

**ВОЗМОЖНОСТИ ГЕЛИЙ-КИСЛОРОДНОЙ ТЕРАПИИ ПНЕВМОНИЙ
ПРИ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ
(обзор литературы)**

А.А. ХАДАРЦЕВ, С.С. КИРЕЕВ, Д.В. ИВАНОВ

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

Аннотация. В обзоре анализируются результаты исследований, обосновывающих применение подогретых гелий-кислородных смесей в медицине при лечении дыхательной недостаточности. Установлено повышение аэробных возможностей организма до 92%, улучшение вентиляционных показателей, психофизиологических характеристик, активизация адаптационных резервов, повышение аэробного порога, улучшение показателей функции внешнего дыхания. Согревание гелий-кислородных смесей обеспечивает тепловую дилатацию бронхов и сосудов, снижение сопротивления сосудов малого круга, уменьшение нагрузки на правый желудочек, увеличение кровенаполнения легочных капилляров, повышение диффузионной способности легких, нормализация газового состава артериальной крови. Показана эффективность таких смесей при бронхиальной астме, острой пневмонии, в спорте, для анестезиологического обеспечения оперативных вмешательств, при лечении крупы у детей, абстиненции при алкогольной зависимости. Существенной сложностью, препятствующей более широкому использованию гелий-кислородных смесей, является сверхтекучесть гелия, чреватая его утечкой из систем при нарушении их герметичности. Изученные свойства гелия позволяют предположить эффективность гелий-кислородных смесей при их использовании у больных с пневмонией, обусловленных коронавирусной инфекцией, чувствительной к теплу. При этом оптимизируется состояние гемодинамики, устраняется артериальная гипоксемия, улучшается микроциркуляция с увеличением числа лейкоцитов и нарастанием их фагоцитарной активности. Это приводит к дегидратации, рассасыванию воспалительного очага, более активной доставке антибактериальных препаратов в очаг инфильтрации.

Ключевые слова: подогретые гелий-кислородные смеси, текучесть гелия, острая пневмония, бронхиальная астма.

**POSSIBILITIES OF HELIUM-OXYGEN THERAPY FOR PNEUMONIA OF CORONAVIRUS
INFECTION (literature review)**

A.A. KHADARTSEV, S.S. KIREEV, D.V. IVANOV

FSBEI HE "Tula State University", Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 300012, Russia

Abstract. The review analyzes the results of studies that substantiate the use of heated helium-oxygen mixtures in medicine for the treatment of respiratory failure. It was found an increase in the aerobic capacity of the body to 92%, an improvement in ventilation, psycho-physiological characteristics, an activation of adaptive reserves, an increase in the aerobic threshold, and an improvement in external respiration function. The heating of helium-oxygen mixtures provides thermal dilatation of the bronchi and blood vessels, decreases in the resistance of the vessels of the small circle, decreases the load on the right ventricle, increases blood supply to the pulmonary capillaries, increases the diffusion capacity of the lungs and normalizes the gas composition of arterial blood. The effectiveness of such mixtures is shown in bronchial asthma, acute pneumonia, in sports, for anesthetic management of surgical interventions, in the treatment of cereals in children, withdrawal symptoms in alcohol dependence. A significant difficulty preventing the wider use of helium-oxygen mixtures is the superfluidity of helium, which is fraught with its leakage from systems in the event of their leakage. The studied properties of helium suggest the effectiveness of helium-oxygen mixtures in patients with pneumonia caused by heat-sensitive coronavirus infection. In this case, the state of hemodynamics is optimized, arterial hypoxemia is eliminated, microcirculation improves with an increase in the number of leukocytes and an increase in their phagocytic activity. This leads to dehydration, resorption of the inflammatory focus, more active delivery of antibacterial drugs to the focus of infiltration.

Keywords: heated helium-oxygen mixtures, helium fluidity, acute pneumonia, bronchial asthma.

Применение газовых смесей, в частности, *гелий-кислородной смеси* (ГКС), при помощи высокотехнологичной дыхательной аппаратуры, издавна использовалось в лечении больных с различными формами дыхательной недостаточности. На XX Национальном конгрессе по болезням органов дыхания,

обсуждалось применение газовых смесей ксенона и гелия в пульмонологии, анестезиологии, физиотерапии, кардиологии, офтальмологии, спортивной медицине. Этому вопросу был посвящен симпозиум «Инертные газы в медицине». Определена стабилизация состояния пациентов во время операции и в раннем послеоперационном периоде, отмечено также улучшение течения заболеваний в восстановительном периоде после операции. Методики ингаляций подогретой ГКС являются перспективными, поскольку повышают эффективность лечения патологии, сокращают сроки лечения и обеспечивают сохранность в отдаленном периоде стабильности показателей функциональных систем организма. В частности, установлено повышение функциональных возможностей организма спортсменов с астмой при помощи искусственных газовых смесей. Ингаляционная терапия проводилась в циклическом режиме: дыхание смесью в течение 10 минут, затем атмосферным воздухом в течение 5 минут, общей продолжительностью сеанса – 30 минут. Зафиксированы: повышение аэробных возможностей организма до 92%, улучшение вентиляционных показателей и психофизиологических характеристик, активизация адаптационных резервов, повышение аэробного порога [15, 16, 21].

В состоянии покоя у здорового человека дыхание подогретой нормоксической ГКС не изменяет ударный объем (УО), минутный объем крови (МОК) и частоту сердечных сокращений (ЧСС). У здоровых после физической нагрузки и восстановления с помощью дыхания этой смесью выявлено достоверное снижение систолического и диастолического артериального давления (АД). Применение ГКС у больных бронхообструктивными заболеваниями, сердечно-сосудистой системы, при коронарной недостаточности, при субмаксимальных физических нагрузках – обеспечивает уменьшение одышки и тахикардии, сопротивления дыханию при обструкции дыхательных путей, снижение цианоза, увеличение пикового потока на вдохе и выдохе во время приступа бронхиальной астмы, улучшение диффузии кислорода через альвеолярно-капиллярную мембрану. Подогретая ГКС, содержащая 77 об. % гелия и 23 об. % кислорода (4 раза по 10 минут с перерывом 10 минут), обеспечивала достоверное улучшение гемодинамических показателей при коронарной патологии, которое достигается скачкообразно, через 20 минут после последнего 10-минутного дыхания ГКС. Это улучшение сохраняется до 48 часов после последнего 10-минутного сеанса ингаляционного воздействия ГКС. Был сделан вывод о перспективности применения подогретой ГКС при лечении пациентов с сердечно-сосудистой патологией, в том числе при сочетании с бронхолегочными заболеваниями. Антигипоксический эффект ГКС основан на физико-химических свойствах гелия. Этот инертный газ обладает выраженной проникающей способностью (текучестью), низкой плотностью, в 7 раз меньшей, чем у азота, а теплоемкостью в 5,8 раз большей, чем у азота, низкой растворимостью в жирах и воде. Благодаря плохой растворимости в крови, гелий используется, как составная часть искусственного воздуха, поставляемого для дыхания водолазам, горноспасателям. Такая замена азота на гелий профилактизирует, в частности, развитие кессонной болезни [1-4, 11, 14, 18, 22, 27].

В [10] приведены сведения о том, что открытый Пьером Жансеном в 1868 г., при исследовании солнечного спектра, элемент *гелий* (*helios* по-гречески – солнце) нашел применение в воздухоплавании. Этот газ невзрывоопасен, легче воздуха, который быстро заменил водород в дирижаблях. Из-за своей химической инертности стал широко применяться в науке и промышленности (сварочные работы, газовая хроматография, поиск утечек в трубопроводах, определение объема легких и пр.). Доказана биологическая нейтральность гелия: у мышей, дышавших смесью с высокой концентрацией гелия в течение 2 мес., не отмечалось никаких патологических явлений [30]. Отсутствие токсичности смеси гелия и кислорода (гелиокса) показано в серии экспериментов на лабораторных животных [29, 33]. Вплоть до 1979 г. исследования свойств гелия в медицине практически прекратились, но за последние 30-40 лет проведены исследования, подтвердившие целесообразность применения гелийсодержащих дыхательных смесей, в частности, при патологии органов дыхания с дыхательной недостаточностью. Однако, из-за низкой плотности и высокой скорости диффузии, создающих сложности при хранении (при минимальном нарушении герметичности гелий быстро улетучивается), – применение его в медицине было достаточно ограниченным. При дыхании гипоксической смесью необходим строгий мониторинг сатурации крови кислородом и газового состава крови [30, 31].

Закон Грэма гласит, что в газовой фазе при прочих равных условиях относительная скорость диффузии двух газов обратно пропорциональна квадратному корню из их плотности. Гелиокс диффундирует через суженные дыхательные пути быстрее, чем воздух и чистый кислород (скорость диффузии гелиокса (80:20) в 1,8 раза выше скорости диффузии кислорода). Более высокий коэффициент диффузии CO_2 для гелиокса (отношение $He:O_2 = 80:20$), по сравнению с кислородом или воздухом (0,56 против 0,139), способствует эффективному выведению CO_2 из крови при дыхании гелиоксом, что актуально при гиповентиляции [28].

В Кокрановском обзоре 2006 г. [32] было проанализировано 10 рандомизированных исследований, в которые вошли 544 больных с обострением БА, не требующим проведения ИВЛ. Часть больных получили гелиокс, другая – воздух или кислород. Сделан вывод, что гелиокс улучшает вентиляционную функцию легких только у больных с наиболее тяжелыми исходными ее нарушениями. Кроме обструкции

дыхательных путей, описан положительный эффект гелиокса при рестриктивной дыхательной недостаточности [19].

Одним из путей повышения эффективности ГКС является их нагревание. При этом происходит тепловая дилатация бронхов и сосудов с дополнительным снижением сопротивления сосудов малого круга, уменьшением нагрузки на правый желудочек, увеличением кровенаполнения легочных капилляров с повышением диффузионной способности легких, нормализацией газового состава артериальной крови. Терапия подогретой ГКС улучшает транспорт кислорода и оптимизирует состояние гемодинамики, эффективно устраняя артериальную гипоксемию. Улучшение микроциркуляции с увеличением числа лейкоцитов и нарастанием их фагоцитарной активности приводит к дегидратации, рассасыванию воспалительного очага, более активной доставке антибактериальных препаратов в очаг инфильтрации [28].

В исследованиях, датированных еще началом 90-х годов XX века, и более поздних, доказана эффективность ГКС и других газовых смесей при бронхиальной астме, острой пневмонии [9, 20]. Установлено положительное воздействие ГКС на гемодинамику пациентов, оперированных по поводу коронарной недостаточности [5, 6]. Получены убедительные положительные результаты применения ГКС в профилактике легочных осложнений у больных после операций на органах брюшной полости [8], при офтальмологической патологии, осложненной соматическими заболеваниями [12], для анестезиологического обеспечения во время эндоскопической реканализации дыхательных путей трахеобронхиальными стентами при поражениях трахеи [25, 26], при лечении синдрома абстиненции [24], при терапии крупа у детей на догоспитальном этапе [23].

Предложен и запатентован способ регуляции биологических объектов смесями газов [17], лечения онкологических заболеваний [7]. Запатентован также способ лечения стрессов, обусловленных различными причинами, для чего ингаляции дыхательной газовой смесью осуществляется из аппарата, работающего по закрытому дыхательному контуру. Вначале ингалируется ГКС, а затем – гелий-ксенон-кислородная смесь. Предложено устройство, содержащее источники газов, устройство регуляции подачи газов, закрытый дыхательный контур для ингаляций газовых смесей (дыхательная маска, блок смешения газов, соединенный с устройством регуляции подачи газов). Дополнительно устройство состоит из блока смешения газов, соединенного с устройством регуляции подачи газов, устройство переключения блоков смешения газов, соединенное с дыхательной маской и взаимосвязанное с каждым блоком смешения с возможностью образования в процессе ингаляции двух закрытых дыхательных контуров. Это обеспечивают эффективность лечебного воздействия за счет снижения сопротивления дыханию и возможности управления плотностью газовой смеси [13].

Заключение. Изученные свойства гелия позволяют предположить эффективность гелий-кислородных смесей при их использовании у больных с пневмонией, обусловленных коронавирусной инфекцией, чувствительной к теплу. При этом оптимизируется состояние гемодинамики, устраняется артериальная гипоксемия, улучшается микроциркуляция с увеличением числа лейкоцитов и нарастанием их фагоцитарной активности. Это приводит к дегидратации, рассасыванию воспалительного очага, более активной доставке антибактериальных препаратов в очаг инфильтрации.

Литература

1. 05.10-19П.106 оптимизация работы газоспасателей в изолирующих дыхательных аппаратах путем замены воздушной смеси на гелий-кислородную // РЖ 19П. Химия и переработка горючих полезных ископаемых и природных газов. 2005. № 10.
2. Авдеев С.Н. Обострение хронической обструктивной болезни легких: современные подходы к диагностике и лечению (обзор) // Терапевтический архив. 2004. Т. 76, № 11. С. 42–51.
3. Антонов А.А., Буров Н.Е. Гелиево-кислородная терапия у больных с коронарной недостаточностью // Медицинский алфавит. 2011. Т. 2, № 11. С. 62–66.
4. Антонов А.А., Буров Н.Е. Гемодинамические эффекты гелиево-кислородной терапии у пациентов с оперированной коронарной недостаточностью // Поликлиника. 2012. № 5-2. С. 56–59.
5. Антонов А.А., Буров Н.Е. Гемодинамические эффекты гелиево-кислородной терапии у пациентов с оперированной коронарной недостаточностью // Вестник интенсивной терапии. 2011. № 1. С. 55–59.
6. Антонов А.А., Буров Н.Е. Изменения гемодинамики при гелиево-кислородной терапии у пациентов с оперированной коронарной недостаточностью // Медицинский алфавит. 2012. Т. 1, № 6. С. 6–9.
7. Бобровников А.В. Способ лечения онкологических заболеваний с использованием газовых смесей кислорода и благородного газа аргона. Патент на изобретение RU 2678927 C2, 04.02.2019. Заявка № 2015109455 от 18.03.2015.
8. Костылев Е.Г. Гелий-кислородная терапия в профилактике легочных осложнений у больных после операций на органах брюшной полости (клинико-экспериментальное исследование): автореферат дис. ... д.м.н.. Москва: Моск. мед. акад. им. И. М. Сеченова, 1991

9. Красновский А.Л. Применение ингаляций подогреваемой кислородно-гелиевой смеси в комплексной терапии больных пневмонией: дисс.... к.м.н. Москва: ФГУ "Учебно-научный центр Медицинского центра управления делами Президента РФ", 2013.

10. Красновский А.Л., Григорьев С.П., Лошкарева Е.О., Золкина И.В. Использование гелиокса в лечении больных с бронхолегочной патологией // Российский медицинский журнал. 2012. № 5. С. 46–51.

11. Куссмауль А.Р., Павлов Б.Н., Подлужный С.М. Использование подогреваемых кислородно-гелиевых смесей для реабилитации человека после субмаксимальных физических нагрузок в условиях производственной деятельности // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2007. Т. 41, № 5. С. 42–46.

12. Мясникова В.В., Сахнов С.Н., Соголовская Е.Е., Порядина О.В. Показатели вегетативной нервной системы и состояния миокарда при проведении гелиево-кислородной терапии у офтальмологических пациентов с сопутствующей соматической патологией // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 1380.

13. Наумов С.А., Костромитина Г.Г., Бабилов А.С. Способ лечения стресса и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RU 2524765 C1, 10.08.2014. Заявка № 2012158370/14 от 29.12.2012.

14. Овчаренко С.И., Галецкайте Я.К. Принципы легочной реабилитации больных хронической обструктивной болезнью легких (обзор литературы) // Consilium Medicum. 2018. Т. 20, № 11. С. 33–39.

15. Овчинников Б.М., Парусов В.В., Перов А.Ю. Лечение больных с дыхательной недостаточностью гелий-кислородными смесями // Альманах клинической медицины. 2006. № 12. С. 154.

16. Овчинников Б.М., Перов А.Ю., Павлов Б.Н., Звездин А.В. Внедрение в широкую медицинскую практику технологии улучшения состояния иммунной системы пациентов и лечения наркотической и алкогольной зависимости смесями благородных газов с кислородом, а также лечение различных форм дыхательной недостаточности гелий-кислородными смесями. Создание для этой цели многофункционального дыхательного аппарата // Альманах клинической медицины. 2008. № 17-2. С. 226–229.

17. Павлов Б.Н., Григорьев А.И., Логунов А.Т. Способ воздействия газовых смесей на организм. Патент на изобретение RU 2232013 C2, 10.07.2004. Заявка № 2001114935/14 от 04.06.2001.

18. Павлов Б.Н., Дьяченко А.И., Шулагин Ю.А., Павлов Н.Б., Буравкова Л.Б., Попова Ю.А., Мянюгина О.В., Сытник Е.Б. Исследования физиологических эффектов дыхания подогретыми кислородно-гелиевыми смесями // Физиология человека. 2003. Т. 29, № 5. С. 69–73.

19. Середенко М. М. // Клин. мед. 1989. № 2. С. 114–118

20. Симбирцев С.А., Петраш В.В., Ноздрачев А.Д. Бронхиальная астма как функциональная недостаточность метасимпатической нервной системы легких // Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования. 2011. Т. 3, № 2. С. 142–148.

21. Симпозиум "инертные газы в медицине" // Эффективная фармакотерапия. 2011. № 32. С. 37–41.

22. Солодков А.С., Бухарин В.А., Мельников Д.С. Работоспособность спортсменов: ее критерии и способы коррекции // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2007. № 3 (25). С. 74–79.

23. Умарходжаев Е.М. Изменение поверхностно-активных свойств сурфактанта при кратковременной вентиляции различными газами изолированных легких кроликов // Естественные и технические науки. 2006. № 6 (26). С. 119–122.

24. Уткин С.И., Абдуллаев Т.Ю., Сивач Т.В., Литвинская И.И., Зверков П.П., Егоров К.Н. Двойное слепое плацебо-контролируемое исследование эффективности смеси гелия и кислорода в комплексной терапии пациентов с синдромом отмены алкоголя // Вопросы наркологии. 2019. № 3 (174). С. 64–84.

25. Хасанов А.Ф., Трифонов В.Р., Муравьев В.Ю., Сигал Е.И., Хасанова Н.А., Баишева Н.А., Иванов А.И. Анестезиологическое обеспечение и респираторная поддержка при трахеобронхиальном стентировании у больных с поражением трахеи различной этиологии // Поволжский онкологический вестник. 2013. № 3. С. 13–27.

26. Хасанов А.Ф., Трифонов В.Р., Муравьев В.Ю., Хасанова Н.А., Иванов А.И., Ивановская К.А. Особенности анестезиологического обеспечения при проведении эндоскопической реканализации дыхательных путей саморасправляемыми стентами // Анестезиология и реаниматология. 2015. Т. 60, № 4. С. 11–19.

27. Черкашин Д.В., Ткаченко К.Н., Шахнович П.Г., Аланичев А.Е., Ефимов С.В., Макиев Р.Г. Перспективы применения гелия при некоторых заболеваниях дыхательной и сердечно-сосудистой систем // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. 2018. Т. 19, № 4. С. 984–994.

28. Frazier M.D., Cheifetz I.M. // Paediatr. Respir. Rev. 2010. Vol. 11, N 1. P. 46–53.

29. Hamilton R.W. Jr., Doebbler G.F., Schreiner H.R. // Space Life Sci. 1970. Vol. 2, N 3. P. 307–334

30. Hess D.R., Fink J.B., Venkataraman S.T. // Respir. Care. 2006. Vol. 51, N 6. P. 608–612.

31. McGarvey J.M., Pollack C.V. // Emerg. Med. Clin. N. Am. 2008. Vol. 26, N 4. P. 905–920;

32. Rodrigo G., Pollack C.V., Rodrigo C. // Cochrane Database Syst Rev. 2006. Vol. 18, N 4. Art. No. CD002884.

33. Singhaus C.J., Utidjian L.H., Akins R.E. // Neonatology. 2007. Vol. 91, N 1. P. 28–35.

References

1. 05.10-19P.106 optimizacija raboty gazospasatelej v izolirujushhijh dyhatel'nyh apparatah putem zameny vozdušhnoj smesi na gelij-kislorodnuju. RZh 19P [optimizing the operation of gas rescuers in insulating breathing apparatus by replacing the air mixture with helium-oxygen]. Himija i pererabotka gorjuchih poleznyh iskopaemyh i prirodnyh gazov. 2005. Russian.
2. Avdeev SN. Obostrenie hronicheskoj obstruktivnoj bolezni legkih: sovremennye podhody k diagnostike i lečeniju (obzor) [Exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: modern approaches to diagnosis and treatment (review)]. Terapevtičeskij arhiv. 2004;76(11):42-51. Russian.
3. Antonov AA, Burov NE. Gelievo-kislorodnaja terapija u bol'nyh s koronarnoj nedostatočnosťju [Helium-oxygen therapy in patients with coronary insufficiency]. Medicinskij al'favit. 2011;2(11):62-6. Russian.
4. Antonov AA, Burov NE. Gemodinamičeskije jeffekty gelievo-kislorodnoj terapii u pacientov s operirovannoju koronarnoj nedostatočnosťju [Hemodynamic effects of helium-oxygen therapy in patients with operated coronary insufficiency]. Poliklinika. 2012;5-2:56-9. Russian.
5. Antonov AA, Burov NE. Gemodinamičeskije jeffekty gelievo-kislorodnoj terapii u pacientov s operirovannoju koronarnoj nedostatočnosťju [Hemodynamic effects of helium-oxygen therapy in patients with operated coronary insufficiency]. Vestnik intensivnoj terapii. 2011;1:55-9. Russian.
6. Antonov AA, Burov NE. Izmenenija gemodinamiki pri gelievo-kislorodnoj terapii u pacientov s operirovannoju koronarnoj nedostatočnosťju [changes in hemodynamics during helium-oxygen therapy in patients with operated coronary insufficiency]. Medicinskij al'favit. 2012;1(6):6-9. Russian.
7. Bobrovnikov AV. Sposob lečeniya onkologičeskijh zabolevanij s ispol'zovaniem gazovyh smesej kisloroda i blagorodnogo gaza argona [Method of treating cancer using gas mixtures of oxygen and argon noble gas]. Russian Federation Patent na izobrenenie RU 2678927 C2, 04.02.2019. Zajavka № 2015109455 ot 18.03.2015.
8. Kostylev EG. Gelij-kislorodnaja terapija v profilaktike legočnyh osložnenij u bol'nyh posle operacij na organah brjushnoj polosti (kliniko-jeksperimental'noe issledovanie) [Helium-oxygen therapy in the prevention of pulmonary complications in patients after abdominal surgery (clinical and experimental study)][dissertation]. Moscow: Mosk. med. akad. im. I. M. Sečenova; 1991 Russian.
9. Krasnovskij AL. Primenenie ingal'cacij podogrevaemoj kislorodno-gelievovoj smesi v kompleksnoj terapii bol'nyh pnevmonij [the Use of inhalation of heated oxygen-helium mixture in the treatment of patients with pneumonia][dissertation]. Moscow: FGU "Učebno-naučnyj centr Medicinskogo centra upravlenija delami Prezidenta RF"; 2013. Russian.
10. Krasnovskij AL, Grigor'ev SP, Loshkareva EO, Zolkina IV. Ispol'zovanie gelioksa v lečenii bol'nyh s bronholegočnoju patologiej [use of heliox in the treatment of patients with bronchopulmonary pathology]. Rossijskij medicinskij žurnal. 2012;5:46-51. Russian.
11. Kussmaul' AR, Pavlov BN, Podluzhnyj SM. Ispol'zovanie podogrevaemyh kislorodno-gelievovyh smesej dlja reabilitacii čeloveka posle submaksimal'nyh fizičeskijh nagruzok v uslovijah proizvodstvennoj dejatel'nosti [Use of heated oxygen-helium mixtures for human rehabilitation after submaximal physical loads in the conditions of industrial activity]. Aviakosmičeskaja i jekologičeskaja medicina. 2007;41(5):42-6. Russian.
12. Mjasnikova VV, Sahnov SN, Sogolovskaja EE, Porjadina OV. Pokazateli vegetativnoj nervnoj sistemy i sostojanija miokarda pri provedenii gelievo-kislorodnoj terapii u oftalmologičeskijh pacientov s soputstvujushhej somatičeskoju patologiej [indicators of the autonomic nervous system and the state of the myocardium during helium-oxygen therapy in ophthalmological patients with concomitant somatic pathology]. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015;1-1:1380. Russian.
13. Naumov SA, Kostromitina GG, Babikov AS. Sposob lečeniya stressa i ustrojstvo dlja ego osušhestvlenija [Method of stress treatment and device for its implementation.]. Russian Federation Patent na izobrenenie RU 2524765 C1, 10.08.2014. Zajavka № 2012158370/14 ot 29.12.2012.
14. Ovčarenko SI, Galeckajte JaK. Principy legočnoj reabilitacii bol'nyh hronicheskoj obstruktivnoj bolezni'ju legkih (obzor literatury) [Principles of pulmonary rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease (literature review)]. Consilium Medicum. 2018;20(11):33-9. Russian.
15. Ovčinnikov BM, Parusov VV, Perov AJu. Lečenie bol'nyh s dyhatel'noj nedostatočnosťju gelij-kislorodnymi smesjami [Treatment of patients with respiratory insufficiency with helium-oxygen mixtures]. Al'manah kliničeskoj mediciny. 2006;12:154. Russian.
16. Ovčinnikov BM, Perov AJu, Pavlov BN, Zvezdin AV. Vnedrenie v širokuju medicinskuju praktiku tehnologii uluchšenija sostojanija immunnoj sistemy pacientov i lečeniya narkotičeskoj i alkohol'noj zavisimosti smesjami blagorodnyh gazov s kislorodom, a takzhe lečenie različnyh form dyhatel'noj nedostatočnosti gelij-kislorodnymi smesjami. Sozdanie dlja jetoj celi mnogofunkcional'nogo dyhatel'nogo apparata [Introduction of technology to improve the state of the immune system of patients and treatment of drug and alcohol dependence with mixtures of noble gases with oxygen, as well as treatment of various forms of respiratory failure with helium-oxygen mixtures]. Al'manah kliničeskoj mediciny. 2008;17-2:226-9. Russian.

17. Pavlov BN, Grigor'ev AI, Logunov A. Sposob vozdeystviya gazovyh smesey na organizm [Method of gas mixtures ' influence on the body]. Russian Federation Patent na izobretenie RU 2232013 C2, 10.07.2004. Zayavka № 2001114935/14 ot 04.06.2001.

18. Pavlov BN, D'jachenko AI, Shulagin JuA, Pavlov NB, Buravkova LB, Popova JuA, Manjugina OV, Sytnik EB. Issledovaniya fiziologicheskikh jeffektov dyhaniya podogretyimi kislorodno-gelievymi smesjami [studies of the physiological effects of breathing heated oxygen-helium mixtures]. Fiziologija cheloveka. 2003;29(5):69-73. Russian.

19. Seredenko MM. Klin. Med. 1989;2:114-8 Russian.

20. Simbircev SA, Petrash VV, Nozdrachev AD. Bronhial'naja astma kak funkcional'naja nedostatochnost' metasimpaticheskoy nervnoj sistemy legkih [Bronchial asthma as a functional insufficiency of the metasympathetic nervous system of the lungs]. Vestnik Sankt-Peterburgskoj medicinskoj akademii posle diplomnogo obrazovaniya. 2011;3:2:142-8. Russian.

21. Simpozium "inertnye gazy v medicine" [Symposium "inert gases in medicine"] Jeffektivnaja farmakoterapija. 2011;32:37-41. Russian.

22. Solodkov AS, Buharin VA, Mel'nikov DS. Rabotosposobnost' sportsmenov: ee kriterii i sposoby korrekcii [Performance of athletes: its criteria and methods of correction]. Uchenye zapiski universiteta im. PF. Lesgafta. 2007;3 (25):74-9. Russian.

23. Umarhodzhaev EM. Izmenenie poverhnostno-aktivnyh svojstv surfaktanta pri kratkovremennoj ventiljacii razlichnymi gazami izolirovannyh legkih krolikov [Changes in surfactant surface-active properties during short-term ventilation of isolated rabbit lungs with various gases]. Estestvennye i tehicheskie nauki. 2006;6 (26):119-22. Russian.

24. Utkin SI, Abdullaev TJ, Sivach TV, Litvinskaja II, Zverkov PP, Egorov KN. Dvojnoe slepoe placebo-kontroliruemoe issledovanie jeffektivnosti smesi gelija i kisloroda v kompleksnoj terapii pacientov s sindromom otmeny alkoholja [Double-blind placebo-controlled study of the effectiveness of a mixture of helium and oxygen in the complex therapy of patients with alcohol withdrawal syndrome]. Voprosy narkologii. 2019;3 (174):64-84. Russian.

25. Hasanov AF, Trifonov VR, Murav'ev VJ, Sigal EI, Hasanova NA, Baisheva NA, Ivanov AI. Anesteziologicheskoe obespechenie i respiratornaja podderzhka pri traheobronhial'nom stentirovanii u bol'nyh s porazheniem trahei razlichnoj jetiologii [Anesthetic support and respiratory support for tracheobronchial stenting in patients with tracheal lesions of various etiologies]. Povolzhskij onkologicheskij vestnik. 2013;3:13-27. Russian.

26. Hasanov AF, Trifonov VR, Murav'ev VJ, Hasanova NA, Ivanov AI, Ivanovskaja KA. Osobennosti anesteziologicheskogo obespechenija pri provedenii jendoskopicheskoy rekanalizacii dyhatel'nyh putej samoraspravljajemymi stentami [Features of anesthetic support during endoscopic recanalization of the respiratory tract with self-expanding stents]. Anesteziologija i reanimatologija. 2015;60(4):11-9. Russian.

27. Cherkashin DV, Tkachenko KN, Shahnovich PG, Alanichev AE, Efimov SV, Makiev RG. Perspektivy primeneniya gelija pri nekotoryh zabolevanijah dyhatel'noj i serdechno-sosudistoj sistem [Prospects for the use of helium in certain diseases of the respiratory and cardiovascular systems]. Medline.ru. Rossijskij biomedicinskij zhurnal. 2018.;19(4):984-94. Russian.

28. Frazier MD, Cheifetz IM. Paediatr. Respir. Rev. 2010;11(1):46-53.

29. Hamilton RW Jr, Doebbler GF, Schreiner HR. Space Life Sci. 1970;2(3):307-34

30. Hess DR, Fink JB, Venkataraman ST. Respir. Care. 2006;51(6):608-12.

31. McGarvey JM, Pollack CV. Emerg. Med. Clin. N. Am. 2008;26(4):905-20;

32. Rodrigo G, Pollack CV, Rodrigo C. Cochrane Database Syst Rev. 2006;18(4)

33. Singhaus CJ, Utidjian LH, Akins RE. Neonatology. 2007;91(1):28-35.

Библиографическая ссылка:

Хадарцев А.А., Киреев С.С., Иванов Д.В. Возможности гелий-кислородной терапии пневмоний при коронавирусной инфекции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. №3. Публикация 1-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-3/1-3.pdf> (дата обращения: 15.05.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16644*

Bibliographic reference:

Khadartsev AA, Kireev SS, Ivanov DV. Vozmozhnosti gelij-kislorodnoj terapii pnevmonij pri koronavirusnoj infekcii (obzor literatury) [Possibilities of helium-oxygen therapy for pneumonia of coronavirus infection (literature review)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2020 [cited 2020 May 15];3 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-3/1-3.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16644.

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-3/e2020-3.pdf>