

A futuristic medical interface with a glowing human figure and various data panels. The interface includes a large glowing human figure in the center, a grid of data points, and several panels with text and graphs. The overall aesthetic is high-tech and digital.

THE ROLE OF SPACE MEDICINE IN PUBLIC HEALTH CARE ON THE EARTH

РОЛЬ КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ НА ЗЕМЛЕ

Oleg I. ORLOV,
Academician of the RAS, Dr. Sci. (Med.),
Director of the IMBP RAS, Moscow, Russia,
orlov@imbp.ru



Олег Игоревич ОРЛОВ,
академик РАН, доктор медицинских наук,
директор ГНЦ РФ – ИМБП РАН, Москва, Россия,
orlov@imbp.ru

Anna R. KUSSMAUL,
Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher,
IMBP RAS, Moscow, Russia,
kussmaul@imbp.ru



Анна Рейнгольдовна КУССМАУЛЬ,
кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник ГНЦ РФ – ИМБП РАН, Москва, Россия,
kussmaul@imbp.ru

Mark S. BELAKOVSKIY,
Cand. Sci. (Med.), Head of Department,
IMBP RAS, Moscow, Russia,
info@imbp.ru



Марк Самуилович БЕЛАКОВСКИЙ,
кандидат медицинских наук, заведующий отделом
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, Москва, Россия,
info@imbp.ru

ABSTRACT | The problems and threats facing society in the new millennium require constant improvement, and sometimes a fundamental review of approaches to organizing healthcare around the world. One of the significant changes may be a shift in emphasis on prenosological diagnostics, prophylaxis, and the transition to healthy human medicine. As a practical science which studies healthy human and concentrates the efforts of the best experts in many branches of knowledge (not only physiologists, doctors, biologists, but also engineers, mathematicians, physicists and representatives of other specialities), space medicine contributes significantly to the search for answers to some urgent questions of modern healthcare.

Keywords: *space medicine, healthy human medicine, telemedicine, analog research, oxygen helium therapy*

АННОТАЦИЯ | Проблемы и угрозы, встающие перед обществом в наступившем тысячелетии, требуют постоянного совершенствования, а иногда и принципиального пересмотра подходов к организации здравоохранения во всем мире. Одним из значимых изменений может быть смещение акцентов на донозологическую диагностику¹, профилактику и переход к медицине здорового человека. Космическая медицина как практическая наука, предметом изучения которой является здоровый человек, концентрирующая усилия лучших экспертов многих отраслей знаний — не только физиологов, врачей, биологов, но и инженеров, математиков, физиков и представителей других специальностей, вносит значимый вклад в поиск ответов на некоторые из актуальных вопросов современного здравоохранения.

Ключевые слова: *космическая медицина, медицина здорового человека, телемедицина, аналоговые исследования, кислородно-гелиевая терапия*

¹ Донозологическая диагностика – методология оценки функциональных состояний организма, пограничных между нормой и патологией.

«Здоровье считается одним из прав человека, неотъемлемой составляющей благополучия, глобальным общественным благом и вопросом социальной справедливости и равенства... Все большее признание завоевывает трактовка здоровья как одного из ключевых факторов экономического процветания общества знаний».

Стратегическое руководство в интересах здоровья в XXI веке Всемирной организации здравоохранения

КОСМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА И МЕДИЦИНА ЗЕМЛЯ – ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ВЗАИМОСВЯЗЬ

Для медико-биологического обеспечения космических полетов использовались и используются передовые достижения медицины. Но в ходе развития космическая медицина не только совершенствовала существующие медицинские технологии, но и разрабатывала свои собственные методы, подходы и концепции. Очевидно, что основной областью внедрения результатов исследований космической медицины является собственно обеспечение пилотируемых космических полетов. Итогом этой работы стало создание совершенной системы профилактики неблагоприятных эффектов невесомости и других факторов космического полета, что позволило обеспечить длительное пребывание и активную работу человека на орбите Земли. В то же время данные, полученные космической физиологией и медициной в ходе полетных и наземных модельных исследований, существенно расширили представления о физиологических возможностях организма и позволили создать новые методики и уникальную аппаратуру, обладающую автономностью, эргономичностью, компактностью и надежностью для эксплуатации в экстремальных условиях. Эти достижения не могли не быть оценены и приняты практической медициной [2, 5, 6, 9, 13].

Донозологическая диагностика – ключ к снижению заболеваемости

Одной из важнейших задач космической медицины является прогнозирование изменения состояния физиологических систем организма участников полетов и выявление на ранней стадии предвестников его нарушений. Именно поэтому такое широкое развитие в космической медицине получили методы

донозологической диагностики, которые продолжают развиваться и в настоящее время [4].

К таким методам, в первую очередь, относится группа аппаратуры для исследования вегетативной регуляции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также их взаимодействия. В частности, прибор «Экосан», разработанный Институтом медико-биологических проблем (ИМБП), с успехом применялся в 10 регионах мира для донозологического мониторинга состояния здоровья профессиональных групп, подверженных повышенному стресс-воздействию (водители, пилоты гражданской авиации, испытатели и др.). Прибор «Кардиосон», разработанный на базе космического комплекса «Сонокард», позволяет бесконтактно регистрировать физиологические параметры спящего человека, что может быть востребовано как в клинической, так и прикладной медицине. Перспективным представляется устройство «Кардиовектор», позволяющее оценивать состояние сердечно-сосудистой системы в профессиональном спорте, а также с целью контроля терапевтических и реабилитационных мероприятий в клинической медицине. Ряд примеров из этой области можно продолжить [16].

Работы ведутся и в других направлениях. В частности, перспективным являются биосенсорные технологии неинвазивной экспресс-диагностики наличия различных биомаркеров в выдыхаемом воздухе, а также оценка диагностической значимости изменений протеомного² статуса у клинически здорового человека.

Такие технологии диагностики предназначены главным образом для оценки адаптационных возможностей и надежности операторской деятельности практически здоровых людей и могут использоваться при профилактических осмотрах спортсменов, летчиков, водителей, операторов, лиц опасных профессий. Донозологический подход в дальнейшем может и должен быть распространен и на работу с более широкими слоями населения, поскольку будет способствовать снижению общей заболеваемости и существенному росту работоспособности и качества жизни [4].

² Протеомный статус – совокупность всех идентифицируемых белков в исследуемом биообразце, которая может использоваться для идентификации патологий и предшествующих заболеванию состояний.



Рис. 1. а) программно-аппаратный комплекс «Экосан», б) его бортовой прототип «Пневмокард» на летчике-космонавте А.И. Борисенко (фото из архива ИМБП)

2. КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ — ОТ КОСМОСА К ЗЕМЛЕ

Методы борьбы с невесомостью в профилактике земных болезней

Во многих изменениях в организме в условиях космического полета задействованы те же механизмы, которые приводят к развитию различных заболеваний у пациентов на Земле. А значит, средства профилактики, разработанные для предотвращения негативного влияния факторов космического полета, могут применяться в терапии и профилактике подобных заболеваний в клинической медицине.

Критически значимым фактором космического полета является глубокое снижение статической и динамической активности, приводящее к развитию так называемого гипокинетического двигательного синдрома, который проявляется в снижении мышечного тонуса и силы сокращений, а при длительном космическом полете приводит к атрофии мышц и снижению их работоспособности. Длительное ограничение мышечной активности может привести к нарушениям в ра-

боте сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также оказать негативное воздействие на иммунитет человека [1]. Именно поэтому специалистами уделяется большое внимание разработке системы активной и пассивной профилактики.

Во время режима самоизоляции в Москве в условиях пандемии COVID-19 специалисты Института медико-биологических проблем РАН представили рекомендации по предотвращению воздействия пребывания в ограниченном пространстве на состояние опорно-двигательного аппарата человека.

Рекомендации по профилактике гипокинезии могут широко применяться на Земле для лиц, вынужденно сокративших двигательную активность. Во время режима самоизоляции в Москве в условиях пандемии COVID-19 специалисты института представили рекомендации по предотвращению воздействия пребывания в ограниченном пространстве на состояние опорно-двигательного аппарата человека [11, 23].



Рис. 2. а) программно-аппаратный комплекс «Кардиосон», б) его бортовой прототип «Сонокард» у летчика-космонавта М.В. Сураева (фото из архива ИМБП)

К методам профилактики относится, например, широко известная электромиостимуляция, активно используемая космонавтами на станциях «Мир» и МКС. Этот метод обладает неограниченным потенциалом применения в клинике. В настоящий момент ИМБП совместно с Бернским университетом (Швейцария) разработал методику использования низкочастотной электромиостимуляции для помощи пациентам с хронической сердечной недостаточностью (с развившейся миопатией). В дальнейшем планируется применять методику и для других категорий пациентов [14].

На основе средств и методов профилактики негативного воздействия факторов космического полета на опорно-двигательный аппарат был разработан способ лечения больных с патологическими неврологическими нарушениями мышечного тонуса и поздней регуляции при заболеваниях центральной системы, вестибулярного и опорно-двигательного аппарата с использованием специализированного костюма аксиального нагружения «Регент» (аналога космического профилактического костюма «Пингвин»). На сегодняшний день костюм «Регент» используется в медицинских учреждениях в России и за рубежом для реабилитации больных с двигательными расстройствами, вызванными очаговыми изменениями головного мозга – перенесших инсульт или

черепно-мозговую травму, больных с паркинсонизмом и рядом других нозологий, а его создатели удостоены премии «Призвание». Изделие продолжает совершенствоваться, в частности, создается система автоматического регулирования нагрузки используемых в костюме элементов, что откроет возможность его применения в домашних условиях [6, 9, 13].

Дыхательные смеси с добавлением гелия для лечения внебольничных пневмоний

Большое внимание в космической медицине уделяется изучению влияния на организм человека измененной газовой среды с целью оптимизации воздушной среды в космическом корабле и скафандре. Так, еще в 70-е годы XX века прорабатывалась возможность заменить атмосферу космического корабля на кислородно-гелиевую смесь. Несмотря на то, что идея не была реализована, кислородно-гелиевые смеси нашли свое применение в водолазной, а в дальнейшем — спортивной и клинической медицине. За счет меньшей плотности кислородно-гелиевая смесь снижает сопротивление дыханию, быстрее доставляется к альвеолам и проникает в них, в результате повышается содержание кис-

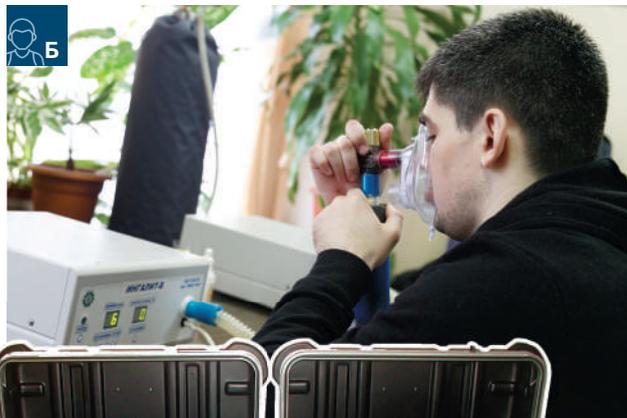


Рис. 3. а) Кислородно-гелиевая терапия с использованием аппарата «Ингалит-В2-01» при лечении внебольничной пневмонии (фото с сайта <https://pushkino.tv>), б) тестирование аппарата «Ингалит-В» для терапии подогретыми газовыми смесями (фото из архива ИМБП), в) их прототип — спасательный аппарат «Ингалит-А» (фото из архива ИМБП)



лорода в крови и облегчается механика дыхания у пациентов, у которых сужен просвет бронхов (в результате спазма или отека) [8].

То есть такие смеси не могут ликвидировать обструкцию легких, однако могут снизить дыхательную недостаточность, сопровождающуюся снижением содержания кислорода и повышением содержания углекислоты в крови. Кроме того, под воздействием тепла происходит расширение бронхов и сосудов, соответственно увеличивается количество кислорода, которое поступает к тканям, улучшается микроциркуляция крови в зоне поражения легкого, снижается плотность бронхиального секрета.

Ингаляции кислородно-гелиевыми смесями уже применялись в клинической практике как вспомогательное средство в комплексной терапии заболеваний дыхательной системы [15, 27], а в настоящий момент проходят исследования для оценки их эффективности в лечении внегоспитальной пневмонии, вызванной COVID-19. К настоящему моменту подогретыми кислородно-гелиевыми ингаляциями для лечения вирусных пневмоний на базе прибора «Ингалит» уже с успехом использовали Московская областная больница имени профессора В. Н. Розанова (г. Пушкино Московской области), Республиканская клиническая больница Коми (г. Сыктывкар), Центральная клиниче-

ская больница РАН (г. Москва), городская клиническая больница № 52 (г. Москва) [3, 18, 19, 20, 21].

Гелиокислородные смеси и смеси, содержащие аргон, оказываются эффективными средствами профилактики шумовых воздействий и реабилитации пациентов с определенными нарушениями слухового аппарата. Кроме того, показано их позитивное влияние на физическую работоспособность. Работы в этом направлении будут продолжены.

От космической телеметрии к земной телемедицине

Главная особенность медицинского контроля состояния здоровья космонавта в полете – удаленность обследуемого от врача. При этом врач должен оценить состояние здоровья и реакции физиологических систем космонавта, а в случае заболевания – поставить диагноз и назначить лечение. Поэтому именно развитие космической медицины считается во всем мире основой разработки эффективных дистанционных методов контроля основных систем организма – телемедицины.



Рис. 4. Тестирование телемедицинских технологий в ходе эксперимента SIRIUS-1 (фото из архива ИМБП)

Развитие космической медицины считается во всем мире основой разработки эффективных дистанционных методов контроля основных систем организма – телемедицины.

Еще в 80-х годах прошлого века во время ликвидации последствий землетрясения в Армении и взрыва газопровода под Уфой под эгидой советско-американской группы по космической медицине проводились телемосты с привлечением специалистов ведущих клиник и медицинских центров Москвы и США для консультации пострадавших. Затем телемедицинские проекты получили развитие в ряде международных программ. Космическим медикам удалось отработать технологии применения телемедицины в интересах практического здравоохранения и успешно апробировать на базе медицинских учреждений регионов страны. Была создана методологическая база для создания системы телемедицинских услуг в Российской Федерации, были заложены основы ее правового обеспечения. Совместно с МГУ имени М. В. Ломоносова впервые в стране была создана система подготовки медицинских кадров по телемедицине [10].

В настоящее время телемедицинские технологии находят все большее применение в различных областях здравоохранения, зарекомендовали себя в качестве востребованного инструмента обеспечения консультаций населения и клинических учреждений во время пандемии COVID-19. Мы же предполагаем двигаться дальше в плане развития более современных телемедицинских приложений, как в интересах земной медицины, так и для обеспечения перспективных межпланетных полетов.

3. ОТ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ – К ТРАНСФЕРУ ЗНАНИЙ. КОСМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА – МЕДИЦИНА ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА

Начиная с середины 1960-х годов в ИМБП в рамках прикладных задач ведутся теоретические и практические исследования в области медицины здорового человека. Практически впервые объектом изучения врача стал здоровый человек [24].

Благодаря проведению регулярных, разносторонних и длительных обследований космонав-



Рис. 5. а) Использование костюма аксиального нагружения в терапии двигательных нарушений, б) его бортовой прототип на летчиках-космонавтах С.А. Волкове и О.Д. Кононенко (фото с сайта nasa.gov)

тов на стадии отбора, в период предполетной подготовки, во время полетов, после возвращения на Землю и в условиях модельных наземных экспериментов накоплен большой объем уникальных данных о функциональных показателях и реакция здорового человека в покое, при функциональных нагрузках и в экстремальных ситуациях. Многостороннее систематическое изучение всех жизненных процессов, протекающих в здоровом организме человека, обогатили медицину знаниями о нормальных реакциях на различные воздействия окружающей среды. Проведенные исследования позволили подойти к научному решению вопроса о норме функциональных показателей организма и его реакций на определенные воздействия, который в традиционной медицине изучен недостаточно, поскольку последняя имеет объектом своего внимания преимущественно больных людей.

Особенностями методологического подхода космической медицины, в частности ее клинической ветви, являются:

- максимальный учет резервных возможностей организма;
- индивидуальный подход (диагностика, контроль, в том числе обучение методикам самодиагностики и самоконтроля);

- широкое применение современных методов медицинской науки для дистанционного контроля и прогнозирования состояния здоровья;
- поиски грани между адаптивными и преморбидными (предпатологическими) изменениями под действием экстремальных факторов окружающей среды и профилактика неблагоприятного воздействия этих факторов.

Таким образом, космическая медицина по своей методологии и типу взаимодействия с объектом изучения предвосхитила получающую все большее развитие тенденцию смещения акцента с выявления и лечения заболеваний на их предотвращение [4, 24]. Исследования по управлению функциями организма человека в экстремальных условиях среды для обеспечения высокого уровня его работоспособности и обязательного сохранения оптимального состояния здоровья привели к качественным сдвигам в подходах и методологии современной медицины. Достижения космической медицины становятся авангардом так называемой медицины здорового человека, приоритетом которой являются профилактика и превентивные меры, и базой для создания специализированных оздоровительных центров, основной задачей работы кото-



Рис. 6. Летчик-космонавт Е.И. Тарелкин выполняет психологическое тестирование в ходе эксперимента SIRIUS-19 (фото из архива ИМБП)

рых является совершенствование и внедрение в медицинскую практику лечебно-профилактических мероприятий по поддержанию здоровья и работоспособности людей, трудящихся в сложных условиях, так называемых клиник здорового человека.

Достижения космической медицины становятся авангардом медицины здорового человека, приоритетом которой являются профилактика и превентивные меры по поддержанию здоровья и работоспособности людей, трудящихся в сложных условиях.

Целью деятельности таких клиник, в первую очередь, должно стать обеспечение оптимального функционирования и долголетия людей в современном обществе на основе использования методов космической и клинической медицины по стабилизации и модификации здоровья. В первую очередь это касается лиц, занимающих ведущие, системообразующие позиции в сфере науки и техники, разработки технологий, экономической и политической жизни общества, а также осуществляющих свою профессиональную деятельность в экстре-

мальных условиях среды. «Клиника здорового человека» обеспечит возможности сохранения оптимального состояния здоровья, высокой умственной и физической работоспособности, профессионального долголетия на основе использования методов космической и клинической медицины по стабилизации и укреплению здоровья.

Логическим продолжением реализации данной концепции должны послужить так называемые центры физического здоровья (ЦФЗ), целью которых предполагается обеспечение с использованием разработок космической медицины качественного физического здоровья для широкого круга лиц. Отделения сети ЦФЗ будут оснащены разработанными в ИМБП методами и средствами профилактики неблагоприятных последствий гипокинезии, успешно применяемыми в космической и спортивной медицине. В оснащение центров будут входить аппаратно-программные комплексы для коррекции различных двигательных нарушений, а также тренажеры и комплексы тренировочно-измерительных устройств для оценки состояния и развития различных мышечных групп [12].

В структуре ЦФЗ предполагается возможность проведения скрининговой оценки состояния физического здоровья лиц разных возраст-



Рис. 7. Международный центр изучения медико-биологических аспектов межпланетных перелетов и внеземных поселений (фото из архива ИМБП)

ных групп (технология «Навигатор здоровья»), а также углубленного обследования и тестирования с целью реализации программ поддержания и целенаправленного развития физического здоровья различных групп населения: школьников, лиц призывного возраста, широкого контингента населения. Кроме того, будет обеспечена возможность тренировки лиц экстремальных профессий, проведения физической реабилитации после различных клинических ситуаций [13].

Общеизвестно, что предупреждение заболеваний путем мобилизации защитных функций и скрытых резервов организма дает больший эффект и при этом является менее затратным, чем лечение уже возникших заболеваний. Действенным путем решения этих проблем является повышение доступности профилактических, оздоровительных и реабилитационных мероприятий. Это подразумевает не только снижение стоимости предоставляемых услуг, но и расширение сети специализированных учреждений, предоставляющих такие услуги, оснащение их современным оборудованием, методиками тестирования функционального состояния и повышения работоспособности организма человека и технологиями их массового применения.

4. ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПОЛЕТОВ И ВО ИМЯ ИНТЕРЕСОВ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

ИМБП на протяжении долгих лет вовлечен в кооперацию с организациями многих стран мира по различным направлениям космической биологии и медицины. Такое сотрудничество позволяет сочетать многолетний российский опыт и экспертизу в космической биологии и медицине с передовыми технологиями других стран. Его результаты важны, прежде всего, для дальнейшего развития космической биологии и медицины, в частности для перспектив освоения дальнего космоса, однако они также приносят пользу людям на Земле. Для консолидации опыта ученых многих стран институтом был создан Международный центр изучения медико-биологических аспектов межпланетных полетов и внеземных поселений, к работе которого приглашаются заинтересованные иностранные и российские партнеры [26]. С самого начала перед центром поставлена задача внедрения результатов разработки системы медицинского обеспечения перспективных межпланетных полетов в интересах практического здравоохранения.

На базе международного центра уже проводятся модельные исследования по имитации длительных космических полетов (изоляция, сухая иммерсия, центрифуга короткого радиуса). Несмотря на то, что исследования еще только разворачиваются, их результаты, с учетом большого опыта ранее проводимых работ, оказываются востребованными.

Космическая психология

Работы в области космической психологии на протяжении многих лет были направлены на изучение широкого спектра психологических феноменов у людей, находящихся в замкнутых объектах (на космических кораблях, станциях, а также в исследовательских комплексах). Специалистами изучается влияние сенсорной депривации, монотонности обстановки, ограниченного круга общения и длительного пребывания в замкнутом пространстве. Особое внимание было направлено на аспекты социально-психологического взаимодействия членов экипажа, представляющего собой изолированную малую группу в автономных условиях [7, 17, 29].

Работы в области космической психологии на протяжении многих лет были направлены на изучение широкого спектра психологических феноменов у людей, находящихся в замкнутых объектах. Рекомендации, разработанные на основе данных, полученных в ходе этих работ, становятся чрезвычайно актуальными в связи с карантинными мерами, реализуемыми в ответ на возникновение в мире пандемии COVID-19.

Получаемые в ходе исследований данные, в первую очередь, формируют основу для совершенствования медико-психологического и биологического обеспечения космических полетов. Но кроме того, они вносят неоченимый вклад в понимание универсальных закономерностей в возникающих психологических изменениях, а также полезны для разработки рекомендаций по профилактике таких негативных изменений в ходе пребывания в замкнутых условиях и после выхода из них с учетом прогнозов критических периодов и факторов риска.

Такие рекомендации становятся чрезвычайно актуальными в связи с карантинными мерами, реализуемыми в ответ на возникновение в мире пандемии COVID-19. Специалисты ИМБП активно привлекались как к работе экспертного сообщества, так и для информирования широкой общественности о негативных последствиях длительного пребывания в самоизоляции, а также мерах по их профилактике [22, 25, 28]. Этому вопросу в современных условиях придается большое значение, и его профессиональная отработка будет, безусловно, продолжена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Космическая физиология и медицина предоставляет богатый материал для создания методов, приборов, технологий и знаний, имеющих потенциал для совершенствования системы организации медицинской помощи населению нашей страны, развитию международного сотрудничества в сфере практического здравоохранения. Чтобы сделать инновационную работу в данной области более осмысленной, целенаправленной и динамичной, необходимо формирование социального заказа в самом широком смысле этого слова, а также более активное привлечение негосударственных структур, подсказывающих направления наиболее перспективных, с их точки зрения, проектов коммерциализации.





Литература

1. **Belavý D.L., Gast U., Daumer M., Fomina E., Rawer R., Schiefl H., Schneider S., Schubert H., Soaz C., Felsenberg D.** Progressive Adaptation in Physical Activity and Neuromuscular Performance during 520d Confinement // PLOS ONE. 2013. Vol. 8. Iss. 3. e60090. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060090>
2. **Orlov O., Belakovskiy M., Kussmaul A.** Potential markets for application of space medicine achievements // Acta Astronautica. 2014. Vol. 104. No. 1. Pp. 412 – 418.
3. Академик Чучалин рассказал об использовании гелия при лечении коронавируса [Электронный ресурс] // Российская газета. 2020. 20 апреля. URL: <https://rg.ru/2020/04/20/akademik-chuchalin-rasskazal-ob-ispolzovanii-gelija-pri-lechenii-koronavirusa.html> (Дата обращения: 20.06.2020).
4. **Баевский Р.М.** Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Москва: Медицина, 1979. 298 с.
5. **Белаковский М.С., Самарин Г.И.** Практическое внедрение результатов научных медико-биологических исследований, выполненных на орбитальном комплексе «Мир» // Орбитальная станция «МИР». Космическая биология и медицина. Том 2. Медико-биологические эксперименты. М., 2002. С. 591 – 605.
6. **Белаковский М.С., Самарин Г.И.** Практическое внедрение результатов медико-биологических исследований, проводимых на РС МКС // Космическая биология и медицина: в 2 т. Том 2. Медико-биологические исследования на российском сегменте МКС. Москва: Научная книга, 2011. С. 508 – 516.
7. **Виноходова А.Г.** Межличностное восприятие в изолированной малой группе: дис. ... канд. психол. н. Москва, 1997. 245 с.
8. «Гелий позволяет легче дышать». Ученый о лечении легочной недостаточности при COVID-19 [Электронный ресурс] // Тасс-Наука. 2020. 24 апреля. URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/8318205> (Дата обращения: 20.06.2020).
9. **Григорьев А.И.** Вклад космической медицины в здравоохранение // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2007. Т. 41. № 6-1. С. 26 – 29.
10. **Григорьев А.И., Саркисян А.Э.** Шаги к медицине будущего. Российский опыт в области телемедицины // Компьютерные технологии в медицине. 2016. № 2. С. 56.
11. Елена Фомина: люди должны знать риски вируса, но не нужно их пугать [Электронный ресурс] // РИА Новости. 2020. 27 марта. URL: <https://ria.ru/20200327/1569225742.html> (Дата обращения: 20.06.2020).
12. **Козловская И.Б., Ярманова Е.Н., Виноградова О.Л., Шипов А.А., Томиловская Е.С., Фомина Е.В.** Перспективы использования тренажера для поддержания и реабилитации свойств мышечного аппарата у различных профессиональных и возрастных групп населения // Теория и практика физической культуры. 2009. № 3. С. 18 – 20.
13. Космическая медицина и здравоохранение (вклад ИМБП в клиническую практику, здравоохранение, экстремальную и спортивную медицину) // Институт медико-биологических проблем: полвека на службе науке и человеку в космосе и на Земле / Отв. ред. А.И. Григорьев, И.Б. Ушаков. М.: Научная книга, 2014. С. 403 – 416.
14. Космическая медицина поможет больным с сердечной недостаточностью [Электронный ресурс] // Известия. 2018. 12 апреля. URL: <https://iz.ru/730187/mariia-nediuk/kosmicheskaja-medicina-pomozhet-bolnym-s-serdechnoi-nedostatochnosti> (Дата обращения: 20.06.2020).
15. **Лошкарева Е.О.** Сочетанное применение термогелиокса и небулайзерной терапии у больных бронхиальной астмой: дис. ... канд. мед. н. Москва, 2011. 132 с.
16. Методы и приборы космической кардиологии на борту Международной космической станции / Под ред. Р.М. Баевского, О.И. Орлова. Москва: Техносфера, 2016. 368 с.
17. **Мясников В.И., Степанова С.И., Сальницкий В.П. и др.** Проблема психической астенизации в длительном космическом полете. М.: Слово, 2000. 224 с.
18. «Никто из наших врачей не отказался работать в красной зоне» [Электронный ресурс] // Научная Россия. 2020. 8 мая. URL: <https://scientificrussia.ru/articles/nikto-iz-nashih-vrachej-ne-otkazalsya-rabotat-v-krasnoj-zone> (Дата обращения: 20.06.2020).
19. Передовые технологии для лечения вирусных пневмоний начали использовать в Пушкинской больнице [Электронный ресурс] // Пушкино сегодня. 2020. 19 мая. URL: <https://pushkino.tv/news/zdorove-ekologiya-priroda/169941/> (Дата обращения: 20.06.2020).
20. Петербургские ученые лечат коронавирусных больных горячими ингаляциями кислородом и гелием [Электронный ресурс] // Комсомольская правда. 2020. 27 апреля. URL: <https://m.spb.kp.ru/daily/27123/4207445/> (Дата обращения: 20.06.2020).
21. Российские ученые начали применять новый метод лечения COVID-19 [Электронный ресурс] // Российская газета. 2020. 28 апреля. URL: <https://rg.ru/2020/04/28/reg-urfo/rossijskie-uchenye-nachali-primeniat-novyyj-metod-lecheniya-covid-19.html> (Дата обращения: 20.06.2020).
22. Самоизоляция – это возможность открыть свой внутренний космос [Электронный ресурс] // Научная Россия. 2020. 7 апреля. URL: <https://scientificrussia.ru/articles/samoizolyatsiya-eto-vozmozhnost-otkryt-svoj-vnutrennij-kosmos> (Дата обращения: 20.06.2020).
23. Следящий за здоровьем космонавтов врач рассказала, какие нагрузки нужны во время изоляции [Электронный ресурс] // ТАСС. 2020. 30 марта. URL: <https://tass.ru/obschestvo/8111677> (Дата обращения: 20.06.2020).
24. **Ушаков И. Б., Орлов О.И., Баевский Р.М., Берснев Е.Ю., Черникова А.Г.** Концепция здоровья: космос – Земля // Физиология человека. 2013. Т. 39. № 2. С. 5 – 9.
25. Хорошее время для экспериментов [Электронный ресурс] // N+1. 2020. 17 марта. URL: <https://nplus1.ru/blog/2020/03/17/isolation-and-iss> (Дата обращения: 20.06.2020).
26. **Чеберко И. В.** РАН появится Центр подготовки межпланетных экспедиций [Электронный ресурс] // Известия. 2014. 29 мая. URL: <https://iz.ru/news/571623> (Дата обращения: 20.06.2020).
27. **Шогенова Л.В.** Эффекты применения гелиокса как рабочего газа при проведении ингаляции β₂-агонистов при помощи небулайзера у больных с обострением БА // Эффективная фармакотерапия. Пульмонология и оториноларингология. 2010. № 2. С. 2 – 8.
28. Юрий Бубеев: Новый коронавирус с нами навсегда [Электронный ресурс] // РИА Новости. 2020. 13 мая. URL: https://ria.ru/20200513/1571329173.html?fbclid=IwAR1xKjMsZ3vjyZhEz0GH_Su5MesqcxJ8r6UxOkjeoomqDNjrw7dinfGfk (Дата обращения: 20.06.2020).
29. **Юсупова А.К.** Индивидуальные стили общения личности в условиях долговременной изоляции: дис. ... канд. психол. н. Москва, 2008. 192 с.



References

1. **Belavý D.L., Gast U., Daumer M., Fomina E., Rawer R., Schießl H., Schneider S., Schubert H., Soaz C., Felsenberg D.** Progressive Adaptation in Physical Activity and Neuromuscular Performance during 520D Confinement. PLOS ONE, 2013, vol. 8, iss. 3, e60090. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060090>
2. **Orlov O., Belakovskiy M., Kussmaul A.** Potential markets for application of space medicine achievements. Acta Astronautica, 2014, vol. 104, no. 1, pp. 412 – 418.
3. Академик Чучалин рассказал об использовании гелия при лечении коронавируса. Rossiyskaya gazeta, 2020, April 20. Available at: <https://rg.ru/2020/04/20/akademik-chuchalin-rasskazal-ob-ispolzovanii-geliya-pri-lechenii-koronavirusa.html> (Retrieval date: 20.06.2020).
4. **Baevskiy R.M.** Prognozirovaniye sostoyaniy na grani normy i patologii. Moscow, Meditsina, 1979. 298 p.
5. **Belakovskiy M.S., Samarin G.I.** Prakticheskoe vnedreniye rezul'tatov nauchnykh mediko-biologicheskikh issledovaniy, vypolnennykh na orbital'nom komplekse "Mir". Orbital'naya stantsiya "Mir". Kosmicheskaya biologiya i meditsina. Vol. 2. Moscow, 2002, pp. 591 – 605.
6. **Belakovskiy M.S., Samarin G.I.** Prakticheskoe vnedreniye rezul'tatov mediko-biologicheskikh issledovaniy, provodimykh na RS MKS. Kosmicheskaya biologiya i meditsina. Vol. 2. Moscow, Nauchnaya kniga, 2011, pp. 508 – 516.
7. **Vinokhodova A.G.** Mezhlichnostnoye vospriyatiye v izolirovannoy maloy grupphe. Diss. kand. psikholog. nauk. Moscow, 1997. 245 p.
8. "Geliy pozvolyaet legche dyshat". Uchenyy o lechenii legochnoy nedostatochnosti pri COVID-19. TassNauka, 2020, April 24. Available at: <https://nauka.tass.ru/nauka/8318205> (Retrieval date: 20.06.2020).
9. **Grigor'ev A.I.** Vklad kosmicheskoy meditsiny v zdравookhraneniye. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina, 2007, vol. 41, no. 6-1, pp. 26 – 29.
10. **Grigor'ev A.I., Sarkisyan A.E.** Shagi k meditsine budushchego. Rossiyskiy opyt v oblasti telemeditsiny. Komp'yuternyye tekhnologii v meditsine, 2016, no. 2, p. 56.
11. Elena Fomina: lyudi dolzhny znat' riski virusa, no ne nuzhno ikh pugat'. RIA Novosti, 2020, March 27. Available at: <https://ria.ru/20200327/1569225742.html> (Retrieval date: 20.06.2020).
12. **Kozlovskaya I.B., Yarmanova E.N., Vinogradova O.L., Shipov A.A., Tomilovskaya E.S., Fomina E.V.** Perspektivy ispol'zovaniya trenazhera dlya podderzhaniya i reabilitatsii svoystv myshechnogo apparata u razlichnykh professional'nykh i vozrastnykh grupp naseleniya Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury, 2009, no. 3, pp. 18 – 20.
13. Kosmicheskaya meditsina i zdравookhraneniye (vklad IMBP v klinicheskuyu praktiku, zdравookhraneniye, ekstremal'nyuyu i sportivnyuyu meditsinu). Institut mediko-biologicheskikh problem: polveka na sluzhbu nauke i cheloveku v kosmose i na Zemle. / Eds. A.I. Grigor'ev, I.B. Ushakov. Moscow, Nauchnaya kniga, 2014, pp. 403 – 416.
14. Kosmicheskaya meditsina pomozhet bol'nym s serdechnoy nedostatochnost'yu. Izvestiya, 2018, April 12. Available at: <https://iz.ru/730187/mariia-nediuk/kosmicheskaya-meditsina-pomozhet-bolnym-s-serdechnoy-nedostatochnosti> (Retrieval date: 20.06.2020).
15. **Loshkareva E.O.** Sochetannoye primeniye termogelioksa i nebulayzernoy terapii u bol'nykh bronkhial'noy astmoy. Diss. kand. med. nauk. Moskva, 2011. 132 p.
16. Metody i pribory kosmicheskoy kardiologii na borte Mezhdunarodnoy kosmicheskoy stantsii. Eds. R.M. Baevskiy, O.I. Orlov. Moscow, Tekhnosfera, 2016. 368 p.
17. **Myasnikov V.I., Stepanova S.I., Sal'nitskiy V.P. et al.** Problema psikhicheskoy as-tenizatsii v dlitel'nom kosmicheskoy polete. Moscow, Slovo, 2000. 224 p.
18. "Nikto iz nashikh vrachey ne otkazalsya rabotat' v krasnoy zone". Nauchnaya Rossiya, 2020, May 8. Available at: <https://scientificrussia.ru/articles/nikto-iz-nashih-vrachey-ne-otkazalsya-rabotat-v-krasnoy-zone> (Retrieval date: 20.06.2020).
19. Peredovyye tekhnologii dlya lecheniya virusnykh pnevmoniy nachali ispol'zovat' v Pushkinskoy bol'nitse. Pushkino segodnya, 2020, May 19. Available at: <https://pushkino.tv/news/zdorove-ekologiya-priroda/169941/> (Retrieval date: 20.06.2020).
20. Peterburgskie uchenyye lechat koronavirusnykh bol'nykh goryachimi ingalyatsiyami kislorodom i geliem. Komsomol'skaya pravda, 2020, April 27. Available at: <https://m.spb.kp.ru/daily/27123/4207445/> (Retrieval date: 20.06.2020).
21. Rossiyskie uchenyye nachali primenyat' novyy metod lecheniya COVID-19. Rossiyskaya gazeta, 2020, April 28. Available at: <https://rg.ru/2020/04/28/reg-urfo/rossijskie-uchenyye-nachali-primenyat-novyy-metod-lecheniya-covid-19.html> (Retrieval date: 20.06.2020).
22. Samoizolyatsiya – eto vozmozhnost' otkryt' svoyy vnutrenniy kosmos. Nauchnaya Rossiya, 2020, April 7. Available at: <https://scientificrussia.ru/articles/samoizolyatsiya-eto-vozmozhnost-otkryt-svoyy-vnutrennij-kosmos> (Retrieval date: 20.06.2020).
23. Sledyashchiy za zdorov'em kosmonavtov vrach rasskazala, kakie nagruzki nuzhny vo vremya izolyatsii. TASS, 2020, March 30. Available at: <https://tass.ru/obschestvo/8111677> (Retrieval date: 20.06.2020).
24. **Ushakov I. B., Orlov O.I., Baevskiy R.M., Bersenev E.Yu., Chernikova A.G.** Kontseptsiya zdorov'ya: kosmos – Zemlya. Fiziologiya cheloveka, 2013, vol. 39, no. 2, pp. 5 – 9.
25. Khoroshee vremya dlya eksperimentov. N+1, 2020, March 17. Available at: <https://nplus1.ru/blog/2020/03/17/isolation-and-iss> (Retrieval date: 20.06.2020).
26. **Cheberko I. V.** RAN poyavitsya Tsentr podgotovki mezhplanetnykh ekspeditsiy. Izvestiya, 2014, May 29. Available at: <https://iz.ru/news/571623> (Retrieval date: 20.06.2020).
27. **Shogenova L.V.** Effekty primeniya gelioksa kak rabochego gaza pri provedenii ingalyatsii β_2 -agonistov pri pomoshchi nebulayzera u bol'nykh s obostreniem BA. Effektivnaya farmakoterapiya. Pul'monologiya i otorinolaringologiya, 2010, no. 2, pp. 2 – 8.
28. Yuriy Bubeev: Novyy koronavirus s nami navsegda. RIA Novosti, 2020, May 13. URL: https://ria.ru/20200513/1571329173.html?fbclid=IwAR1xKjMsZ3vjyZhEz0GH_Su5MesvqczJ8r6Ux0kjeoomQDNjrwd7dinfGk (Retrieval date: 20.06.2020).
29. **Yusupova A.K.** Individual'nyye stile obshcheniya lichnosti v usloviyakh dolgovremennoy izolyatsii. Diss. kand. psikholog. nauk. Moscow, 2008. 192 p.

© Орлов О.И., Куссмауль А.П.,
Белаковский М.С., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 29.05.2020

Принята к публикации: 12.06.2020

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Орлов О.И., Куссмауль А.П., Белаковский М.С. Роль космической медицины в здравоохранении на Земле // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 2. С. 26 – 38.