренировки.

Ключевые слова: гипоксикатор, интервальная гипоксическая тренировка.

Широкое распространение в медицинской практике методики интервальной гипоксической тренировки (ИГТ) [1, 2, 4, 6, 9, 27] обусловило активную разработку специальных устройств

для проведения ИГТ – гипоксикаторов, предназначенных для формирования и подачи пациенту газовой гипоксической смеси (ГГС) контролируемого состава. Разнообразию принципиальных и

© В.А.Лопата, Т.В.Серебровская, 2011

конструктивных решений дает основания выделить гипоксикаторы в отдельный класс респираторной аппаратуры, классифицировать их исполнения и установить медико-технические требования к основным параметрам.

Классификация гипоксикаторов проводится по трём критериям [3]:

- способы подачи ГГС;
- способы формирования ГГС;
- способы регулирования и поддержания состава ГГС.

Основное разделение гипоксикаторов на классификационные группы устанавливается по критерию способа подачи ГГС пациенту (рис. 1).

Масочный способ предусматривает наличие в гипоксикаторе циркуляционного контура, содержащего лицевую маску с клапанами вдоха и выдоха и включенную в линию вдоха буферную ёмкость для ГГС.

При камерном способе подачи тело пациента или его голова размещаются непосредственно в камере, присоединенной к блоку формирования ГГС. Такие камеры могут быть либо герметичными (глухими), заполняемыми ГГС [19], либо негерметичными (проточными), через которые ГГС продувается [23], и выполняться в виде стационарных установок, рабочих комнат, переносных тентов, а также передвижных аппаратов (рис. 2-4).

Установка ОРОТРОН (НОРТ, Украина, Киев) при габаритных размерах 1900 x 5780 x 2200 мм и объёме 19,9 м³ (рис. 2) обеспечивает проведение сеансов гипокситерапии одновременно для 6 пациентов.

Передвижной аппарат Борей-5 (НОРТ, Украина, Киев) состоит из четырёх основных блоков (рис. 4): блока контроля и управления 1, изолирующего шлема 2, газоразделительной колонны 3 и компрессора 4.

Аппарат формирует ГГС с расходом не менее 40 л/мин и содержанием кислорода в диапазоне от 10 до 16 об. %. Габаритные размеры составляют: блока контроля и управления – 1300 x 600 x 600 мм, газоразделительной колонны – ø 225 x 1180 мм.

Гипоксический лечебный комплекс «Эдельвейс» (компания «НВФ МЕТАКС», РФ, Москва) использующий мембранные технологии (рис. 5), снабжен системой мониторинга внутренней среды и состояния пациента (параметры ЭКГ, рО₂, артериального давления, температуры тела, частоты дыхания, пульсоксиметрии). Комплексы изготавливаются в переносном (одноместные) и стационарном (2-, 4-, 6- и 8- местные) вариантах. Одноместная установка имеет следующие технические характеристики:

- давление воздуха на газоразделительном блоке, МПа 0,5±0,05;
- процентное содержание кислорода в гипоксической смеси, об. % 11±2;
- производительность, л/мин 15±3;
- потребляемая мощность, В·А, не более 800;

- масса установки, без запчастей и принадлежностей, кг, не более 25;
- габаритные размеры установки, мм, не более 700x250x550.

По способу формирования ГГС гипоксикаторы разделяются на две группы. В аппаратах первой группы смесь формируется из сжатых или сжиженных газов, что возможно либо эжекцией атмосферного воздуха потоком сжатого азота в соотношении 1:1, либо прямой подачей смеси стабильного состава из баллона [16, 30]. Такие аппараты именуется также генераторными. Эжекторный способ формирования ГГС с содержанием кислорода от 18 до 13,5 об. % используется в аппарате AltiTrainer-200 (рис. 6) производства компании SMTEC S.A. (Швейцария, Ньон). Габаритные размеры аппарата 650 x 400 x 580 мм; масса (без баллона с азотом под давлением ≥ 0,3 МПа) не более 15 кг. Однако, при известных технологических преимуществах [7, 23], метод прямой подачи ГГС связан с риском использования сосудов под давлением 12-15 МПа [3] и требует регулярной дорогостоящей аттестации состава смеси. Для безопасности в современных конструкциях применяется буферная ёмкость. Такой вариант использован в аппарате 2-in-1 High Performance GO2Altitude Hypoxicator (рис. 7) производства Biomedtech Australia Pty. Ltd. (Австралия, Мельбурн). Аппарат мощностью 1500 В·А реализует режимы ИГТ с ГГС от 9 до 16 об. %; габаритные размеры и масса микропроцессорного контрольного модуля – 400 x 400 x 230 мм и 7 кг; габаритные размеры и масса генератора газовых смесей ERA-II – 800 x 240 x 500 мм и 37 кг.

Вторая группа гипоксикаторов формирует ГГС из атмосферного воздуха методом дезоксигенации, которая может осуществляться: газоразделением на мембранах [29] или волокнах [9], разделением кислорода и азота твердыми электролитами [16], временным связыванием азота цеолитами с последующей отдачей его в смесь [9], дыханием в полузакрытом циркуляционном контуре гипоксикатора (возвратным дыханием) [9]. Способы газоразделения и дыхания в полузакрытом контуре используются в большинстве современных серийно производимых гипоксикаторов.

Скорость процесса перехода молекул кислорода через плоскую мембрану или пакет пустотелых волокон зависит от площади контакта с газом и перепада давления на ней, достигающего 0,4 МПа для обеспечения необходимой производительности гипоксикатора (12-15 л/мин) [8]. Заданные условия требуют включения в состав гипоксикаторов компрессоров (рис. 8), способных развивать достаточно высокие давление и производительность при низком уровне шума, не используя поршневых устройств (во избежание загрязнения масляным аэрозолем газоразделительных мембран и формируемой ГГС).

Высокая стоимость таких аппаратов (\$ 9000-15000) из-за необходимого наличия компрессора,

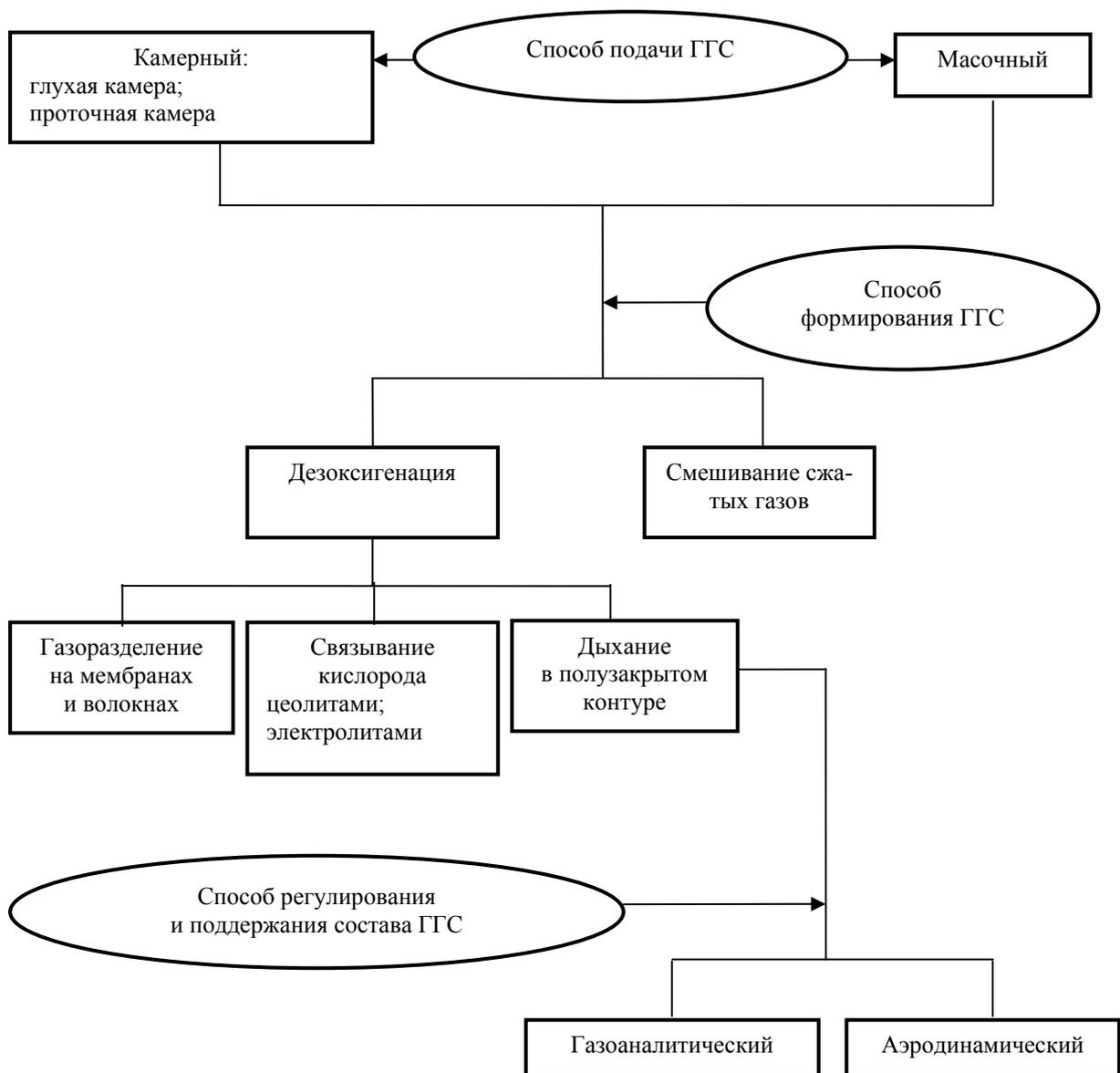
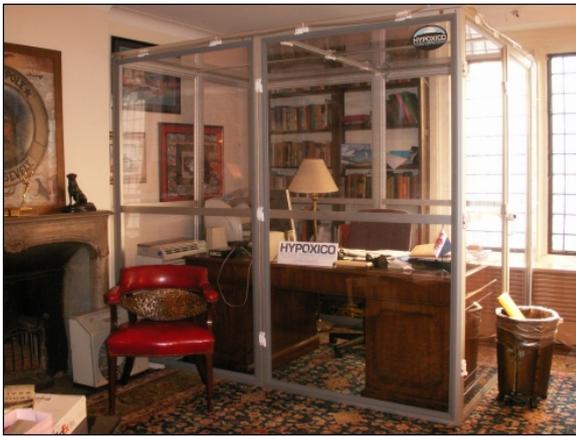


Рис. 1. Классификационная схема гипоксикаторов



Рис. 2. Лечебно-профилактическая установка ОРОТРОН



а



б

Рис. 3. Внешний вид рабочей комнаты (а) и переносного тента для гипокситерапии (б) (компания Нурохисо Inc., США, Нью-Йорк)

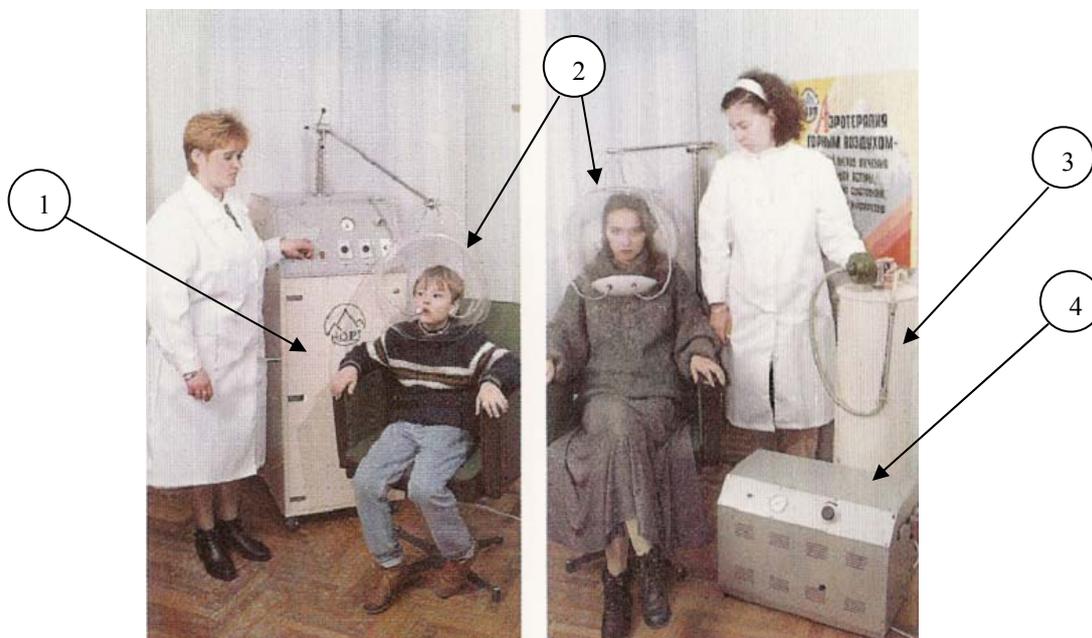


Рис. 4. Аппарат Борей-5

газоанализатора и системы регулирования уровня кислорода в смеси нивелируется возможностью одновременного обслуживания до 8 пациентов.

Установка Био-Новая-204 (Био-Новая, РФ, Москва) имеет модификации: по количеству одновременно обслуживаемых пациентов (1-2-4-8) и оснащению дополнительными стандартными приборами (рис. 9). Индивидуальные режимы ИГТ задаются и контролируются специальными программами на пульте управления.

Компания «Климби» (РФ, Москва) представляет на рынке гамму гипоксикаторов «Эверест» (рис. 10), обеспечивающих концентрацию кислорода в ГГС от 10 до 18 об. % и обслуживающих от одного до четырёх пациентов одновременно. Габариты и масса Эверест-1 модели 08 М: 400 x 460 x 700 мм, 50 кг.

Среди широкой номенклатуры гипоксикаторов следует выделить группу многочисленных устройств, реализующих режим возвратного дыхания в полузакрытом циркуляционном контуре.

В этих устройствах, обозначенных термином «автогипоксикатор» [8], линия выдоха содержит абсорбер углекислого газа, а контур имеет пневматическую связь с атмосферой через буферную емкость [17], жесткую или эластичную. Процесс формирования ГГС при этом происходит под воздействием трех факторов: потребления кислорода пациентом, связывания углекислого газа и поступления в контур порций атмосферного воздуха на вдохе. Такое течение процесса обеспечивает режим постепенного снижения концентрации кислорода, весьма эффективный для тренировок спортсменов и применения в домашних условиях [12]. В случае жесткой буферной емкости, многократно превышающей дыхательный объем и имеющей выход в атмосферу [8], в процессе дыхания одновременно происходят дезоксигенация газовой смеси и ее оксигенация атмосферным воздухом. Автогипоксикатор с эластичной буферной емкостью (мешок Дугласа или сильфон) отличается определенными особенностями процесса создания ГГС,



Рис. 5. Переносная установка «Эдельвейс»



Рис. 6. Гипоксикатор Altitrainer-200

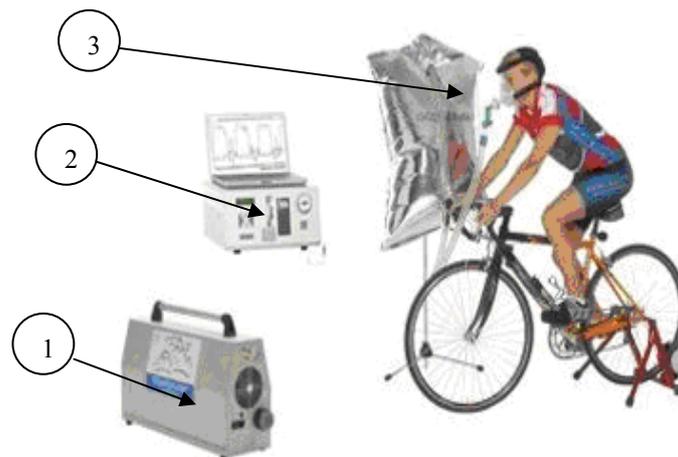


Рис. 7. 2-in-1 High Performance GO2Altitude Hypoxicator:

1 – генератор газовых смесей ERA-II, 2 – контрольный микропроцессорный модуль, 3 – буферная ёмкость 120 л



Рис. 8. Безмасляный компрессор в составе гипоксикатора с газоразделением



Рис. 9. Установка для гипокситерапии 4-местная Био-Нова-204



Рис. 10. Общий вид гипоксикаторов Эверест-1 моделей 05 М (а) и 08 М (б)

зависящего от параметров дыхания пациента и технических характеристик устройства [18]. Существенное достоинство такой схемы – возможность использовать сильфон в качестве спирометра для контроля процесса вентиляции легких пациента. Эта возможность реализуется введением в контур линий подачи кислорода и контроля его содержания, а также измерительного преобразователя изменений объема сильфона [14]. Эволюция конструкций автогипоксикаторов, отраженная в патентных фондах с 1987 г. по 2011 г., направлена на упрощение и снижение массогабаритных характеристик конструкций, обеспечение безопасности их применения. Как показывает анализ патентов, безопасность обеспечивается регулированием и поддержанием состава ГГС в контуре, снижением его сопротивления дыханию. Запатентованные способы регулирования и поддержания состава ГГС могут быть классифицированы как газоана-

литические и аэродинамические. Газоаналитический способ предусматривает применение газоанализатора кислорода с системой продувки контура при достижении критического нижнего уровня содержания кислорода в ГГС [18]. Так, например, компания «Biomedtech Australia PTY Ltd» (Австралия, Мельбурн) предлагает портативный автогипоксикатор «AltiPower Pro» (рис. 11), разработанный на основе патентной заявки [31].

Гипоксикатор оснащён газоанализатором кислорода и пульсоксиметром для управления режимом тренировки. При циклическом подключении аппарата к газоанализатору возможно оборудование многоместного кабинета ИГТ на базе одного газоанализатора [8].

Схожее устройство демонстрирует компания «AltoLab USA LLC» (США, Финикс) (рис. 12). Дыхательный контур автогипоксикатора собирается из гипоксического блока (Нуроксик Сило) и набора миксеров (AltoMixer), причём от количества миксеров в наборе зависит глубина создаваемой гипоксии. Функция контроля ИГТ возлагается на пациента, для чего аппарат снабжается пульсоксиметром и таймером.

Разнообразны конструкции, регулирующие и поддерживающие состав ГГС аэродинамическими сопротивлениями, связывающими буферную емкость с атмосферой. Соотношение величин сопротивлений, постоянное или регулируемое, позволяет поддерживать состав ГГС в необходимом диапазоне. В качестве сопротивлений используются калиброванные отверстия диафрагм [20, 26] или сменных заглушек [24, 25], золотниковый распределитель потоков [21], перемещаемые заслонки [22], изменение сечения магистрали, связывающей циркуляционный контур с атмосферой [28].

Наибольшее распространение в РФ получил гипоксикатор «Вершина» компании «МЕТОМ» (РФ, Москва), состоящий из абсорбера, к двум патрубкам которого присоединяются дыхательный мешок и лицевая маска. Второй патрубок имеет несколько открытых отверстий и при наде-



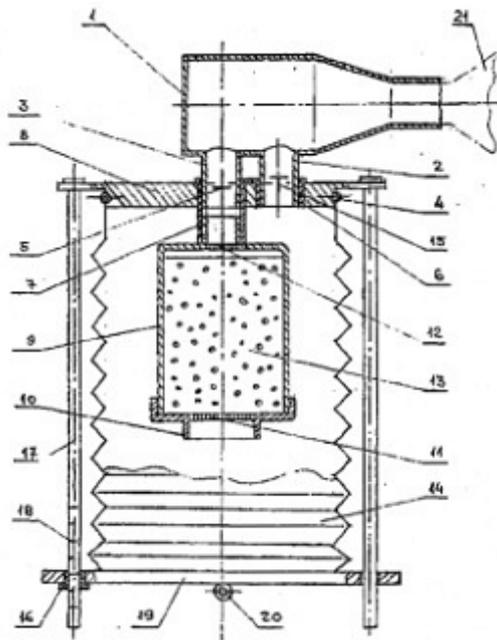
Рис. 11. Автогипоксикатор «AltPower Pro»



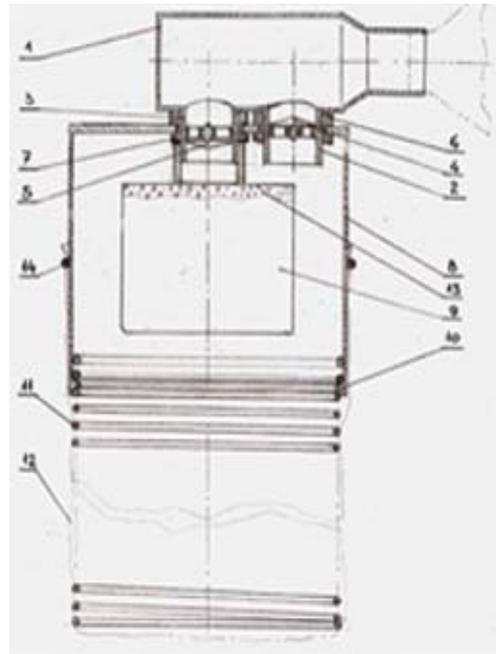
Рис. 12. Автогипоксикатор «AltoLab»



Рис. 13. Внешний вид (а) и схема (б) гипоксикатора «Вершина»: 1 – маска, 2 – патрубок присоединения, 3 – адсорбер, 4 – дыхательный мешок



а



б

Рис. 14. Автогипоксикаторы с возможностью регулирования объёма буферной ёмкости: а – упругого сильфона, б – гибкой оболочки



Рис. 15. Апарат «Гипотрон»

вании маски на него их количество можно регулировать, изменяя степень гипоксии (рис. 13).

Гипоксикатор обеспечивает сеансы ИГТ с содержанием кислорода и углекислого газа в ГГС соответственно от 21 до 10 об. % и не более 1,5 об. % при сопротивлении дыханию до 150 Па. Достоинства аппарата – предельная простота конструкции, минимальные габариты и масса, удобство применения, – являются одновременно и причиной недостатков: невозможности точного регулирования концентрации кислорода в ГГС и необходимость смены абсорбента после каждого сеанса.

В автогипоксикаторах [15, 16] предусматривается, в зависимости от антропометрических параметров и состояния функции дыхания пациента, регулирование объёма буферной ёмкости (упругого сильфона или гибкой оболочки с пружинным каркасом) фиксации сильфона в определённом положении или винтообразным перемещением пружины (рис. 14).

Основная тенденция совершенствования автогипоксикаторов – введение биологической обратной связи по параметру насыщения артериальной крови пациента кислородом [7, 27], – предполагает разработку новых принципиальных схем, в состав которых должны входить:

- устройства мониторинга показателей функции дыхания и сердечно-сосудистой системы;
- микропроцессорная система контроля и управления процессом ИГТ.

Современные гипоксикаторы в достаточной степени насыщены метрологическими каналами и микропроцессорной техникой, однако в подавляющем большинстве случаев это относится к устройствам генераторного типа [5]. Что же касается автогипоксикаторов, то в лучшем случае они снабжаются газоанализатором кислорода и измерителем объёмной скорости воздушного потока [2] (рис. 15). Одним из новаторских решений, предусматривающих использование исчерпывающего количества каналов мониторинга при мик-

ропроцессорном управлении режимом ИГТ, представляется патентная заявка [32].

Определяя области предпочтительного применения гипоксикаторов, можно отметить, что автогипоксикаторы удобны практически во всех условиях эксплуатации, начиная с индивидуального использования; эжекционные аппараты наиболее подходят для использования в учреждениях с возможностью постоянного снабжения сжатым азотом; газоразделительные установки пригодны для стационаров при отсутствии такого снабжения [8].

Исходя из методических рекомендаций применения [2, 10, 11, 13] и условий обеспечения комфортности дыхания пациента ГГС, основные параметры и свойства рассмотренных типов гипоксикаторов должны определяться следующими нормативами [3]:

1. Содержание кислорода в формируемой ГГС: от 8 до 14 об. %.
2. Сопротивление дыханию циркуляционного контура: не более 150 Па•с/л.
3. Производительность по ГГС на одного пациента: от 9 до 15 л/мин.
4. Пределы погрешности измерения содержания кислорода в ГГС: $\pm 0,5$ об. %.
5. Избыточное давление на входе в блок формирования ГГС: 0,1 - 0,5 мПа.
6. Избыточное давление ГГС на выходе из блока формирования смеси: 0,002 - 0,005 мПа.
7. Превышение относительной влажности ГГС над относительной влажностью атмосферного воздуха: не менее 5 %.
8. Наличие тревожной сигнализации по пороговым уровням: содержания кислорода в ГГС, производительности ГГС, насыщения артериальной крови кислородом, частоты сердечных сокращений пациента.
9. Обеспечение минутной вентиляции пациента в пределах до 100 л/мин.

Весь комплекс сформулированных медико-технических требований может быть предъявлен к наиболее сложным и многофункциональным устройствам для проведения ИГТ, но в любом случае при разработке гипоксикаторов должны быть необходимо соблюдены требования 1-3 и 9.

Дальнейшему совершенствованию аппаратуры гипокситерапии должны способствовать:

- совершенствование методов газоанализа ГГС в целях более точного поддержания ее состава;
- объединение процесса ИГТ с диагностикой состояния функции дыхания, что потребует включения в состав гипоксикаторов спирометрических измерительных каналов;
- обеспечение индивидуального подбора режима гипоксической тренировки для каждого отдельного пациента;
- ужесточение медико-технических требований к аппаратам по критериям величины сопротивления циркуляционного контура дыханию, допустимой погрешности определения содержания кислорода в ГГС, безопасности применения;
- стандартизация медико-технических требований к аппаратурному и программному обеспечению гипокситерапии.

Литература

1. Коркушко О.В. Вибір оптимальних режимів для проведення інтервальних нормобаричних гіпоксичних тренувань у медичній практиці та спортивній медицині: метод. рекомендації / [О.В.Коркушко, Т.В.Серебровська, В.Б.Шатило та ін.]. – К., 2010. – 30 с.
2. Коркушко О.В. Застосування гіпоксичних тренувань в геріатричній практиці: метод. рекомендації / [Коркушко О.В., Шатило В.Б., Ішук В.О. та ін.]. – К., 2008. – 24 с.
3. Лопата В.О. Класифікація та огляд засобів гіпокситерапії / В.О.Лопата, В.Я.Березовський, М.І.Левашов // Фізіол. ж. – 2003. – Т. 49, № 2. – С. 100-105.
4. Березовский В.А. Введение в оротерапию (Второе переработанное и дополненное издание) / В.А.Березовский, М.И.Левашов. – К.: Изд-во АПГ, 2000. – 76 с.
5. Калакутский Л.И. Аппаратура для терапии в условиях гиперкапнической гипоксии / Л.И. Калакутский, В.А.Поляков // <http://eliman.ru/Lit/may96.html>
6. Караш Ю.М. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактике и реабилитации / Караш Ю.М., Стрелков Р.Б., Чижов А.Я.. – М.: Медицина, 1998. – 352 с.
7. Колчинская А. Кислородная недостаточность – деструктивное и конструктивное действие / Колчинская А., Хацуков Б., Закусило М. – Нальчик, 1999. – 208 с.
8. Немеровский Л.И. Принципы построения аппаратуры для прерывистой нормобарической гипоксии / Л.И.Немеровский // Мед. техника. – 1992. – № 1. – С. 3-8.
9. Оротерапия. Доклады академии проблем гипоксии, т. II. – К.: Логос, 1998. – 151 с.
10. Использование установки «Гипотрон» в профилактике и лечении заболеваний внутренних органов в условиях радиационного загрязнения: Метод. рекомендации / [И.И.Сахарчук, Г.Т.Денисенко, Т.В.Серебровская, А.Н.Пищаленко]. – К., 1993. – 21 с.
11. Стрелков Р.Б. Нормобарическая гипоксия. Метод. рекомендации / Р.Б.Стрелков. – М., 1994. – 14 с.
12. Стрелков Р.Б. Нормобарическая гипокситерапия и гипоксидиотерапия / Р.Б.Стрелков, А.Я.Чижов. – М.: 1998. – 22 с.
13. Цыганова Т.Н. Интервальная гипоксическая тренировка в акушерской и гинекологической практике. Метод. рекомендации / Т.Н.Цыганова, Е.Б.Егорова. – М.: 1993. – 11 с.
14. Пат. 45082 А, А61М16/00. Пристрій для дихання гіпоксичними сумішами «Гіпотрон» / В.Г.Сліпченко, О.Ф.Шульженко, Г.Т.Денисенко та ін. (Україна). – Опубл. 15.03.2002, Бюл. № 3.
15. Пат. 57257 А, А61 М16/00. Пристрій для дихання гіпоксичними сумішами «Гіпоксидоз» / Т.В.Серебровська, Ю.М.Ройтман, В.О.Лопата, В.Л.Осауленко (Україна). – Опубл. 16.06.2003, Бюл. № 6.
16. Пат. № 44179, А61 М16/00. Пристрій для дихання гіпоксичними сумішами «Гіпокситрон» / Т.В.Серебровська, В.О.Лопата, В.В.Рой, Ю.М.Ройтман (Україна). – Опубл. 25.09.2009, Бюл. № 18.
17. А.с. 1335294, А61М 16/00. Дыхательный аппарат для создания гипоксии / С.Н.Басович, П.В.Сергеев, Р.Б.Стрелков (СССР). – Опубл. 07.09.87, Бюл. № 33.
18. А.с. 1456161, А61М 16/00. Устройство для дыхания гипоксическими смесями / Е.Н.Рейдерман, А.И.Трушин, Л.И.Немеровский, А.А.Вайнсон, В.В.Никитин (СССР). – Опубл. 07.02.89, Бюл. № 5.
19. А.с. 1526688, А 61 G 10/00. Устройство для климатотерапии / В.А.Березовский, В.Г.Дейнега, В.Я.Журавленко, В.Н.Рожанчук (СССР). – Опубл. 07.12.89, Бюл. № 45.
20. А.с. 1526699, А61М 16/00. Дыхательный аппарат / В.Ф.Смирнов, Е.А.Каменев, Г.К.Фельдфебелева и др. (СССР). – Опубл. 07.12.89, Бюл. № 45.
21. А.с. 1599026, А61М 16/00. Дыхательный аппарат для гипокситерапии / Ю.И.Самоловов, Р.Б.Стрелков (СССР). – Опубл. 15.10.90, Бюл. № 38.
22. А.с. 1607817, А61М 16/00. Устройство для лечения и профилактики органов дыхания и кровообращения / Е.Г.Зуев (СССР). – Опубл. 23.11.90, Бюл. № 43.
23. А.с. 1801440, А61G 10/00. Устройство для климатотерапии / В.А.Березовский, В.Н.Ро-

- жанчук, Н.Н.Пух, М.И.Левашов (СССР). – Оубл. 15.03.93. – Бюл. № 10.
24. Пат. 2040279, А61М 16/00. Аппарат для дыхания проф. Р.Б.Стрелкова / Р.Б.Стрелков (РФ). – Оубл. 27.07.95. – Бюл. № 21.
25. Пат. 2070064, А61М 16/00. Дыхательный аппарат для создания гипоксии / С.Л.Степанов (РФ). – Оубл. 10.12.96. – Бюл. № 34.
26. Пат. 2167677, А61М 16/00. Гипоксикатор / Г.Н.Щербакова, А.П.Шнырев, М.И.Ксенофонтов (РФ). – Оубл. 27.0.2001. – Бюл. № 15.
27. Lei Xi & Tatiana V. Serebrovskaya (Editors). Intermittent Hypoxia: From Molecular Mechanisms to Clinical Applications / Nova Science Publishers, Inc., 400 Oser Avenue, Suite 1600, Hauppauge, NY 11788, 2009, 602 pp.
28. US Patent 4,334,533, А62В 7/10. Breathing Method and Apparatus Stimulating High Altitude Cinditions / Melvin L. Henkin. – Date of Patent: Jun. 15, 1982.
29. US Patent 5,383,448, А62В 7/10. Apparatus For Producing A Hypoxic Gaseous Mixture Using Hollow Fibers Of Poly-4-Methyl-Pentene-1 / Elena N. Tkachouk; Tatiana N. Tsyganova; Regula Staebler. – Date of Patent: Jan. 24, 1995.
30. US Patent 6,871,645 B2, А61М 16/00. Reduced Oxygen Breathing Device / Richard Wartman, Michael Stiney, Eric Bower, Paul Gardetto, Charles Vacchiano, Kenneth Sausen. – Date of Patent: Mar. 29, 2005.
31. Patent Application Publication US 2006/0130639 A1, А62В 7/10, А62В 23/02. Breathing Apparatus For Hypoxic Pre-Acclimatization And Training / Oleg Bassovitch. – Pub. Date: Jun. 22, 2006.
32. Tatiana Serebrovskaya, Victor Lopata. Apparatus for breathing with hypoxic gaseous mixtures. Patent International Application to all countries of PCT # PCT/UA 2010/000071, 07.10.2010.

ГІПОКСИКАТОРИ: ОГЛЯД ПРИНЦИПІВ ДІЇ І КОНСТРУКЦІЙ

В.О.Лопата, Т.В.Серебровська

Резюме. На основі класифікації гіпоксикаторів за принципом дії проведено огляд їх конструкцій, узагальнені медико-технічні вимоги і визначені перспективи розвитку й удосконалення приладів для гіпоксичної стимуляції організму людини.

Ключові слова: гіпоксикатор, інтервальне гіпоксичне тренування.

HYPOXICATORS: REVIEW OF THE PRINCIPLES OF ACTION AND CONSTRUCTIONS

V.A.Lopata, T.V.Serebrovskaya

Abstract. On the basis of a classification of hypoxicators a survey of their design has been carried out, medical and technical requirements have been generalized and perspectives of their development, bringing up-to-date the methods of intermittent hypoxic training, have been designated.

Key words: hypoxicator, intermittent hypoxia training.

A.A.Bohomolets Institute of Physiology of NASU (Kyiv)

Рецензент – проф. Г.І.Ходоровський

Buk. Med. Herald. – 2011. – Vol. 15, № 3 (59). – P. 217-226

Надійшла до редакції 14.06.2011 року

© В.А.Лопата, Т.В.Серебровская, 2011

УДК 616.248-06:616.24-007.271-008.4:616-056.5

О.М.Радченко, О.Р.Слаба

ОЖИРІННЯ ТА ФУНКЦІЯ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ У ХВОРИХ НА БРОНХІАЛЬНУ АСТМУ ТА ХРОНІЧНЕ ОБСТРУКТИВНЕ ЗАХВОРЮВАННЯ ЛЕГЕНЬ

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

Резюме. Обстежено 140 хворих на бронхіальну астму (БА) II-IV ст. та хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) III-IV ст. (середній вік 49,8±1,0 р.): I група – 58 осіб з нормальною масою тіла (ІМТ<25), II група – 40 пацієнтів з 25<ІМТ<30, III група – 42 особи з ожирінням (ІМТ 30 та більше). У хворих на БА та ХОЗЛ на тлі ожиріння порівняно з хворими з нормальною масою відмічено більш виражені по-

рушення параметрів зовнішнього дихання, зумовлені дифузними морфофункціональними змінами бронхолегеневого апарату.

Ключові слова: бронхіальна астма, хронічне обструктивне захворювання легень, ожиріння, функція зовнішнього дихання.

© О.М.Радченко, О.Р.Слаба, 2011