

FOR the 50th anniversary of Institute of biomedical problems
К 50-летию Института медико-биологических проблем

**MARS
500**

**International
symposium**

**Международный
симпозиум**

**MARS
500**

INTERNATIONAL SYMPOSIUM / МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ

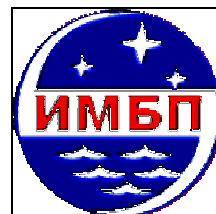


**Book of abstracts
Сборник материалов
2012**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ -
ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РАН**



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТОВ,
МОДЕЛИРУЮЩИХ ПИЛОТИРУЕМЫЙ
ПОЛЕТ НА МАРС (МАРС-500)**

23-25 апреля 2012 года

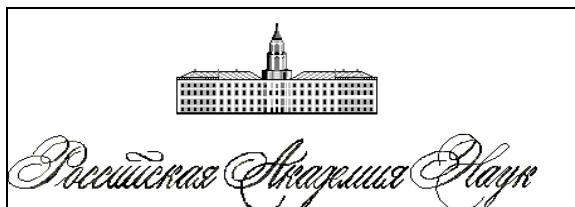
СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**Москва
2012**

RUSSIAN FEDERAL SPACE AGENCY

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**STATE SCIENTIFIC CENTER OF THE RUSSIAN FEDERATION
INSTITUTE OF BIOMEDICAL PROBLEMS OF RAS**



**INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
THE RESULTS OF THE EXPERIMENTS,
SIMULATING MANNED MISSION
TO MARS (MARS-500)**

April 23-25, 2012

ABSTRACTS BOOK

**Moscow
2012**

УДК (043)(061,31)[629,788:523,43 + 613,693](001)....
ББК 39,68. 28,089
ISBN 978-5-902119-28-9

Международный симпозиум по результатам экспериментов, моделирующих пилотируемый полет на Марс (Марс-500).

Сборник материалов. –М. - Воронеж: Научная книга, 2012. – 126 с.

Основная часть Симпозиума посвящена представлению результатов, полученных при выполнении Программы «Марс-500», включавшей с себя серию экспериментов и завершившейся в ноябре 2011 года экспериментом с 520-суточной изоляцией международного экипажа.

В сборник материалов вошли тезисы, полученные от участников Симпозиума, зарегистрировавшихся на сайте мероприятия. Тезисы, оформленные не по требованиям Организационного комитета, а также присланные после окончания приема материалов, в сборнике не опубликованы. Тексты тезисов не редактировались. Представляемые материалы размещены в алфавитном порядке по фамилии первого автора.

Сборник предназначен для специалистов в области космонавтики, физиологов, врачей, биологов, инженеров и конструкторов, а также представителей других специальностей, интересующихся проблемами освоения человеком космического пространства.

The main part of the Symposium is dedicated to the presentation of the results obtained by Russian and foreign specialists during realization of the MARS-500 program which included a number of experiments and was concluded in November 2011 with the 520-day international crew isolation experiment.

The abstracts book includes the abstracts provided by participants of the Symposium registered at the web page of the event. The abstracts which do not met the requirements of the Organizing Committee and which were sent after the deadline of abstracts submission are not published in the book. The abstracts were not edited. The submitted materials are listed in alphabetical order according to the name of the first author.

The book is intended for specialists in the field of cosmonautics, physiologists, physicians, biologists, engineers, and designers, and also for representatives of other specialties who take an interest in the problems of human space exploration.

**Под общей редакцией
И.Б.Ушакова**

23 –25 апреля 2012 года в Москве в центральном здании Президиума Российской академии наук проведен Международный симпозиум по результатам экспериментов, моделирующих пилотируемый полет на Марс (Марс-500).

Целью Симпозиума являлось освещение и обобщение результатов, полученных при выполнении Программы «Марс-500» и, в частности, в 106 разнообразных исследованиях, составлявших научную Программу эксперимента с 520-суточной изоляцией. Дополнительно на Симпозиуме представлены результаты спутниковых экспериментов, биоэтические проблемы и рассмотрены перспективы использования полученных результатов, а также дальнейших медико-биологических исследований в области космической физиологии и медицины для решения проблем межпланетных полетов.

**Under the general editorship
of I.B. Ushakov**

The International Symposium on the Results of the Experiments, Simulating Manned Mission to Mars (MARS-500) was carried out on 23-25 April 2012 in Moscow on the premises of the Presidium of the Russian Academy of Sciences.

The purpose of the Symposium was to report and summarize the results obtained during realization of the MARS-500 Program, in particular, in 106 different researches composed the Program of the experiment with 520-day isolation. The results of the satellite experiments, bioethical problems were additionally presented, and prospects for the utilization of the obtained results and for further biomedical researches in the field of space physiology and medicine to be used for solving of the interplanetary flight problems were also discussed at the Symposium.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Материалы Международного симпозиума по результатам экспериментов, моделирующих полет на Марс, проведенных в рамках Проекта «МАРС-500», представлены в виде 127 устных и 46 стендовых докладов по следующим направлениям:

- Психологические и психофизиологические проблемы космических полетов и пребывания в условиях длительной изоляции.
- Проблемы медицинского обеспечения длительных пилотируемых полетов и методы оценки состояния здоровья членов экипажей.
- Состояние физиологических систем организма человека при моделировании факторов космического полета. Влияние средств профилактики на функциональное состояние испытуемых.
- Роль регуляторных механизмов в прогнозировании состояния человека.
- Питание и метаболизм в условиях длительной изоляции.
- Микробиологические и токсикологические проблемы в условиях длительной изоляцией.
- Деятельность экипажа на поверхности Марса.
- Телемедицинские и медико-экологические технологии в проекте «МАРС-500».
- Информационное и техническое обеспечение экспериментальных исследований в условиях изоляции.

Биоэтические аспекты модельных исследований и медико-биологические исследования в реальных полетах и при их наземном моделировании, которые посвящены изучению воздействия факторов космических межпланетных экспедиций, будут обсуждены на 2-х круглых столах:

Этические проблемы длительного пребывания интернационального экипажа в условиях изоляции.

Перспективы медико-биологических исследований применительно к межпланетным полетам.

Исследования по проекту «МАРС-500» были проведены в Государственном научном центре РФ - Институте медико-биологических проблем РАН под эгидой Федерального космического агентства и Российской академии наук при широком международном сотрудничестве при участии представителей более 15 стран.

INTRODUCTION

The materials of the International Symposium on the results of the experiments, simulating manned mission to Mars, performed within the MARS-500 Project are presented in 127 oral and 46 poster reports covering the following fields:

- Psychological and psychophysiological issues in extended space flight and isolation.
- Medical support of long-duration manned mission and methods of crew health evaluation.
- Physiological systems under the conditions of simulated spaceflight factors. Effect of countermeasures on volunteers' functional state.
- Role of regulatory mechanisms in predicting human state.
- Nutrition and metabolism during extended isolation.
- Microbiological and toxicological aspects of extended isolation.
- Crew activities on Martian surface.
- Telemedical and eco-medical technologies in the Mars 500 Project.
- Informational and technical support of experimental studies in isolation conditions.

Bioethical aspects of simulation studies, and biomedical researches in real space flights and in ground simulation investigations devoted to the study of the effects of interplanetary space flight factors will be discussed at 2 round tables:

- Ethical issues of long-term isolation of international crew
- Biomedical researches for future interplanetary missions: Projections

The researches of the MARS-500 Project were performed in the State Scientific Center of RF – Institute of Biomedical problems of the Russian Academy of Sciences under the auspices of Roscosmos and the Russian Academy of Sciences with wide international cooperation and participation of representatives from more than 15 countries.

МАТЕРИАЛЫ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

СОСТОЯНИЕ ПИЩЕВОГО СТАТУСА В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРЕБЫВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ

Агуреев А.Н., Афонин Б.В.

Москва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук (далее ГНЦ РФ–ИМБП РАН)

Состояние пищевого статуса оценивали по динамике массы тела (МТ), величине основного обмена (ОО), окислению глюкозы, толщине подкожной жировой клетчатки. Перед экспериментом у 4 человек отмечали избыточную МТ. У одного человека с избыточной и у 2 с нормальной МТ выявили низкий уровень ОО относительно расчетной величины.

На 120-е сутки эксперимента на фоне приема рациона питания (РП) № 1 и применяемой физической нагрузки отмечалось снижение метаболизма глюкозы, ОО и инсулярной активности. В этот период условия пребывания в гермообъекте, уровень физических нагрузок и использовавшийся РП способствовали минимизации ОО и окислительного метаболизма глюкозы. На 250-е сутки величина ОО у 4 человек вернулась к исходному уровню, а у 2 человек стала выше исходной. В этот период у всех испытуемых выявили увеличение окисления глюкозы и восстановление инсулярной активности, уменьшение толщины подкожной жировой клетчатки, увеличение белка и мочевины в крови. При этом у 2 человек на 120-е сутки отмечалось увеличение МТ, сохранявшееся на этом уровне до 240-х суток, а у остальных происходило снижение, которое на 240-е сутки было больше выражено у испытуемого А.

Поскольку ни условия пребывания в гермообъекте, ни РП не изменились, восстановление ОО, изменения МТ на 240-е сутки можно было связать только с увеличением физических нагрузок. На 450-е сутки, в период использования РП № 3, у всего экипажа отмечено снижение ОО, близкое по степени к 120-м суткам эксперимента. В этот период выявлено увеличение содержания белка и мочевины в крови, снижение метаболизма экзогенной глюкозы до уровня 120-х суток и повышение инсулярной активности. Наблюдалось снижение метаболизма глюкозы, МТ и толщины подкожной жировой клетчатки, которые были наиболее выражены у испытуемых А и F.

Выявленные на 450-е сутки эксперимента особенности пищевого статуса можно связать с наблюдавшимися в тот период изменениями предпочтений к продуктам питания и, в частности, с ограничением углеводов и выбором продуктов богатых белком, а также индивидуальным подходом к выполнению рекомендованных физических нагрузок.

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТАНИЕМ ЭКИПАЖА ПРОЕКТА «МАРС-500»

Агуреев А.Н., Сидоренко Л.А.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Система обеспечения питанием (СОП) пилотируемых космических аппаратов состоит из рационов питания, приспособлений для хранения продуктов и средств для приготовления и приема пищи.

Одной из задач, решаемых при проведении эксперимента в рамках проекта «Марс-500», являлась разработка основной составляющей СОП – рационов питания длительной автономности из максимально подготовленных к употреблению продуктов, сохраняющих биологическую полноценность и микробиологическую безопасность на протяжении всего срока пребывания (520 сут) 6 испытуемых в гермообъекте ограниченного объема, для приготовления пищи в котором могут использоваться только СВЧ-печи и горячая вода.

В проекте «Марс-500» участвовал интернациональный экипаж: 3 россиянина, 2 представителя Европейского космического агентства и 1 представитель Китая. По содержанию основных пищевых веществ и энергетической ценности рационы для проекта «Марс-500» идентичны рационам, используемым для питания экипажей Международной космической станции.

Для питания испытуемых были скомплектованы 3 варианта рационов:

1-й – на время полета от Земли к Марсу (1–250-е сутки);

2-й – при имитации высадки 3 членов экипажа на поверхность Марса (251–270-е сутки);

3-й – при возвращении на Землю (251–500-е сутки).

Для комплектации первого варианта рациона использовали продукты 9 европейских и одной российской фирм (всего 111 наименований различных видов продуктов, в том числе 56 наименований замороженных полуфабрикатов готовых блюд). Для хранения замороженных блюд в гермообъекте были размещены морозильные камеры.

Второй вариант рациона для питания 3 членов экипажа при имитации их высадки на поверхность Марса, был скомплектован из 37 наименований готовых к употреблению без подогрева продуктов, используемых для питания экипажей транспортного космического корабля «Союз».

Для комплектации третьего варианта рациона использовали различные виды продуктов (131 наименование), в основном, производимых российскими фирмами (96 наименований), а также 16 наименований корейских национальных продуктов, 15 наименований продуктов итальянских фирм и 4 наименования китайских продуктов.

Общая масса размещенного в объекте запаса продуктов составила 6450 кг, из них 3500 кг – масса продуктов для первых 250 сут эксперимента и 2950 кг – масса продуктов для последующих 270 сут.

Данные мониторинга питания дают основание сделать вывод о том, что используемые в эксперименте рационы по содержанию незаменимых пищевых компонентов и их соотношению способствовали на протяжении 520 сут сохранению здоровья испытуемых и поддержанию достаточного уровня работоспособности. Результаты эксперимента позволяют сформулировать предложения по модернизации СОП для межпланетной экспедиции.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛУДКА И ПЕЧЕНИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НЕВЕСОМОСТИ В АНТИОРТОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ В КОСТЮМАХ «КЕНТАВР»

Афонин Б.В., Соловьева А.А., Кечин Е.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Перед началом и на 250-е сутки эксперимента «Марс-500» в течение 3 сут проводилось моделирование гемодинамических эффектов невесомости. Испытуемые в ночное время находились в антиорто-статическом положении (АОП) 12° длительностью 12 ч с 21:00 до 09:00 следующих суток, а с 09:00 до 21:00 надевали костюмы «Кентавр», которые в положении обычной двигательной активности сохраняли гемодинамическую перестройку, возникшую за время пребывания в АОП.

Ультразвуковое исследование сосудов и органов брюшной полости, функциональное исследование желудка и печени проводили после 1-, 2- и 3-х суток утром в АОП перед одеванием костюма «Кентавр».

После первого 12-часового пребывания в АОП были выявлены гемодинамические изменения в сосудах и органах брюшной полости, характеризующиеся расширением селезеночной вены на уровне поджелудочной железы и в воротах селезенки и воротных вен, уменьшением углов правого и левого краев печени, утолщением стенок желудка и желчного пузыря. Кроме этого, натошак отмечалось увеличение жидкости в желудке, характерное для активации его секреции, расширение желчных протоков и сокращение желчного пузыря, характеризующее активацию желчеотделения.

Повышение секреции желудка подтверждало увеличение в желудочном соке содержания соляной кислоты, выявленное при титровании с бикарбонатом натрия и активности пепсиногена в крови. Проведение в АОП ¹³C-метацетинового теста показало повышение детоксикационной активности печени, при этом динамика инактивации метацетина характеризовалась сохранением в течение 20 мин пика максимальной скорости его окисления. На 2-е и 3-и сутки после ночного пребывания в АОП без костюмов «Кентавр» гемодинамические изменения и функциональная активность желудка и печени оставались на уровне изменений, выявленных в 1-е сутки. Перед началом и на 250-е сутки эксперимента использование костюмов «Кентавр» приводило к увеличению на 2-е и 3-и сутки АОП выраженности гемодинамических изменений в сосудах и органах брюшной полости. При этом на 2-е сутки пребывания в АОП также возрастала секреторная активность желудка и метаболическая и детоксикационная емкость печени.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ЭКОСАН-2007» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГЕРМОКАМЕРЕ И В УДАЛЕННЫХ РЕГИОНАХ (ПРОЕКТ «МАРС-500»)

Баевский Р.М.¹, Берсенов Е.Ю.¹, Прилуцкий Д.А.²

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²ООО «Медицинские компьютерные системы», Зеленоград, Россия

Введение. При организации долговременных медико-экологических исследований по проекту «Марс-500» одной из главных задач было создание технических средств, обеспечивающих получение однотипной физиологической информации при обследовании членов «марсианского» экипажа и групп практически здоровых людей в различных регионах мира. Для решения этой задачи был разработан специализированный аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007».

Методы. «Экосан-2007» сочетает в себе три автономных прибора, один из которых «Пневмокард» уже 4 года используется для проведения научных экспериментов на МКС, а два других («Кардиовизор» и СКУС) применяются в клинических и физиологических исследованиях и станут базовыми при подготовке нового космического эксперимента «Космокард». «Экосан-2007» обеспечивает регистрацию комплекса кардиологических параметров (ЭКГ, импедансная кардиограмма, сфигмограмма, сейсмокардиограмма), запись дыхания, анализ variability сердечного ритма (BCP), дисперсионное картирование ЭКГ, измерение времени сенсомоторных реакций. Специальное программное обеспечение обеспечивает ввод антропометрических данных (рост, масса, артериальное давление), работу с вопросником (ввод ответов на стандартные вопросы) и позволяет формировать по результатам проведенных исследований сообщения для передачи по каналам Интернета.

Результаты исследований. Комплекс «Экосан-2007» позволил провести в течение 520 сут ежемесячные исследования 6 членов «марсианского» экипажа и добровольцев-испытателей в контрольных группах в 10 регионах мира (Россия, Белоруссия, Казахстан, Германия, Чехия, Канада, США). Общее число обследованных испытателей – 126 человек. Управление исследованиями проводилось через Интернет (сайт iki.rssi.ru/mars500). Все материалы исследований собраны в специализированную базу данных для дальнейшего анализа и оценки.

Заключение. Аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007» обеспечил проведение 520-суточных исследований в макете межпланетного корабля и параллельные обследования 120 испытателей в 10 контрольных группах в различных регионах мира.

КОСМИЧЕСКИЕ ПУТЕШЕСТВИЯ – ПУТЕШЕСТВУЮЩАЯ ПСИХИКА

Базалук О.А.

Киев, Киевский университет туризма, экономики и права

Автор рассматривает следующий тезис. Когда мы говорим о длительных космических путешествиях, то мы не можем вести речь о путешествии организма, потому что в основе стремления выйти за планетарные масштабы и обрести космическую силу лежит эволюция нейронных ансамблей психики. Именно поэтому, длительные космические путешествия – это прогнозирование поведения *путешествующей психики*. Изначально эволюционируя как планетарная сила, психика и пси-пространство в целом предназначены для освоения и влияния на процессы, происходящие в космосе, потому что от степени освоения предшествующих состояний материи (косной и живой материи) зависит полноценность ее присутствия в масштабах эволюционирующей Вселенной. Чем больше и глубже психика (пси-пространство) познает предшествующие косную и живую материю, тем больше у нее шансов закрепиться в материальном мире и направленно эволюционировать в его структуре.

Автор подчеркивает: длительный космический полет выведет на первый план проблему взаимоотношения организма (тела) и психики. Из тенденций развития отношений между телом и психикой, наблюдаемых в условиях ноосферы Земли, мы можем сделать следующий прогноз – в условиях длительного космического полета путешествующая психика в значительной степени изменит структуру и функциональную активность организма.

Условия длительного космического полета в значительной степени повлияют на структуру и функциональную активность самой психики. Новая качественная информация, практически полная оторванность от ноосферы Земли, одиночество, ограниченное замкнутое пространство, актуализированная борьба за существование в совершенно новых, непредсказуемых условиях внешней материальной среды и многие другие факторы, создадут совершенно новый внешний материальный мир, в котором психика будет вынуждена организовывать свое присутствие. Изменение внешней среды прогнозируемо скажется на изменении логосферы – первого способа обнаружения психикой своих внутренних по-

тенциалов. Путешествующая психика будет вынуждена совершенствовать знаки и знаковые системы, вводить новые понятия, улучшать работу с ними.

Длительный космический полет повлияет и на второй способ обнаружения психики во внешней материальной среде – на техносферу.

Путешествующая психика будет поставлена в условия, вынуждающие ее совершенствовать техносферу для более оперативной и качественной материализации продуктов своей мыслительной деятельности. Прогнозируемо в условиях космического полета техносфера станет развиваться в направлении создания материально-виртуальных продуктов труда и виртуальных, что соответствует направленности развития внутренней структуры психики.

РАБОТА ПО ИНФОРМИРОВАНИЮ ОБЩЕСТВЕННОСТИ В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Белаковский М.С., Чевелева Л.М., Волошин О.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В рамках проекта «Марс-500» пресс-служба института при участии представителей ЕКА, DLR, КЦПК и других партнеров особое внимание уделяла информированию широкой общественности и научного сообщества с целью расширения рамок международного сотрудничества и привлечения внимания к уникальному эксперименту по моделированию пилотируемого полета на Марс. Ведущие российские СМИ: ИТАР ТАСС, Интерфакс, РИА Новости, ИнформНаука, Российская газета, Российский космос, Комсомольская правда, МК, Новости космонавтики – выступили в качестве информационных партнеров проекта. За период проведения проекта было организовано 8 пресс-конференций, все они показали высокий интерес СМИ к проекту и науке в целом. Особенно хочется выделить две пресс-конференции: первая в ЦУПе перед первым выходом двоих членов экипажа в имитатор марсианской поверхности с on-line трансляцией выхода, вторая – по выходу международного экипажа из 520-суточной изоляции, проведенная в РИА Новости.

В период подготовки и проведения эксперимента велась большая работа по фото и видеосъемке, позволившая создать архив, размещенный на сайте института и видеопортале на Youtube (<http://www.youtube.com/mars500project>), что дало возможность постоянно поддерживать интерес к проекту, своевременно размещая новости.

С 2007 года сформировался пул журналистов, заинтересованно и серьезно относящихся к проекту, дающих качественный, интересный материал в печати и на телевидении. Ко всем значимым событиям проекта готовились пресс-релизы и информационные материалы (отбор экипажей, вход и выход экипажей из гермообъекта, высадка трех членов экспедиции в имитатор марсианской поверхности). С начала изоляции регулярно проводились интервью с руководителями проекта: директором проекта и специалистами. Интерес к проекту отражают цифры заявок и посещений представителей СМИ (за 2010 год 600 заявок, за 2011 год – 640), делегаций и экскурсий студентов и школьников.

По рейтингу известного американского сайта space.com проект вошел в десятку крупнейших советских и российских космических проектов, прошедших путь от чертежной доски до реализации и встал в один ряд с такими достижениями, как запуск первого спутника и полет Юрия Гагарина. К 12 апреля 2011 года (юбилей 50-летия полета в космос Ю.А.Гагарина) вышел ряд материалов, в которых, в частности, рассказывалось о проекте «Марс-500». Среди них фильм «Открытый космос» Первого канала, «Увидеть Марс... и не сойти с ума» «ТВ Роскосмос», научный документальный фильм о 105-суточной изоляции (ZDF, Германия). Для информационной поддержки проекта «Марс-500» за отчетный период было создано несколько Интернет-ресурсов.

Официальный сайт проекта (<http://mars500.imbp.ru>, создан в марте 2009 года).

На сайте опубликованы материалы по 14-суточной, 105-суточной и 520-суточной изоляции, общая информация о проекте, его партнерах. представлена фотогалерея, история экспериментов, список наград и патентов, раздел новостей.

Блог в Livejournal (<http://imbp-mars500.livejournal.com>, создан в октябре 2009 года).

Твиттер-аккаунт (<http://twitter.com/mars500project>, создан в июне 2010 года).

При поддержке компании Google в марте 2010 года был создан портал (<http://www.google.ru/mars500>).

При поддержке компании Google в марте 2010 года был создан видеопортал на Youtube (<http://www.youtube.com/mars500project>), где на текущий момент размещено 37 видеороликов, созданных в ИМБП, освещающих проект «Марс-500».

6. Частота цитирования на Google проекта «Марс-500» – более 180 000 000 ссылок.

Параллельно с официальным сайтом проекта «Марс-500», созданным ИМБП для информирования общественности, партнеры проекта (ESA, DLR, NSBRI, КЦПК) создали и поддерживают свои Интернет-ресурсы:

<http://www.mcc.rsa.ru/mars500.htm> – страница проекта на сайте ЦУП России;

<http://www.esa.int/SPECIALS/Mars500/> – официальный раздел проекта на сайте ЕКА (на английском языке);

<http://cmse.gov.cn/mars500/> – официальный раздел проекта на сайте КЦПК (на китайском языке);

<http://www.mars500.cz/> – сайт проекта на чешском языке;

<http://mars500.wordpress.com/> – блог проекта на французском языке.

Одним из важнейших результатов проекта «Марс-500» является привлечение внимания широкой мировой общественности, ученых, молодежи к различным аспектам пилотируемых межпланетных полетов и науке в целом.

ЭКСПЕРИМЕНТ «САЛАТНАЯ МАШИНА» В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Беркович Ю.А., Ерохин А.Н., Зяблова Н.В., Кривобок А.С., Кривобок Н.М., Смолянина С.О.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Эксперимент «Салатная машина» был направлен на исследование эксплуатационных характеристик витаминной оранжереи (ВО) в условиях замкнутого обитаемого объема. В конвейерной цилиндрической оранжерее «Фитоцикл-СД» с красно-синим светодиодным цилиндрическим светильником выращивали листовую капусту *Brassica chinensis L.*, сорт Веснянка. ВО была установлена в ЭУ-250, продезинфицирована и в сухом состоянии помещена в светонепроницаемый чехол. На 417-е сутки эксперимента «Марс-500» ВО была расконсервирована и запущена в работу, эксперимент продолжался 94 сут. Мощность электропотребления ВО составляла около 0,5 кВт при уровне плотности потока фотонов (230–250) мкМоль/(м²·с) на расстоянии 5 см от светодиодов, объем вегетационной камеры составлял 0,19 м³, освещаемая площадь посева – около 0,8 м². При работе ВО в штатном режиме трудозатраты двоих операторов составили 20–30 мин/чел во время каждой сессии работы с ВО или в среднем 8 мин/(чел·сут). Наиболее длительными были операции посева и замены отработанного почвозаменителя (ПЗ) в корневых модулях ВО. На 4-е и на 12-е сутки эксперимента имели место 2 нештатные ситуации, которые были быстро устранены операторами. Масса растений оказалась на порядок ниже по сравнению с лабораторным контролем, при этом наблюдали карликовость, деформацию и засыхание листовых пластинок и верхней части черешков. На листьях наблюдали некротические пятна неинфекционной природы, а также колонии сапрофитной микрофлоры. Поверхностное скопление микромицетов было отмечено в местах контакта влажных поверхностей с воздухом гермообъекта. Изоляция ПЗ от воздуха в отсеке уменьшала этот показатель на 4 порядка. Анализ посевных качеств семян, параметров корнеобитаемой среды и фитопатологического статуса растений не выявил негативных изменений, способных привести к угнетению роста растений. Причиной повреждения растений могло явиться наличие газообразных загрязнителей в оранжерейном отсеке, например, этилена, аммиака, окислов серы или азота, к которым листовые культуры обладают высокой чувствительностью. Эти данные указывают на целесообразность применения в корневых модулях космической ВО воздухо-непроницаемых чехлов для ПЗ, а также введения фильтра газовых загрязнителей во входную газовую магистраль ВО.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «КОСМОКАРД» ВО ВРЕМЯ НАЗЕМНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

Берсенева Е.Ю., Иванов Г.Г., Русанов В.Б.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Введение. В настоящее время для МКС готовится новый космический эксперимент «Космокард», в котором будут одновременно проводиться анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) и дисперсионное картирование электрокардиограммы (ДК ЭКГ). Это исследование планируется проводить в виде 24-часовой регистрации ЭКГ с непрерывным анализом данных. При ДК ЭКГ изучаются микроколебания электрического потенциала сердца, которые характеризуют изменения обменно-энергетических процессов в миокардиоцитах и зависят от ионной проницаемости клеточных мембран. Изменения вегетативного баланса активно влияют на обменно-энергетические процессы в миокарде. Поэтому их одновременное исследование может дать много новой информации о влиянии условий невесомости на сердечную деятельность.

Методика. Использовался аппаратно-программный комплекс «Космокард», в котором реализуются новейшие современные технологии регистрации и анализа электрокардиограммы, включая анализ ВСР в суточном цикле и дисперсионное картирование (ДК). При этом ЭКГ регистрировалась с высокой частотой дискретизации, анализировались микроколебания электрического потенциала сердца в диапазоне 5–15 микровольт на протяжении всего кардиоцикла (PQRST). Для изучения суточной динамики дисперсии микроколебаний ЭКГ использовались записи суточного Холтеровского мониторинга, из которых «нарезались» участки записи длительностью в 20–30 мин из каждого часа суточной записи и анализировались их средние значения за каждые 4 ч мониторинга. Эксперимент «Космокард» проводился у 6 членов «марсианского» экипажа каждые 35 дней.

Результаты. По данным ДК ЭКГ начиная со 2-го месяца изоляции отмечались устойчиво высокие средние значения индекса частотно-метаболической адаптации. В этот же период было отмечено повышение индекса $ЧСС_{\max} / ИММ_{\max}$ в ночной период суток. Выявлены индивидуальные особенности показателей ДК у членов экипажа.

Заключение. Результаты исследований в эксперименте «Марс-500» будут учитываться при проведении космического эксперимента «Космокард» на борту МКС.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Берснев Е.Ю., Русанов В.Б., Черникова А.Г.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Введение. В ходе эксперимента «Марс-500», проводившегося в ГНЦ РФ–ИМБП РАН, использовался ряд новых методических подходов к оценке функционального состояния человека, которые могли бы быть в будущем рекомендованы к применению в межпланетном полете. Одним из таких подходов является оценка риска развития патологических отклонений на основе анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). Этот подход был разработан в последнее время применительно к решению задач космической медицины [Баевский, Черникова, 2002, 2008; Черникова, 2010].

Методы и материалы. Исследования проводились в течение 520 сут в гермообъекте – макете межпланетного корабля. Использовался аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007». Вегетативная регуляция кровообращения изучалась с помощью метода анализа ВСР. Индивидуальная и групповая динамика функционального состояния оценивалась методом фазовой плоскости. На основе вероятностного подхода определялся риск развития патологии.

Результаты исследований. На 2-й месяц после начала эксперимента наблюдалось умеренное учащение пульса со снижением вариабельности. На 3-й месяц отмечалась активация парасимпатического звена регуляции как реакция на условия изоляции. В последующие месяцы наблюдалось умеренное напряжение регуляторных систем, связанное с адаптацией к новым условиям. Этому соответствовал рост активности надсегментарных отделов регуляторного механизма, участвующего в регуляции энергометаболических процессов (VLF). При этом активность центров регуляции сосудистого тонуса постепенно снижается, что, по-видимому, обусловлено снижением физической активности экипажа. Оценка функционального состояния организма методом фазовой плоскости показала, что в течение первого года пребывания «марсианского» экипажа в условиях изоляции его состояние не выходило за пределы зоны физиологической нормы. При вероятностной оценке динамики функционального состояния экипажа имелась слабая тенденция к росту вероятности донозологического состояния.

Заключение. Исследования, проведенные в условиях длительной изоляции при моделировании «марсианской экспедиции», показали, что в целом не наблюдается серьезных изменений функционального состояния и в большинстве случаев адаптационные реакции членов экипажа являются адекватными. Групповая оценка динамики функционального состояния показала, что оно в течение всего периода наблюдений находилось в зоне физиологической нормы.

ТИПЫ РЕАГИРОВАНИЯ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС И ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ СТИЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ВЫСАДКЕ НА МАРС

Боритко Я.С., Чекалина А.И., Гушин В.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Использование виртуальной реальности отлично зарекомендовало себя при наземной и полетной отработке профессиональной деятельности космонавтов. В ходе моделирования высадки на планету в рамках проекта «Марс-500» был проведен эксперимент VIRTU.

Целью исследований являлось изучение взаимосвязи типичных личностных поведенческих паттернов в стрессовых ситуациях (на основании цветового теста Люшера в интерпретации Л.Н.Собчик) и индивидуальных стилей профессиональной деятельности. Члены экипажа выполняли операции по виртуальному исследованию поверхности Марса с помощью марсоходов. При этом проводились оценка параметров профессиональной операторской деятельности, изучение психофизиологической цены обучения, биохимические и иммунологические исследования.

На основании данных теста Люшера в экипаже выделили 3 типичные поведенческие модели реагирования на стресс. *Первая* группа испытуемых характеризовалась стратегией «удержания своих позиций». Данные члены экипажа наиболее успешно выполняли поставленные задачи, причем настойчивость в достижении цели реализовалась в стремлении к аккуратному, без риска управлению. *Вторая* группа характеризовалась стратегией «избегания неудач». Эти члены экипажа стремились формально участвовать в выполнении операторских задач. Однако пессимизм, наблюдавшийся у этой группы при столкновении с поставленными сложными операторскими задачами, привел к исчезновению стремления совершенствовать свои навыки и, как результат, отсутствию успешного выполнения. *Третья* группа характеризовалась ярко выраженным стремлением к поисковой активности. В их деятельности наблюдалась высокая заинтересованность в новых задачах и совершенствовании своих навыков. Виртуальное моделирование профессиональной деятельности может использоваться для подготовки и прогнозирования психофизиологического статуса членов экипажа.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОСОЗНАВАЕМЫХ КОМПОНЕНТОВ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ МАРСИАНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «МАРС-500»

Бубеев Ю.А., Котровская Т.И., Иванов А.В., Квасовец С.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Вопросы психологического и психофизиологического обеспечения длительных полетов еще далеки от разрешения ввиду сложности самого предмета исследования и методических проблем, свойственных изучению психики в целом. Неудовлетворенность традиционными методами психодиагностики, потребность в учете неявных изменений психики, стимулировали развитие новых методических подходов. Один из таких подходов – метод «Нейросемантической психодиагностики» основан на анализе вызванной электрической активности при предъявлении эмоционально значимых и нейтральных вербальных стимулов ниже порога осознания с последующим выделением вызванного ответа на каждый стимул, обработкой методами кросскорреляционного и wavelet анализа, оценкой с помощью нейросетевых алгоритмов и результирующей оценкой всех стимулов. Метод базируется на многочисленных данных, свидетельствующих о связи локальной активности мозговых структур с различными аспектами эмоционального реагирования, при том, что регистрация вызванных потенциалов мозга позволяет анализировать «быстрые» механизмы эмоциональной оценки.

Метод «Нейросемантической психодиагностики» (АПК «Модуль ВП-диагностический» ООО «Инструментальные психологические системы») применялся у 6 участников эксперимента «Марс-500» для выявления информации, связанной с внутриличностными конфликтами, и информации о жизненных сферах, в которых имеется высокая эмоциональная напряженность, тревога.

Полученные результаты свидетельствуют, с одной стороны, о снижении по окончании эксперимента неосознаваемых реакций на информацию, связанную с опасностью и риском (стимулы «Авария» и «Страх»), что означает уменьшение значимости проблематики, связанной с этими стимулами. С другой стороны, на глубинных уровнях неосознаваемой обработки информации происходит увеличение тревоги в связи с сексуальной и социальной проблематикой (стимулы «Секс» и «Деньги»). Такая минимизация потребностно-мотивационной сферы связана, вероятнее всего, с тем, что повторное тестирование проводилось в самый «острый» период социальной адаптации после окончания эксперимента.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СИТУАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В «МАРС-500»

Бубеев Ю.А., Гуцин В.И., Малашенков Д.К., Поляков А.В., Тихонова Г.А., Черногоров Р.В., Черняков Е.Л.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Наличие задержки связи, как объективного фактора пилотируемого полета на Марс, требует учета его негативного влияния, в том числе применительно к телемедицинским технологиям. Предполагает-

ся, что наиболее значимой телемедицинской технологией в условиях задержки связи будет проведение отсроченных телемедицинских консультаций. Наличие отсроченного доступа к информации предъявляет особые требования как к организации телемедицинских конференций, так и к социально-психологическим аспектам общения коммуникантов: консультирующей медицинской бригады и врача экипажа.

В эксперименте «Марс-500» моделировалась задержка связи до 24 мин, а также проигрывалась ситуация взаимодействия в контуре ЦУП – врач экипажа орбитального комплекса (ВЭ) – врач спускаемого аппарата (ВСА). Целью моделирования телемедицинской информации была отработка режима связи врачей в контуре с акцентом на необходимость принятия в максимально короткие сроки эффективного решения в условиях развития угрожающего жизни состояния у одного из членов экипажа. Моделирование производилось в период «высадки» на планету, когда задержка связи между ЦУПом и экипажами достигала 20 мин. Предварительно с помощью технологий виртуальной реальности на компьютере воспроизводилась ситуация получения травмы руки во время выхода на поверхность планеты. После этого ВСА должен был с помощью телемедицинских средств собрать всю необходимую информацию у пострадавшего и передать ее ВЭ и дежурному врачу ЦУПа. Регистрировалось время проведения диагностических мероприятий, время принятия согласованного решения и время проведения необходимых медицинских мероприятий. Кроме того, проводился анализ содержания радиопереговоров с целью оценки эффективности взаимодействия врачей.

Проведенное исследование показало эффективность использования телемедицинских технологий при взаимодействии врачей в удаленных гермозамкнутых объектах и внешних врачей-консультантов, однако выявило необходимость включения поправок в установленный регламент принятия решений, обусловленных наличием задержки связи. Кроме того, показана необходимость проведения предварительных совместных тренировок принятия решений с целью отработки рабочего взаимодействия и минимизации проблем общения.

ОПЫТ «МАРС-500» И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ

Бубеев Ю.А., Гуцин В.И., Малашенков Д.К., Черняков Е.Л.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Применение технологий виртуальной реальности (VR) в проекте «Марс-500» (эксперимент ВИРТУ) позволило успешно решить важные задачи по:

1. Обеспечению психологического погружения членов экипажа в реалии другой планеты и хорошо проработанную деятельность на ней (состав задач основывался на методических рекомендациях специалистов РКК «Энергия» и РАК им. Циолковского).
2. Получению ценной информации об особенностях выработки навыков сложной профессиональной деятельности в условиях длительного пребывания в гермообъеме.
3. Выполнение виртуальных задач по высадке предшествовало операциям по выходу и работе с робототехникой, что вырабатывало у обследуемых понимание задач и нужные навыки и повышало готовность к выполнению ключевых задач экспедиции.

Логика дальнейшего развития исследований в этом направлении требует оснащения НЭК ИМБП аппаратно-программными средствами для решения задач отображения внешней информации об окружающем пространстве на этапах траекторного полета, посадки и взлета, а также задачи расширения перечня операций на поверхности другой планеты, воспроизводимых с использованием средств VR.

Для отработки ручного и автоматического режима взлета и посадки потребуются трехступенчатая динамическая платформа, имитирующая спускаемый трехместный аппарат с учетом динамики его движения по заданной траектории спуска/подъема.

Для обеспечения максимальной степени иммерсии при «работе» на поверхности другой планеты предполагается дооснастить НЭК средствами визуализации внешней обстановки в модуле имитации марсианской поверхности путем установки экранов прямой проекции по обеим сторонам модуля (20 x 2.5 м), необходимого количества короткофокусных проекторов и генераторов изображения, а также использовать сферу VR, обеспечивающую свободу перемещения космонавта по поверхности другой планеты и скоординированно работающей со всеми другими техническими средствами.

Также представляется целесообразным усовершенствование виртуальной модели ровера для отработки навыков управления в простых и сложных метеоусловиях (ограничения по видимости, имитация метеоритных дождей, пыльные бури), с учетом физико-механических характеристик и рельефа грунта в районе посадки.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДЕЛИРУЕМЫХ ФАКТОРОВ 520-СУТОЧНОЙ ПИЛОТИРУЕМОЙ МАРСИАНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Буйлов С.П., Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Морева Т.И., Филатова Л.М.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Цель исследования – изучение влияния моделируемых факторов 520-суточной пилотируемой марсианской экспедиции на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) испытуемых, а также оценка диагностической значимости определения эндотелийзависимой вазодилатации (ЭЗВД) правой плечевой артерии (ППА).

Материал и методы исследования. В эксперименте с 520-суточной изоляцией принимали участие 6 мужчин-добровольцев в возрасте от 28 до 39 лет. Исследование ССС испытуемых проводилось в фоновый период и на 1–2-е сутки периода восстановления (ПВ) с использованием следующих методик: ЭКГ в 12 стандартных отведениях, Холтеровского мониторирования (ХМ) ЭКГ и артериального давления (АД). Изучение центральной гемодинамики, состояния сосудистой стенки и сосудодвигательной функции эндотелия проводилось методом определения толщины комплекса интима-медиа ППА на ультразвуковом сканере Aloka SSD 1400 (Япония) по методике D.S.Celermajer (1992) в модификации О.В.Ивановой (1997). Статистический анализ полученных данных проводили с использованием пакета STATISTICA. Статистически достоверными считались различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. По результатам ХМ ЭКГ в ПВ учащения эпизодов нарушения сердечного ритма и проводимости у испытуемых не отмечено за исключением выраженной синусовой брадикардии у одного испытуемого и признаков синдрома ранней реполяризации желудочков у 2 испытуемых. Анализ вариабельности АД по величинам САД, ДАД и средних показателей АД (срАД) показал увеличение значения САД и срАД в отношении 4 испытуемых до эксперимента и 3 испытуемых после. У 2 из них в ПВ были выявлены изменения геометрии левого желудочка (ЛЖ) сердца и достоверное ($p < 0,05$) снижение ЭЗВД ППА. Таким образом, изменения функции эндотелия и геометрии ЛЖ, выявленные у 2 испытуемых с пограничной артериальной гипертензией (ПАГ), могут свидетельствовать о начальном периоде поражения органов-мишеней с рекомендацией профилактики ПАГ, а использование методики определения ЭЗВД ППА расширяет наши диагностические возможности и позволяет изучать изменения регуляции ССС при адаптации к космическому полету.

ОЦЕНКА IN VITRO БИОСОВМЕСТИМОСТИ НАНОЧАСТИЦ, ОБЛАДАЮЩИХ АНТИМИКРОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Буравкова Л.Б.¹, Андреева Е.Р.¹, Рудимов Е.Г.¹, Беклемышев В.И.², Махонин И.И.², Мауджери У.О.Д.³

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²ЗАО «Институт прикладной нанотехнологии», Москва, Зеленоград

³Фонд Сальваторе Мауджери, Италия

Наночастицы широко применяются для модификации материалов с целью улучшения их качеств. Так, для придания антимикробных свойств тканям (нательное и постельное белье), в экспериментах по проекту «Марс-500» была использована обработка наночастицами (НЧ) природных глин (монтмориллонитов), интеркалированными ионами серебра. Однако НЧ могут представлять потенциальную опасность для организма человека, воздействуя непосредственно на клетки и внутриклеточные структуры, в связи с чем представляется необходимым проведение предварительной оценки их биосовместимости. Использование для решения этой задачи культивируемых клеток дает возможность разработать экспресс-методы оценки, идеальные с точки зрения биомедицинской этики.

В данной работе на культивируемых мононуклеарах (МНК) периферической крови человека была проведена оценка биосовместимости НЧ, интеркалированных ионами Ag^+ (НЧ- Ag^+ (20–200 нм)) в концентрациях 1–100 мкг/мл. После 24-часовой инкубации клеток с НЧ цитофлуориметрически (Epics XL (Beckman Coulter)) определяли накопление НЧ в клетках по изменению бокового светорассеяния, цитотоксический эффект по уменьшению доли живых клеток; соотношение некротического/апоптотического путей гибели лимфоцитов (окрашивание аннексин V-FITC-йодид пропидия); состояние внутриклеточных органелл с использованием мито- и лизотрекеров, продукцию АФК. Клетки, инкубированные в тех же условиях без НЧ, были использованы в качестве контроля.

После инкубации МНК с НЧ в максимальной концентрации было обнаружено увеличение доли клеток с измененным светорассеянием и погибших клеток (около 15 %), происходила дополнительная

индукция апоптоза и нарушение функций внутриклеточных органелл: снижение трансмембранного потенциала митохондрий, продукции АФК и активности лизосом. Было обнаружено уменьшение выраженности повреждающих эффектов при снижении концентрации НЧ вплоть до восстановления исходного уровня при 1 мкг/мл. Проведенное исследование показало, что НЧ-Ag⁺ проявляют цитотоксичность в концентрации 100 мкг/мл, которая ослабляется при снижении концентрации НЧ. Эти результаты могут быть использованы при расчете необходимого и достаточного количества НЧ, наносимых на различные материалы для улучшения их антибактериальных свойств.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №11-02-12210-офи-м.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГРУППОВЫХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ НАЗЕМНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПИЛОТИРУЕМОГО ПОЛЕТА К МАРСУ

Виноходова А.Г., Хананашвили М.М., Гуцин В.И., Еськов К.Н.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Длительное автономное пребывание группы в экстремальных условиях деятельности, примером которой является межпланетный космический полет, может приводить к изменениям иерархической структуры экипажа, а также снижению работоспособности и нарушениям психофизиологического состояния ее членов. Указанные сдвиги, особенно у членов группы – инструментальных лидеров, способны оказать негативное влияние на групповую эффективность и выполнение программы полета.

Изучены паттерны психофизиологического реагирования на модельную стрессорную нагрузку (тест «Зеркальный координограф») у 6 обследуемых – членов экипажа «Марс-500» в зависимости от тактики поведения в ходе решения совместных задач (по типу «лидер – ведомый») на устройстве «Гомеостат» и устойчивости к стрессу, определяемой как способность к произвольной саморегуляции в тесте «Релаксометр».

Показано, что обследуемые с ярко выраженной лидерской тактикой характеризовались высокими показателями выполнения сложного операторского теста, сопровождавшимися, однако, выраженным эмоциональным напряжением (значительным снижением электрокожного сопротивления и повышением вариабельности сердечного ритма). Обследуемые со средними показателями лидерской активности продемонстрировали успешное выполнение теста при незначительной физиологической цене (стабильные показатели пульса и электрокожного сопротивления). Эти же обследуемые показали наилучшие способности к произвольной саморегуляции своего состояния, а также были наиболее популярными членами группы по результатам социометрического теста.

Выявленные особенности психофизиологического реагирования инструментальных и социометрических лидеров могут оказывать влияние на состояние здоровья членов экипажа и эффективность совместной деятельности в условиях длительной изоляции.

Исследование поддержано грантом РФФИ (проект № 10-06-00566а).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Ардашев В.Н.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Оценка состояния сердечно-сосудистой системы испытуемых в ходе реализации научно-практических программ проекта «МАРС-500» являлась неотъемлемой составной частью системы медицинского контроля.

Комплекс задач включал анализ исходных данных испытуемых на этапе предварительного отбора, программу кардиологического контроля в условиях амбулаторного и стационарного мониторинга в период подготовки к экспериментам, динамическое клинико-функциональное наблюдение в течение экспериментов со 105- и 520-суточной изоляцией.

Использован пул клинико-функциональных тестов, характеризующих систему вегетативной регуляции сердечной деятельности, отражающую как степень напряжения и адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы, так и организма в целом. Функциональное состояние сердечной деятельности оценивалось с использованием нагрузочных тестов, биохимических маркеров, показателей гормональной активности симпатико-адреналовой и кортикоидной систем и их метаболитов. Исследованы временные и частотные показатели кардиоритмограмм, включая индексы Баевского, результаты суточного мониторинга артериального давления и ЭКГ, использована система технологии «Кардиовизор».

Сопоставление результатов исследований между собой, а также надежная регистрация электрических микроальтераций с формированием дисперсионного портрета сердца являлись ключевыми в оценке предикторных изменений в состоянии сердечно-сосудистого аппарата, позволили разработать и апробировать алгоритм кардиологического мониторинга в экспериментах с длительной изоляцией.

Реализация мер кардиологического мониторинга позволила обеспечить динамический контроль состояния здоровья испытуемых в течение всех экспериментов, индивидуализировать управление системой физических нагрузок, обеспечить развитие перспективного научно-практического направления в области медицинского обеспечения не только длительных модельных экспериментов, но и межпланетных полетов.

ОСОБЕННОСТИ МЕДИЦИНСКОГО ОТБОРА КАК ФАКТОР НАДЕЖНОСТИ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Кузьмин М.П., Филатова Л.М., Буйлов С.П., Смирнов О.А., Морева Т.И., Гончарова А.Г.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В основу медицинских «Требований по отбору кандидатов в испытуемые для участия в эксперименте «Марс-500», определяющих степень годности потенциальных участников проекта, были положены принципы медицинского освидетельствования и контроля за состоянием здоровья кандидатов в космонавты и космонавтов. Использован многолетний опыт сотрудников Института при проведении экспериментов с участием человека. Учтен медицинский и научно-практический материал, полученный в ходе выполнения предшествующих этапов с 14-суточной и 105-суточной изоляцией. Медицинский отбор кандидатов для участия в проекте «Марс-500» был проведен на основании предварительного и окончательного этапов, включающих медицинский анализ анкетных данных более чем 200 кандидатов из стран Европы, СНГ, России, Китая и США.

Особенностями предварительного этапа являлись ранняя диагностика отдельных патологических состояний, а также отработка рекомендаций для формирования дальнейшей научно-практической программы проекта «Марс-500». Решение врачебно-экспертной комиссии о продолжении участия кандидата в стационарном обследовании принималось по результатам лабораторно-клинического, физиологического и психологического тестирования специалистами ИМБП. Внедрение современных медицинских технологий на стационарном этапе обследования обеспечивало выявление редких, донозологических, коморбидных форм и функциональных нарушений различных систем организма обследованных лиц.

Таким образом, использование многоступенчатой и последовательной тактики отбора участников эксперимента, тщательность в изучении научных и практических результатов исследований обеспечили не только выполнение программы эксперимента, но и позволили сохранить здоровье его участников.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО КОНТРОЛЯ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Воронков Ю.И., Тихонова Г.А.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Опыт длительных космических полетов и предшествующих экспериментов, проводившихся на базе ГНЦ РФ–ИМБП РАН, является фундаментальной научно-методической базой для дальнейшего совершенствования системы медицинских знаний и эффективного медицинского обеспечения.

Развитие системы медицинского обеспечения экспериментов, сопровождающихся длительной изоляцией, неразрывно связано с соблюдением принципов медицинского контроля:

- конфиденциальность медицинской и научной информации, имеющей прикладное медицинское значение;
- преэминентность в оценке научной и практической информации, полученной в ходе подготовки и в течение экспериментов;
- соблюдение интересов научных программ и их интеграция в систему медицинского отбора и мониторинга;
- динамический контроль за состоянием здоровья испытуемых, выбор оптимальных сроков ключевых медицинских диагностических процедур и этапов экспертных заключений;

- разработка и внедрение алгоритмов диагностического поиска с учетом основных факторов экспериментов и их длительности;
- использование патогенетического принципа при прогнозировании, развитии и выборе тактики устранения патологических состояний и функциональных расстройств;
- перманентный медицинский мониторинг операций медицинского контроля и его коррекция с учетом особенностей состояния здоровья отдельных участников экспериментов;
- индивидуальный подход в разработке профилактических программ;
- соблюдение прав участников экспериментов на получение информации о состоянии своего здоровья и расширение индивидуальных медицинских диагностических исследований по требованию испытуемого.

Принципиальный подход к выполнению функций медицинского контроля обеспечивает надежный мониторинг и является эффективным гарантом сохранения здоровья участников экспериментов.

МЕДИЦИНСКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ИСПЫТАТЕЛЕЙ-ДОБРОВОЛЬЦЕВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Кузьмин М.П., Филатова Л.М., Смирнов О.А., Мацнев Э.И., Доброквашина Е.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Врачебная экспертиза является ключевым звеном системы медицинского обеспечения на всех этапах выполнения экспериментов с длительной изоляцией.

Материалом для экспертной оценки служили общие и медицинские данные предварительного отбора кандидатов в 105- и 520-суточные эксперименты, а также результаты динамического медицинского контроля и текущих научных экспериментов, имеющие превентивное значение для прогнозирования нарушений в системах организма человека.

Кратность проведения заседаний ВЭК определялась программой проведения экспериментов.

В процессе предварительной подготовки и анализа результатов использовались материалы заседаний отдельных секций врачебно-экспертной комиссии (ВЭК) и видеоконференций с членами экипажа, а также результаты их собственных наблюдений и исследований.

Эффективности медицинского контроля в большой степени способствовало развитие системы специализированной телемедицины и более активное привлечение специалистов узкого профиля, что гарантировало соблюдение принципов ранней диагностики и профилактической поддержки.

Комплексный научно-практический подход к оценке состояния здоровья испытуемых-добровольцев, коллегиальность в принятии решений позволили добиться универсальности в формировании заключения о состоянии всех систем организма в целом.

Сохранение здоровья испытуемых после окончания экспериментов, их высокая работоспособность и физическая активность являются подтверждением высокой эффективности и надежности тактики экспертной оценки, принятой в ГНЦ РФ–ИМБП РАН.

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ – БАЗ ДАННЫХ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ МЕДИЦИНСКОГО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ ЛИЦ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ

Гончарова А.Г., Воронков Ю.И., Брагин Л.Х., Тихонова Г.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Создание медицинских баз данных – перспективное направление для решения медико-организационных вопросов, в том числе управления качеством медицинского освидетельствования лиц экстремальных профессий (например, испытуемых-добровольцев, участвующих в модельных исследованиях, космонавтов и др.) Концепция использования единой базы медицинских данных спецконтингента предусматривает повышение эффективности мониторинга состояния здоровья посредством унификации методов сбора, систематизации, хранения, анализа информации, в том числе о влиянии вредных производственных факторов. Отмечено многообразие функций, а также уникальная отраслевая специфика организаций, ведомств и предприятий, связанных с проблемами проведения работ в экстремальных условиях, которые делают принципиально невозможным охват в рамках одного готового программного продукта всех основных задач. Ориентация на создание открытых систем, разработка типовых стандартных решений являются важнейшими принципами построения информационных систем, позволяющими обеспечить независимость от поставщика программно-технологических комплексов.

сов. Все это служит весомым обоснованием объектно-ориентированного, компонентного подхода с использованием стандартных интерфейсов взаимодействия/интеграции объектов/компонентов для модернизации ИАС – баз данных лиц экстремальных профессий.

СЕКРЕТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛУДКА В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРЕБЫВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ

Гончарова Н.П.¹, Афонин Б.В.¹, Седова Е.А.¹, Коргун С.В.¹, Simoni P.², Mirasoli M.³, Aldo R.³

¹ ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Bologna (Italy), Department of Clinical Medicine, University of Bologna

³Bologna (Italy), Department of Pharmaceutical Sciences, University of Bologna

Проведено исследование секреторной активности желудка в условиях, моделирующих пребывание человека на межпланетном космическом корабле. Протеолитическая активность желудка оценивалась по результатам определения пепсиногена в крови, кислотопродуцирующая активность – по результатам титрования с бикарбонатом натрия. Гидролитическая активность желудка также оценивалась по результатам ¹³С-октаноатного дыхательного теста (¹³С-ОДТ) с тест-завтраком Expiroger фирмы Sofar (Италия). Исследование кожной электрической активности желудка проводили портативным гастроэнтерографом «Спланхограф» (РФ) с обработкой полученных результатов программой Гастрография ГЕМ 4.07 и базой данных БД839 «Исток-система» (РФ).

В условиях, моделирующих пребывание на межпланетном корабле, отмечались более высокие значения пепсиногена с пиками максимальной активности на 280-, 510-е сутки эксперимента и 7-е сутки периода последствий. Повышение пептидазной активности желудка наблюдалось при использовании рационов питания № 2 и № 3. При проведении исследований на 240-е и 460-е сутки пребывания в гермообъекте, в сроки, близкие к пикам максимальной активности пепсиногена, отмечалось ускорение эвакуации твердой пищи. На 120-е и 200-е сутки эксперимента в период употребления рациона № 1 в целом по группе наблюдалось небольшое снижение секреции соляной кислоты в желудке натощак. В эти периоды отмечались более высокие показатели электрической активности и увеличение коэффициента ритмичности, указывающее на активацию эвакуаторной функции желудка натощак и после приема пищи. Возвращение к исходному уровню кислотопродукции произошло на 450-е сутки, т.е. в период употребления рациона № 3. При этом отмечалось возвращение к исходному уровню показателей электрической активности желудка и снижение коэффициента ритмичности, характерное для замедления его эвакуаторной способности.

ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ

Григорьев А.И., Потапов А.Н.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Для пилотируемых экспедиций на Луну, Марс и другие небесные тела Солнечной системы необходима разработка медико-биологического обеспечения, учитывающего особенности межпланетных экспедиций. При их подготовке в качестве основы могут быть использованы результаты медико-биологических исследований, проведенных на ОС «Мир», МКС и в экспериментах на Земле. К ним относятся новые методы отбора и подготовки экипажей к длительным полетам, методы мониторинга здоровья космонавтов, средства профилактики, психологической поддержки и послеполетной реабилитации. В то же время имеется ряд новых задач, которые пока не были решены или не решались в околоземных орбитальных полетах. В частности, остаются нерешенными проблема профилактики в условиях невесомости неблагоприятных изменений костной ткани, вопросы надежной радиационной защиты от воздействия спектра космических лучей, особенно ГКЛ (методы физической и фармакологической защиты). Начаты исследования влияния гипомагнитной среды на жизнедеятельность организма, в которых получены интересные экспериментальные данные. Представляется целесообразным продолжить разработку ряда передовых технологий медико-биологического обеспечения межпланетных экспедиций – методов автоматизированной оценки физической тренированности и объективной оценки психического состояния операторов в сочетании с их физическим состоянием. Предстоит решить большой комплекс задач для создания комбинированных систем жизнеобеспечения, которые должны отвечать требованиям автономности, высокого уровня замкнутости, экологической безопасности среды обитания, включая решение задачи трансформации отходов различного происхождения

и внимание к гигиеническим проблемам в межпланетном полете). Необходима дальнейшая разработка вопросов медико-биологического обеспечения для всех этапов космических экспедиций, включая этап пребывания на небесных телах. Отдельной важной задачей является создание концепции бортового медицинского центра и его информационного обеспечения, включая телемедицинские технологии. Отмеченные исследования и разработки потребуют использования новейших достижений в области молекулярной биологии, биотехнологии, протеомики и нанотехнологии. Сохраняется актуальность медико-биологических исследований на биоспутниках. Важным шагом в решении актуальных проблем по разработке и совершенствованию системы медико-биологического обеспечения полетов в дальний космос стал проведенный в ИМБП эксперимент «Марс-500». В эксперименте было изучено взаимодействие в контуре «человек–среда» и получены данные о состоянии здоровья и работоспособности людей в условиях искусственной среды обитания в герметически замкнутом ограниченном объеме. Смоделированы такие факторы межпланетного полета как сверхдлительность, автономность, деятельность на поверхности Марса. Испытаны средства профилактики, отработаны телемедицинские технологии, апробированы автономные средства психологической поддержки, а также ряд технологий, систем и средств жизнеобеспечения. Получены новые данные для изучения механизмов адаптации организма в ходе проведения длительного модельного эксперимента.

БЕЛКОВЫЙ СПЕКТР СЛЮНЫ КАК ИНДИКАТОР ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГРУППЫ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА «МАРС 500»)

Григорьев И.В.¹, Лапковский В.В.², Ничипорук И.А.³, Васильева Г.Ю.³

¹ Витебск, Беларусь, Витебский государственный медицинский университет

² Москва, Московский государственный педагогический университет

³ ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Анализ белкового состава слюны участников проекта «Марс-500» выявил объективные данные для подтверждения основных психологических особенностей в группах добровольцев, имитирующих полет на Марс. Так, у группы добровольцев первого этапа проекта, длившегося 105 дней, данным методом отчетливо обнаруживался эпизод развития психоэмоционального стресса. Основным признаком появления состояния стресса у членов коллектива являлось снижение содержания белка во фракции с молекулярной массой в области 55 кДа. Была обнаружена высокая корреляция уровня белковой фракции с молекулярной массой вблизи 55 кДа с аффективной ригидностью (-0,751) и конформностью (-0,703), а также белковой фракции с молекулярной массой вблизи 66 кДа с интеллектуальным развитием (-0,849) и аутичностью (-0,663). На втором этапе проекта длительностью 520 дней с помощью биохимического анализа слюны были получены объективные признаки, свидетельствующие о высокой работоспособности и психологической гармонии в группе испытуемых. На взгляд авторов, представляется целесообразным использование данного метода не только для мониторинга психологического микроклимата коллектива, но и на стадии отбора кандидатов для экспериментов, аналогичных проекту «Марс-500», с целью выявления потенциально наиболее устойчивых к стрессу участников.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ И ПОКАЗАТЕЛИ КАПИЛЛЯРНОГО КРОВОТОКА УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

Гурфинкель Ю.И.¹, Суворов А.В.²

¹ Москва, Научный клинический центр ОАО РЖД/ Институт космических исследований РАН

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Материал и методы. С помощью цифрового оптического капилляроскопа (Россия) два участника эксперимента, врачи по специальности, периодически записывали показатели микроциркуляции у себя и у остальных четырех членов «марсианской» команды. Никто из участников эксперимента не знал о реальных геомагнитных условиях. Исследование проводилось сидя через 15–20 мин после акклиматизации к комнатной температуре (21–23°C). Все участники были проинструктированы о необходимости в течение двух часов до исследования воздержаться от кофе и напитков, содержащих кофеин. СКК определялась с использованием специального программного обеспечения и контролировалась ручным методом обработки изображения. Полученные результаты сравнивались с ежедневным А-индексом геомагнитной активности по данным ИЗМИРАНа (г. Троицк, Московской обл.) <http://forecast.izmiran.rssi.ru/>.

Результаты. Проанализировано 58 успешных записей капиллярного кровотока. Установлено, что в дни с повышенной геомагнитной активностью СКК была самой низкой: 389 ± 167 мкм/с, что оказалось статистически значимо ($p < 0,05$) при сравнении с СКК в период спокойной геомагнитной обстановки. Отмечено также статистически значимое снижение СКК до 435 ± 223 мкм/с ($p < 0.02$) в период очень спокойной геомагнитной обстановки ($A_{msk}=1-4$), тогда как при обычной спокойной обстановке ($A_{msk} = 5-7$) СКК составила 643 ± 178 мкм/с. Это вероятно обусловлено ростом интенсивности галактических космических лучей в период снижения скорости солнечного ветра.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ИСПЫТАТЕЛЕЙ-ДОБРОВОЛЬЦЕВ В ПРОЕКТЕ «МАРС-500»

Дегтеренкова Н.В., Степанова Г.П., Доброквашина Е.И., Тихонова Г.А., Воронков Ю.И.

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Цель исследования – оценить прогностическую значимость вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы при функциональном тестировании участников исследований с длительной изоляцией.

Материал и методы. Проанализированы основные показатели гемодинамики, в том числе при постуральной пассивной ортостатической пробе на этапе медицинского отбора у 37 испытуемых-добровольцев в возрасте от 21 до 43 лет. Оценивались показатели артериального давления, частота сердечных сокращений, данные ЭКГ, реоэнцефалографии, вариабельности сердечного ритма (SDNN, r-NN50, r-MSSD, SDANN, S2/Hz, HF, LF, VLF и LF/HF).

Результаты. При сравнительной оценке результатов исследований у 19 % испытуемых-добровольцев на этапе отбора диагностированы различные нарушения регуляции вегетативного тонуса, оценены адаптационные возможности к стрессорным воздействиям модельных исследований и дозированной физической нагрузке.

Вариабельность сердечного ритма является достоверным прогностическим фактором в отношении адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы и может служить критерием отбора в совокупности с вышеуказанными параметрами.

Полученные результаты были использованы при подготовке программ «МАРС-500» и представляют научный и практический интерес в развитии методологии отбора участников длительных космических полетов и модельных исследований.

НЕЗАВИСИМЫЕ РИТМЫ РЕАКТИВНОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Демин А.В.¹, Суворов А.В.¹, Ковачевич И.В.¹, Иванов А.И.²

¹ ГНЦ РФ-ИМБП РАН

² Санкт-Петербург, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Длительное пребывание людей в гермообъеме сопряжено с воздействием на организм целого ряда факторов, обусловленных экзогенными и эндогенными причинами, которые могут повлиять на вегетативную нервную систему (ВНС). Целью данной работы явился поиск периодических процессов, происходящих при работе ВНС, с попыткой установить особенности влияния и взаимовлияния таких процессов у разных людей во время длительного совместного пребывания в замкнутом объеме. Для достижения этой цели был выполнен поиск математических моделей, аналитически описывающих периодические процессы тонуса вегетативной нервной системы испытуемых, участников экспериментов по программе «Марс-500».

Прикладная часть работы выполнена с использованием вегетативного индекса Кердо, рассчитанного после регулярного измерения частоты сердечных сокращений и артериального давления у 6 испытуемых в течение 105 сут, а также у других 6 испытуемых-добровольцев в течение 520 сут. В результате применения комплексного Z-преобразования Фурье и теорем Н.В.Смирнова (1939) были обнаружены периодические составляющие изменения тонуса ВНС. Последующее математическое моделирование позволило установить аналитические выражения, адекватно описывающие индивидуальные ритмы изменения тонуса ВНС испытуемых, а также количественные характеристики таких ритмов.

В результате анализа полученных данных удалось доказать независимость функционирования вегетативной нервной системы испытуемых, несмотря на их длительное и непрерывное нахождение в условиях одного и того же замкнутого объема.

СОДЕРЖАНИЕ ОКСИДА УГЛЕРОДА В ОТСЕКЕ ГЕРМООБЪЕКТА ВО ВРЕМЯ СНА

Демин А.В.¹, Иванов А.И.², Шулагин Ю.А.¹

¹ ГНЦ РФ–ИМБП РАН

² Санкт-Петербург, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Цель работы – построение математических моделей, адекватно описывающих изменение содержания оксида углерода (СО) в атмосфере спального отсека гермообъекта Медико-технического экспериментального комплекса (МТЭК) ГНЦ – ИМБП РАН.

Задача работы – найти аналитические выражения, в том числе дифференциальные уравнения, описывающие результаты измерений содержания СО в процессе сна испытуемых.

С помощью экспериментального образца лазерного анализатора СО осуществлен мониторинг концентрации СО (в том числе эндогенного), в течение 8 ч (с 24 ч ночи до 8 ч утра): 1) усредненной по всем каютам отсека ЭУ-150 МТЭК на 60-е и 91-е сутки герметизации – испытания выполнены в процессе сна 5 и одновременного бодрствования одного из испытуемых в ходе эксперимента Марс-105; 2) из каюты бодрствующего дежурного на 51-е сутки изоляции.

Найдены математическая модель изменения концентрации СО в период сна испытуемых и численные оценки содержания СО в атмосфере спального отсека и каюты дежурного. Найдены два аналитических выражения, приблизительно с одинаковой точностью описывающих процесс изменения концентрации СО в отсеке гермообъекта в процессе сна испытуемых. Одно из найденных выражений является решением известного дифференциального уравнения, описывающего колебательные процессы. Доказано, что в процессе сна содержание СО в отсеке гермообъекта падает и становится асимптотически устойчивым, и содержание СО в установившемся стационарном режиме значительно меньше допустимой величины СО. Изменение содержания СО в отсеке описывается линейным однородным дифференциальным уравнением второго порядка. Установлено, что на 91-е сутки изоляции содержание СО было значительно ниже, чем в исследованиях на 51-е и 60-е сутки изоляции. Установлено, что в каюте бодрствующего ночного дежурного содержание СО не уменьшается. Предложена физиологическая интерпретация полученных результатов.

Результаты работы могут быть применены при эксплуатации обитаемых гермообъектов, в частности, для гермообъектов, предназначенных для выполнения длительных космических перелетов.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ПРОГРАММЕ «МАРС-500»

Демин Е.П.¹, Морук Б.В.¹, Кулапин Я.В.¹, Дмитриев Д.А.²

¹ ГНЦ РФ–ИМБП РАН

² Тула, ЗАО «МИУС»

Информационная система, используемая в эксперименте, служила для осуществления коммуникации с экипажем, хранения данных по экспериментам, ведения оперативного складского учета, осуществления личной и служебной переписки, загрузки видео и информационных материалов.

Средства связи между экипажем и наземным пунктом управления экспериментом составляли: телефонная связь, сеансовая связь, обмен видеосообщениями и радиограммами, личная переписка.

Ограничение в оперативном получении информации с Земли.

Была реализована задержка прохождения сигнала путем задержки доставки видеосообщений и сообщений электронной почты.

Также существовало ограничение объемов коммуникации — экипаж мог передавать сообщения ограниченного объема, только в течение сеансов связи, два раза в сутки.

Итоговые объемы переданной информации по окончании эксперимента: статистика передачи личной переписки по каждому из шести испытуемых, объем переданных радиограмм, видеосообщений, научных данных, новостей и другого медиа контента.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА НАДЕЖНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА, СОХРАННОСТЬ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ (МЕТОДИКА «ПИЛОТ»)

Дудукин А.В., Сальницкий В.П.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Одной из приоритетных проблем обеспечения безопасности длительных космических полетов (ДКП) является сохранение надежности профессиональной деятельности космонавта. Ее снижение в

ДКП связано с неизбежной деградацией профессиональных навыков при длительных перерывах в тренировках. Установлено, что после 25–30-дневного перерыва наблюдается снижение точности регулирования операторами параметров управления динамическим объектом. Причем, чем более длительным был перерыв, тем большее количество тренировочных занятий необходимо провести для восстановления профессиональных навыков. Кроме того, как показали наши наблюдения, операторы, у которых изначально не были сформированы прочные профессиональные навыки, так и не смогли в условиях длительной изоляции путем периодических тренировок довести их до требуемого уровня.

Все приведенные данные получены при проведении наземных исследований со сверхдлительной (520 сут) изоляцией экипажа в замкнутом гермообъеме (НЭК, ИМБП), а также в ходе мониторинга 12 российских членов экипажей на международной космической станции (МКС), выполнявших идентичный эксперимент. Изучение процессов сохранности и восстановления профессиональных навыков проводилось по результатам выполнения операторами имитационной задачи ручного управления причаливанием и стыковкой ТПК «Союз» к МКС с использованием штатного образца бортового тренажера.

Показано, что операторы экспериментальной группы «Марс-500» с различной степенью успешно выполняли поставленную задачу на протяжении эксперимента. При этом у двоих операторов динамика основных показателей качества управления имела положительный характер с высокими абсолютными значениями этих показателей, а у третьего отмечалось некоторое снижение показателей качества в процессе проведения эксперимента.

Проводилось сопоставление этих данных с результатами, полученными при реализации в тот же период космического эксперимента (КЭ) «ПИЛОТ» на борту МКС.

Отмечается, что показатели, характеризующих точность выполнения режимов ручного управления группой операторов в эксперименте «Марс-500», значимо не отличаются от аналогичных, показанных группой российских космонавтов при выполнении ими на борту МКС КЭ «ПИЛОТ».

ДИНАМИКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТРАХЕАЛЬНЫХ ШУМОВ ФОРСИРОВАННОГО ВЫДОХА У ЭКИПАЖА «МАРС-500»

Дьяченко А.И.^{1,2}, Коренбаум В.И.³, Михайловская А.Н.¹, Осипова А.А.¹, Суворов А.В.¹, Шин С.В.³

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Москва, Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН

³Владивосток, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И.Ильичева ДВО РАН

В ходе длительных космических полетов наблюдаются достоверные изменения механики дыхания, в том числе объемно-скоростных показателей форсированных дыхательных маневров. Акустический метод анализа шумов форсированного выдоха (ФВ) благодаря простоте и неинвазивности может с успехом использоваться для оценки вентиляционной функции легких в космосе. Установлено, что увеличение продолжительности трахеальных шумов ФВ связано с увеличением бронхиального сопротивления и механической неоднородности легких. Однако применение акустического метода для медицинского контроля требует разработки специальных нормативов, учитывающих вариабельность акустических параметров. Целью данного эксперимента было изучение индивидуальной вариабельности и динамики акустических параметров ФВ в условиях длительного пребывания в замкнутом объеме с постоянным составом газовой среды.

Метод состоит в регистрации акустических колебаний, создаваемых потоком воздуха на поверхности шеи обследуемого во время выполнения маневра ФВ. Шумы регистрировали с помощью микрофона со стетоскопической насадкой и программы «Пульмофонотест». Для анализа данных использовали новый способ обработки акустических сигналов (патенты РФ 2291666, 2304919), обеспечивающий выявление минимальных признаков ухудшения проходимости дыхательных путей.

Всего в проекте «Марс-500» проведено 8 серий акустических измерений, из них 6 во время изоляции. Проанализирована динамика продолжительности трахеальных шумов ФВ у каждого из 6 членов экипажа. Отсутствие достоверных изменений продолжительности шумов наблюдалось у двоих участников. У остальных выявлены те или иные динамические изменения, которые в двух случаях можно оценить как адаптационные. У одного из членов экипажа произошло увеличение продолжительности шумов по сравнению с фоновым. Обсуждается связь обнаруженных изменений с данными других исследований респираторной функции, а также с психологическими факторами.

ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДЫХАНИЯ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКИПАЖА «МАРС-500» В ТЕЧЕНИЕ СНА

Дьяченко А.И.^{1,2}, Анищенко Л.Н.³, Михайловская А.Н.¹

¹ГНЦ РФ-ИМБП РАН

²Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана

³Москва, Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН

Во время сна многие показатели жизнедеятельности организма претерпевают заметные изменения, что весьма показательно видно на примере дыхания. Так, у практически здоровых людей в фазу медленного и быстрого сна могут отмечаться неоднократные эпизоды снижения амплитуды дыхательных движений (гипопноэ) и даже полных остановок дыхания (апноэ). Хронический стресс может быть причиной возникновения или учащения этих и появления других негативных изменений параметров дыхания космонавта во сне и характера сна в целом.

Для того чтобы в будущем обеспечить эффективную профилактику нарушений сна и дыхания у космонавтов, необходимо вовремя обнаружить проявление данных нарушений и предпринять профилактические меры. При помощи метода биорадиолокации можно контролировать изменения параметров двигательной активности и дыхания во сне бесконтактно по радиосигналу, отраженному от грудной клетки человека, то есть, не сковывая его движения. Метод позволяет регистрировать динамику частоты дыхания и интенсивность двигательной активности, а также оценивать динамику других параметров.

Всего в течение проекта «МАРС-500» было проведено 7 серий биорадиолокационных экспериментов для каждого из членов экипажа. Результаты обработки экспериментальных данных показали индивидуальные особенности засыпания и сна членов экипажа: длительное засыпание и более беспокойный сон у одних и быстрое засыпание и более спокойное и ровное дыхание – у других. Длительность сна каждого испытуемого в течение проекта изменялась индивидуально, у 4 из 6 членов экипажа на протяжении первых трех серий экспериментов зафиксировано снижение длительности сна более чем на 10 %. В дальнейшем сколько-нибудь значимых изменений контролируемых параметров (вариабельности частоты дыхания и продолжительности двигательных артефактов во сне) не происходило, что свидетельствует о хорошей переносимости условий длительной изоляции экипажем. У всех членов экипажа нарушений дыхания во сне не обнаружено.

ПРИЕМЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕНСОРНО-ПРОЕКТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ В ЦЕЛЯХ РЕГУЛЯЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ОТНОШЕНИЙ В КОЛЛЕКТИВЕ

Елисеев О.П.¹, Коваль Н.А.², Титов К.В.³, Кучанская А.В.⁴, Крашевская Е.А.⁵

¹МГПУ им. Ленина, Москва

²Тамбовский Государственный Университет

³Санкт-Петербург, ЗАО «Возможности человека»

⁴НОУ ДПО «Высшая школа психосоциальных технологий управления

⁵ЗАО «Возможности человека»

Понятие «психическое или психологическое здоровье индивида», объединяет явления биологического, психологического и социального здоровья. Если рассмотреть в этой связи специфические детерминанты личностной или социальной активности, обнаруживается общий принцип, позволяющий осуществить интегральный подход к решению задач поддержания баланса психоэмоциональных явлений внутренней жизни субъекта и проявлений их вовне.

Использование сенсорно-проективных механизмов, составившее основу комплекса методик «Оптимизация», разработанного К.В.Титовым и позволяющего управлять психоэмоциональным состоянием человека в широких пределах, соответствует этому принципу. Методики, вошедшие в комплекс «Оптимизация», компоновались с учетом психофизиологических и социокультурных особенностей жизни как каждого члена коллектива, так и экипажа в целом в условиях длительного эксперимента «Марс-500».

В комплекс включены приемы психофизиологической саморегуляции с использованием сенсорно-проективных механизмов, а именно: самогармонизация на каждый день, самогармонизация при внешних и внутренних стрессовых ситуациях, подготовка к действиям, требующим «рывка», подготовка к действиям, требующим точности и сосредоточенности, комплексная гармонизация. Мобилизирующие техники сочетаются с релаксационными, а методики быстрого реагирования – с техниками, имеющими отсроченный эффект.

Анализ отчетов участников эксперимента показал, что данные техники приемов саморегуляции востребованы, так как участники эксперимента по собственной инициативе прибегали к некоторым тренинговым последовательностям по саморегуляции; несмотря на то, что навык саморегуляции на основе сенсорных проекций оказал свою благоприятную роль, для планомерного и осознанного его применения требуется большее время предварительных тренировок, обеспечивающих его полное формирование.

Востребованность аудиозаписи комплекса показала, что целевые тренинги саморегуляции в форме аудиозаписи должны входить в дополнительный набор средств психологической саморегуляции, к которым экипаж может прибегать по собственному желанию.

ВЗАИМОСВЯЗАННАЯ ОПЕРАТОРСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Еськов К.Н.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Одна из задач проекта «Марс-500» – определить, возможен ли межпланетный полет с точки зрения психологии. По программе проекта были проведены: основной эксперимент (длительность 520 сут) и два предварительных – 105 и 14 сут изоляции. В каждом эксперименте в герметично замкнутом пространстве ограниченного объема находилось 6 добровольцев-испытуемых. Выполнено психолого-диагностическое обследование (методика «Гомеостат») участников 3 экспериментов в пре- и пост-изоляционный период.

Оценивалось влияние камерной изоляции различной продолжительности на ролевое поведение и эффективность взаимосвязанной операторской деятельности.

В обследовании приняли участие экипажи 3 экспедиций (14 испытуемых, из них четверо члены двух экипажей), а также 5 кандидатов, не прошедших отбор в основной экипаж 520-суточного эксперимента. Проведен 21 сеанс гомеостатического тестирования, предъявлено 126 инструментальных гомеостатических задач зачетной степени сложности.

По результатам выполнения методики «Гомеостат» дана оценка эффективности инструментального взаимодействия обследованных сочетаний испытуемых и опосредованно, экипажей каждой экспедиции в период до и после экспериментальной изоляции. Проведен сравнительный анализ динамики ролевых предпочтений при решении инструментальных гомеостатических задач. Проведено ранжирование членов экипажей по степени выраженности ролевых («лидер–ведомый») качеств в процессе взаимосвязанной операторской деятельности.

Значимая динамика эффективности группового взаимодействия (до начала и после окончания экспериментальной изоляции) не наблюдалась. Можно отметить незначительное повышение эффективности взаимосвязанной операторской деятельности у экипажа 520-суточной экспедиции в постизоляционном обследовании.

Стабильность ролевых предпочтений продемонстрировали 6 из 14 испытуемых. Статистически достоверными оказались тренды индивидуальных предпочтений у 5 операторов. Видеосъемка процедуры тестирования не выявила испытуемых, критически настроенных к выполнению методики, наблюдалось заинтересованное отношение к обследованию в целом, отмечен конструктивный стиль межличностного общения при обсуждении возникающих проблем.

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ УЧАСТНИКОВ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ «МАРС-500» В КАЗАХСТАНЕ

Ешманова А.К., Аканов А.А., Киябаев А.М.

Алматы, Казахский Национальный медицинский университет им. С.Асфендиярова

Исследование направлено на оценку динамики показателей variability сердечного ритма (ВСР) и дисперсионного картирования ЭКГ (ДК ЭКГ) в покое и при выполнении функциональных тестов у практически здоровых мужчин в возрасте $37 \pm 4,7$ лет (17 сотрудников Департамента чрезвычайных ситуации г. Алматы) в условиях профессиональной деятельности.

Результаты ежемесячных комплексных исследований (по единой методике головной организации проекта «Марс-500») показали индивидуальные колебания функционального состояния и различия в показателях как ВСР, так и ДК ЭКГ, которые при усреднении по группе оставались относительно стабильными или колебались в пределах 1–3 % в годовой динамике. Обращают на себя внимание сред-

ние значения стресс-индекса (SI) в обследуемой группе, которые оказались высокими ($204 \pm 5,3$) в осенне-зимний период. Причем, чем выше индивидуальные значения SI, тем больше отмечены дисперсионные отклонения от нормы интегрального показателя «миокард», который в свою очередь имел положительную корреляционную связь с показателем G9.

Данные изменения могут указывать на необходимость активной мобилизации регуляторных систем для обеспечения адаптации организма к «напряженным» факторам среды в эти периоды. Выполнение функциональных тестов показало индивидуальные и сезонные отличия отдельных показателей ВСР.

Таким образом, результаты исследований в течение года показали, что изменения функционального состояния обусловлены различными типами регуляторных систем участников, индивидуальной чувствительностью к изменениям экологических условий, а также возможно, «напряженностью труда».

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ НАБЛЮДЕНИИ В ГЕРМАНИИ

Зенке Д.¹, Русанов В.Б.², Черникова А.Г.²

¹Фирма Strategieteam, Нейстриц, Германия

²ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Введение. Медико-экологические исследования в Германии проводились фирмой Strategieteam в соответствии с согласованной программой и методикой. Проводились ежемесячные оперативные исследования и ежеквартальные тесты с умственной, физической и ортостатической нагрузками. В данной публикации представлены материалы, полученные при регистрации ЭКГ в условиях покоя перед началом тестовых испытаний.

Материалы и методы. Для участия в медико-экологических исследованиях было отобрано 9 человек (мужчины в возрасте 35–50 лет), не предъявлявших жалоб на здоровье и не имеющие хронических заболеваний. Все эти лица выполняли работу, связанную с умеренной физической нагрузкой. Исследования проводились с использованием комплекса «Экосан-2007». Индивидуальная и групповая динамика функционального состояния оценивалась методом фазовой плоскости. На основе вероятностного подхода определялся риск развития патологии [Черникова, 2010].

Результаты исследований. Индивидуальные сезонные колебания были весьма разнонаправленными, что обусловлено как индивидуальными типами регуляции, так и различным функциональным состоянием участников и различной чувствительностью к изменениям экологической обстановки. При анализе среднegrupповых значений удается выявить определенные закономерности динамики, по-видимому, связанные с сезонным влиянием экологических условий. Индекс напряжения регуляторных систем к сентябрю возрастает в полтора раза и затем постепенно немного снижается к марту. Суммарная мощность спектра ВСР (TP) резко снижается к сентябрю и затем возрастает почти до исходных значений к марту.

Имелись подобные же сентябрьские сдвиги средних значений высоко (HF) и очень низкочастотных (VLF) мощностей спектра ВСР. В сентябре наблюдается снижение активности парасимпатического звена регуляции (HF) и рост активности центров, регулирующих энергoмeтаболические процессы (VLF). К январю снижается индекс напряжения и растет активность парасимпатического звена регуляции одновременно со снижением VLF.

Такая динамика в целом указывает на стабилизацию и оптимизацию адаптационных процессов. Расчет апостериорных вероятностей производился по специальному алгоритму по результатам анализа ВСР с учетом СН и ФР, а также индивидуального типа вегетативной регуляции. Принадлежность к конкретному классу состояний и категории риска определяются по наибольшей вероятности. В июне наблюдалась самая низкая категория риска, в сентябре самая высокая. Это вполне соответствует представленным выше данным о наблюдавшихся в сентябре изменениях индекса напряжения, суммарной мощности спектра и спектральных характеристик ВСР.

Заключение. Анализ ВСР, проведенный в рамках долговременных медико-экологических исследований в Германии показал наличие четких сезонных изменений отдельных показателей и результатов комплексной оценки функционального состояния испытуемых. Наиболее высокий риск развития патологии наблюдается в сентябре, когда растет степень напряжения регуляторных систем и снижаются их функциональные резервы. В весенний период (март) функциональное состояние организма находится в зоне физиологической нормы.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-520»

*Иванова С.М.¹, Родионова Н.Н.², Байжуманов А.А.², Паршина Е.Ю.², Юсипович А.И.²,
Максимов Г.В.²*

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

² Москва, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Исследование проводили по программе «Марс-500» в рамках эксперимента «Исследование морфо-функциональных свойств клеток красной крови и интенсивности эритропоэза у человека». С помощью методов регистрации комбинационного рассеяния, активности ферментов супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и небелковых тиолов (НТ), а также содержания церулоплазмينا (ЦП) и количества ТБК активных продуктов (ТБК-АП) и лазерной интерференционной микроскопии исследовали формирование гипоксии, изменения антиоксидантного статуса и морфологии эритроцитов человека в динамике 520-суточного эксперимента, моделирующего полет к Марсу. Взятие крови осуществляли за неделю до начала эксперимента, на 60-, 120-, 170-, 240-, 300-, 360-, 415-, 510-е сутки, а также на 7–8-е сутки после его завершения.

Обнаружено, что содержание комплексов оксигемоглобина в эритроцитах увеличивалось (в 1,2 раза), а комплексов гемоглобина с NO – уменьшалось и через 4 мес составляло 20–25 % , а после завершения эксперимента – 40 %. Установлено, что способность связывать кислород гемоглобином не меняется, но на 80 % возрастает способность гемоглобина сбрасывать кислород, оставаясь на 40 % выше нормы после эксперимента. Среди ферментов антиоксидантного статуса не выявлено изменений уровня ЦП и СОД, на 15–30 % увеличилась активность каталазы, на 10 % НТ и с 120-х суток снижалось на 5–40 % ТБК-АП. По-видимому, во время эксперимента «Марс-520» в организме человека наблюдается стресс и в кровеносной системе на молекулярном и клеточном уровнях формируется адаптация к гипоксии.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КЛЕТОК КРАСНОЙ КРОВИ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРИТРОПОЭЗА У ЧЕЛОВЕКА

Иванова С.М., Моруков Б.В., Ярлыкова Ю.В., Лабецкая О.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В докладе представлены данные исследования комплекса показателей, характеризующих изменения структурно-метаболического состояния эритроцитов и интенсивности эритропоэтической активности у человека, длительно находящегося в условиях изоляции в герметично замкнутом пространстве ограниченного объема при моделировании некоторых особенностей марсианского полета (сверхдлительность, автономность, задержка связи с Землей, внештатные ситуации, лимитированность расходимых ресурсов).

В эксперименте с 520-суточным пребыванием в гермообъеме участвовали 6 мужчин-добровольцев в возрасте от 25 до 37 лет. Исследования изучаемых показателей проводили в венозной крови и в выделенных из нее эритроцитах в фоновый период (за две недели до начала эксперимента), на 60-, 120-, 170-, 240-, 300-, 360-, 417-е и 510-е сутки в условиях эксперимента и на 7–8-е сутки после его завершения. Изучали морфологическую картину красной крови, в эритроmasсе исследовали показатели метаболизма и состояние плазматической мембраны клеток по липидному и фосфолипидному спектру. В сыворотке крови проводили определение показателей обмена железа и интенсивность эритропоэза по содержанию эритропоэтина.

Анализ полученных результатов свидетельствует о наличии фазных сдвигов в изучаемых показателях на протяжении всего эксперимента. Наиболее выраженные изменения наблюдали на 60-е и 120-е сутки эксперимента. Было выявлено снижение энергообразующего процесса в эритроцитах и усиление восстановительных процессов в клетке. Активацию восстановительных процессов можно рассматривать как развитие компенсаторных реакций, направленных на снижение процессов окисления, и увеличения антиоксидантного статуса в клетке. Начиная со 170-х суток и в период восстановления практически все показатели метаболизма нормализовались, при этом исключением было содержание лактата, уровень которого вплоть до окончания эксперимента был повышен, что указывает на превалирование анаэробных процессов в организме. На 60-е и 120-е сутки было обнаружено снижение относительного содержания фосфолипидов-ФЛ в мембране эритроцитов и повышение уровня холестерина-ХС (достоверное на 120-е сутки), что привело к статистически значимому увеличению

коэффициента ХС/ФЛ, свидетельствующему о повышении микровязкости мембранного бислоя. Следует отметить, что на 240-е сутки было выявлено существенное повышение содержания ФЛ и снижение ХС, приводящие к снижению микровязкости и повышению текучести мембраны. В дальнейшем уровень ФЛ уменьшался, а ХС – увеличивался, нормализации не наблюдали и в период восстановления (7–8-е сутки). На 60-е сутки выявлено снижение содержания гемоглобина в крови и в эритроцитах, при этом отмечена тенденция к уменьшению количества эритроцитов и величины гематокрита. На протяжении последующих суток обследования до 510-х показатели красной крови нормализовались, а на 510-е сутки и в период восстановления наблюдали достоверное повышение уровня гемоглобина в крови и в эритроцитах. При изучении показателей обмена железа и уровня эритропоэтина были отмечены изменения, свидетельствующие об адекватном ответе костного мозга на сдвиги процессов гемоглинообразования.

Таким образом, длительное пребывание человека в условиях строгой изоляции приводит к морфологическим, метаболическим и структурным изменениям клеток красной крови, отражающим компенсаторные и адаптивные процессы в клетке на фоне действия условий эксперимента.

АУТОПРОБИОТИКИ В ПРОФИЛАКТИКЕ ДИСБАКТЕРИОЗОВ КИШЕЧНИКА У ОПЕРАТОРОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-520»

*Ильин В.К.¹, Суворов А.Н.², Усанова Н.А.¹, Старкова Л.В.¹, Батов А.Б.¹, Морозова Ю.А.¹,
Тихонова Г.А.¹*

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины РАМН, Санкт-Петербург

Проведены исследования в герметично замкнутом помещении (ГЗП) с участием 6 испытуемых-добровольцев. Целью данной работы является оценка эффективности препаратов – аутопробиотиков на основе штаммов *Enterococcus faecium*, выделенных от испытуемых.

Штаммы *Enterococcus faecium* изолировались от 6 испытуемых, исследовались на наличие генов патогенности. Те из них, у которых они отсутствовали, отбирали для создания пробиотических препаратов. Препараты приготавливались следующим образом. Суточная агаризованная культура асептически смывалась с поверхности агара минимальным количеством физиологического раствора, а затем наносилась на угольные таблетки до полного насыщения последних. Таблетки высушивались и использовались операторами 3 раза в день, причем каждому оператору доставались таблетки, содержащие его собственный штамм *Enterococcus faecium*.

Результаты исследований свидетельствуют о весьма высокой активности аутопробиотиков. Известно [Ильин, Воложин, Виха, 2005], что пребывание людей в гермообъекте сопряжено с нарастанием потенциала патогенности в составе и структуре его микрофлоры, что чревато развитием ауто- и перекрестных инфекций. Особенно это выражено в период «острой адаптации», длящемся в течение первых 20 дней изоляции. В случае приема препаратов-пробиотиков, основанных на аутоштаммах *Enterococcus faecium*, наоборот, обнаруживалось последовательное количественное уменьшение потенциально-патогенной микрофлоры.

Курс профилактического приема препарата составил 60 дней. По окончании курса испытуемые использовали иные про- и пребиотические лекарственные препараты, не основанные на аутоштаммах. При этом у них обнаруживались дисбактериозы различной степени выраженности.

Таким образом, на основании данных эксперимента можно сделать вывод об эффективности аутопробиотиков и перспективности их дальнейшего использования для профилактики дисбактериозов у человека в искусственной среде обитания.

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОФЛОРЫ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

*Ильин В.К., Мухамедиева Л.Н., Соловьева З.О., Скедина М.А., Марданов Р.Г.,
Гегенава А.В., Папп Л.Г.*

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Для исследования микрофлоры покровных тканей членов экипажа (6 человек) в условиях модельного эксперимента с 520-суточной изоляцией в рамках проекта «Марс-500» применялся бактериологический метод микробного контроля, а также два некультуральных метода – автоматический анализ микробных объектов и газовый хроматомасс-спектрометрический (ГХ–МС) анализ кожных смывов.

Целью данной работы явилось проведение исследований количественных показателей уровня микробной обсемененности различных биотопов добровольцев, участвующих в эксперименте и сравнения результатов бактериологического анализа с результатами, полученными некультуральными методами.

Исследования бактериальной микрофлоры покровных тканей проводили в фоновый период, на 7-е, 14-е, 21-е, 75-е, 90-е, 120-е, 150-е, 180-е, 210-е, 240-е, 300-е, 330-е, 360-е, 390-е, 420-е, 450-е, 480-е, 510-е сутки эксперимента, на 7-е и 14-е сутки по окончании эксперимента с применением методик стандартного бактериологического анализа, автоматического анализа микробных объектов и газового хроматомасс-спектрометрического анализа кожных смывов.

Динамика количественных характеристик микрофлоры открытых биотопов свидетельствует о периодическом характере накопления потенциала патогенности в системе человек–микроб, что отражает общую тенденцию изменения микрофлоры человека в гермозамкнутом помещении (ГЗП). В целом, исследования показали соответствие в рамках одного порядка результатов автоматического анализа результатам культуральных исследований и соответствие по типам микробных объектов.

Сравнительным анализом микрофлоры кожных покровов человека с использованием классического бактериологического метода и ГХ-МС детектирования установлены диагностически значимые микроорганизмы (маркеры), позволяющие характеризовать микробный статус человека в условиях изоляции в ГЗП: *Propionibacterium acnes*, *Streptococcus sp.* и *Actinomyces*.

Анализом микрофлоры кожных покровов человека ГХ-МС методом показана возможность реперного подхода для оценки микробиологического статуса человека по микробной обсемененности подмышечной впадины и паховой области, что позволит оперативно диагностировать микробиологический статус космонавтов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ УПОТРЕБЛЕНИЯ КВАСА В КАЧЕСТВЕ ПРОБИОТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

Ильин В.К.¹, Каспранский Р.Р.², Гернет М.В.², Усанова Н.А.¹, Старкова Л.В.¹, Каспранский Р.Р.³

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Московский государственный университет пищевых производств

³Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А.Гагарина

Пробиотики широко применяются для коррекции нарушений колонизационной резистентности. В качестве пробиотиков наиболее часто используют молочно-кислые продукты, содержащие лактобациллы и бифидобактерии. В настоящее время в качестве пищевого продукта брожения пробиотической направленности для условий космического полета рассматривается квас [Каспранский, 2009]. Основным микроорганизмом, с помощью которого получается квас, являются пищевые дрожжи *S. cerevisiae*.

Целью исследования являлась оценка эффектов употребления кваса на микрофлору кишечника, кожи и слизистых во время длительной изоляции.

Квас, приготовленный участниками эксперимента, употреблялся в количестве 200 мл 1 раз в сутки (в обеденное время) в период с 256-х по 270-е сутки эксперимента.

Положительным эффектом употребления кваса явилось увеличение и нормализация содержания бифидобактерий в кишечнике (3 испытуемого), которые были снижены до употребления кваса у всех испытуемых, и снижение содержания золотистого стафилококка у 4 испытуемых, вплоть до полного исчезновения у 3 испытуемых.

Эффекты употребления кваса на микрофлору слизистых и кожи выражались, наоборот, в увеличении содержания *S. aureus*, особенно в паховых складках (все испытуемые), а также *Staphylococcus sp.* на слизистой носа (5 испытуемых). Аналогичный эффект был выявлен при применении препарата «Лактобактерин сухой» для перорального применения в условиях 7-суточной сухой иммерсии [Крюков, Ильин, Воложин, 2007].

Данный феномен требует дальнейшего изучения. По всей видимости, исследования различных биотопов необходимо проводить при испытании любых пробиотиков, а также антибиотиков. В этом плане представляет интерес изучение возможного влияния на состояние кишечной микрофлоры использования средств, дезинфицирующих полость рта, например, зубных паст с бактерицидным действием. Этот момент может быть важным при выборе санитарно-гигиенических средств для длительных космических полетов.

ОСОБЕННОСТИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, МОДЕЛИРУЮЩИЙ ПОЛЕТ К МАРСУ

Кабулова А.З., Ковачевич И.В.

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Эксперимент с 520-суточной изоляцией, моделирующий полет к Марсу, с его физическими и психоэмоциональными нагрузками, безусловно, мог сопровождаться формированием новых приспособительных реакций, развитием функциональных и соматических нарушений, что определило необходимость осуществления фармакологической поддержки для членов экипажа.

Подход к фармакологическому обеспечению в условиях длительной изоляции, а также специфика объема работы и среды обитания, предполагали наличие четкой классификации используемых лекарственных средств и учета временных условий по срокам годности препаратов, исходя из возможных заболеваний, их коррекции и профилактики.

Фармакологическое обеспечение эксперимента предполагало использование широкого спектра препаратов. В соответствии с этим была отработана система получения, хранения, учета и выдачи лекарственных средств. Фармакологическое обеспечение эксперимента осуществлялась по экспертным заключениям рабочей медицинской группы.

За время проведения эксперимента данная система фармакологического обеспечения показала себя состоятельной и выявила ряд особенностей, которые могут быть применены при организации медицинской помощи в длительных межпланетных полетах и их фармакологическом обеспечении.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭКИПАЖЕМ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «АПКОЭС»

Камалетдинова Г.Р.¹, Курмазенко Э.А.¹, Хабаровский Н.Н.¹, Кочетков А.А.¹,

Гаврилов Л.И.¹, Моруков Б.В.², Демин Е.П.²

¹Москва, ОАО «НИИхиммаш»

²ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Возрастающая продолжительность полетов требует от экипажа овладения многочисленной и сложной аппаратурой. В процессе подготовки к полету экипажу необходимо обучиться не только пользованию инструментами, но и четко понимать схему функционирования и настройки, а при необходимости устранять возникшие сбои. Для решения подобных задач создан аппаратно-программный комплекс обслуживания экипажем систем жизнеобеспечения, который успешно отработал на всех этапах проекта «Марс-500».

Целью работы являлось исследование влияния конструктивных особенностей регенерационных систем жизнеобеспечения на эффективность обслуживания экипажем систем с использованием специализированного аппаратно-программного комплекса.

При работе с комплексом проведены исследования эффективности деятельности экипажа, обучение его принципам функционирования систем жизнеобеспечения, тренировка навыков по устранению нештатных ситуаций в реальном режиме времени, а также исследование по изучению влияния НшС с учетом психоэмоционального состояния экипажа. Другими словами, исследовано взаимодействие в системе «КРСЖО-Экипаж» в реальном масштабе времени с целью выработки медико-технических и эргономических требований к системам жизнеобеспечения.

В процессе проведения эксперимента получена оценка достаточности перечня контролируемых параметров для эффективной работы экипажа при анализе функционирования и техобслуживании систем в штатных режимах и при локализации нештатных ситуаций, а также оценка достаточности информации на экранах дисплеев.

Проведена оценка влияния квалификации членов экипажа и длительности полета на эффективность обслуживания и эксплуатации систем СЖО и СОТР, а также оценка состояния экипажа до и после устранения НшС.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ИСКУССТВЕННОЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА СТЕНДЕ «ОРБИТА» («МАРС»)

Китаев-Смык Л.А.¹, Филипенков С.Н.²

¹Москва, Российский Институт Культурологии

²Жуковский, ФГУП «Летно-исследовательский институт им. М.М.Громова»

В Летно-Исследовательском Институте (ЛИИ) по инициативе С.Г.Даревского и Л.А.Китаева-Смыка в 1963–1965 годах был сконструирован и изготовлен вращающийся стенд «Орбита» («Марс»). Этот стенд являлся квартирой-центрифугой диаметром 20 м, оборудованной для оптимально комфортной жизни в ней экипажа (из двух человек). Он был предназначен для исследований переносимости людьми длительного (многосуточного) вращения. Исследования проводились в соответствии с утвержденной главным конструктором ОКБ-1 С.П.Королевым программой полета на планету Марс космического корабля с искусственной силой тяжести (ИСТ), создаваемой за счет вращения его жилых отсеков. С использованием этого стенда были проведены комплексные исследования группой сотрудников ЛИИ (руководитель Л.А.Китаев-Смык), с привлечением сотрудников ИМБП (руководитель Р.Р.Галле). Медико-биологические, психофизиологические, психосоциальные, а также культурологические исследования выполнялись в ходе экспериментов с вращением стенда продолжительностью до 35 сут. Обследованы 72 испытуемых-добровольцев.

В 1965–1974 годах были изучены: а) различные психофизиологические реакции людей при жизни во вращающемся пространстве; б) работоспособность при дистрессе, развивающемся по типу «болезни укачивания–укручивания»; в) баланс работы и досуга при многонедельном дистрессе; г) методы рекреации творческих способностей с использованием образно-цветовых, музыкальных, вербально-текстовых и других воздействий; д) регулирование психологических состояний «содружество» и «конфронтация» в малых группах испытуемых (из 2 человек) при длительном дистрессе; е) санитарно-гигиенические потребности людей в состоянии длительного стресса при непрерывном вращении и относительной изоляции испытуемых в состоянии дистресса.

В докладе обобщены основные результаты психологических и психофизиологических исследований на вращающемся стенде «Орбита» («Марс»), которые могут быть использованы при подготовке межпланетной экспедиции.

ОЦЕНКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Ковалева А.А.¹, Доценко В.И.², Скедина М.А.¹, Шишкина М.В.¹, Потапов М.Г.¹

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²ООО Научно-медицинская фирма «Статокин», Москва

Биоэлектрическая и энергетическая активность головного мозга характеризует текущее состояние человека-оператора и может являться объективным методом для оценки его психофизиологического состояния. В условиях длительной изоляции важна оперативность получения информации о психологическом статусе человека для рекомендации использования различных способов его коррекции.

Цель исследования – оценка психофизиологического состояния человека в условиях длительной изоляции с помощью совместной регистрации ЭЭГ и показателей сверхмедленной активности головного мозга – уровня постоянного потенциала (УПП).

В исследовании приняли участие 6 добровольцев, составивших международный экипаж. Исследование проводилось в фоновый период (-42, -7 сут), восьмикратно во время изоляции и после изоляции (+7, +21 сут). Для регистрации ЭЭГ и УПП был использован уникальный аппаратно-программный комплекс «Нейро-КМ Омега-нейроанализатор», позволяющий регистрировать электрическую и энергетическую активность в 7 монополярных отведениях (лоб, темя, затылок, центр) с размещением объединенных референтных электродов на мочках ушей (для ЭЭГ) и на запястье руки (для УПП). Все данные сохранялись на внешнем носителе и оперативно передавались дежурной бригаде, что позволяло использовать информацию для периодического медицинского освидетельствования членов экипажа.

По данным фонового исследования ЭЭГ у 3 обследуемых были отмечены признаки стресс-реакции. За 7 дней до начала изоляции наблюдалось снижение мощности α -ритма у 5 обследуемых в среднем на 29 % и рост УПП у всех – в среднем на 11,2 мВт. В период до проведения этапа «выход на поверхность Марса» наблюдались индивидуальные колебания значений УПП и ЭЭГ в зависимости от специфики деятельности членов экипажа. Перед «выходом» у членов «марсианского десанта» отмечено

увеличение мощности α -ритма, у других членов экипажа наблюдалось снижение УПП и мощности α -ритма. На 490-е сутки у всех обследуемых отмечено снижение УПП и мощности α -ритма при росте мощности δ -ритма, что говорит о доминировании процессов торможения. Период реадaptации по данным ЭЭГ характеризовался повышением стресс-реакции у всех членов экипажа.

СИСТЕМА НЕОТЛОЖНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В 520-СУТОЧНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ, МОДЕЛИРУЮЩЕМ ПОЛЕТ К МАРСУ

Ковачевич И. В., Рукавишников И. В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В основе разработки и реализации неотложной медицинской помощи для 520-суточного эксперимента, моделирующего полет человека, лежала необходимость соблюдения следующих требований: медицинская безопасность и надежность сопровождения межпланетной экспедиции с длительным пребыванием человека в условиях герметизированного объекта, полная автономность медицинской помощи, отсроченность всей получаемой информации, в том числе и медицинской, конфиденциальность медицинской информации. В связи с этим при создании системы неотложной медицинской помощи для членов экипажа были решены следующие задачи: был выполнен прогноз медицинских рисков для экипажа, определен объем медицинской помощи, разработана система оказания неотложной медицинской помощи и последующего мониторинга состояния пациента, создан бортовой медицинский модуль с развитой системой телемедицины, создана система обеспечения 520-суточного эксперимента медицинскими службами сопровождения.

Уровень медицинской помощи, определенный в объеме квалифицированной медицинской помощи, обеспечивался за счет включения в состав экипажа двух врачей (хирурга и терапевта). Для проведения неотложной медицинской помощи и последующего мониторинга состояния пациента был выделен специальный медицинский модуль, оснащенный реанимационным оборудованием (дефибриллятор, средства для проведения ИВЛ, инфузионной терапии и т.д.), средствами для малого хирургического пособия (остановка кровотечения и т.д.), аппаратурой, позволяющей мониторить состояние пациента (модульная система мониторинга функций ССС и дыхания, оборудование для определения комплекса лабораторных показателей и т.д.).

Для возможного оказания неотложной помощи медицинские службы сопровождения эксперимента были оснащены комплексом реанимационного оборудования: реанимационная укладка, дефибриллятор, аппаратура для проведения ИВЛ и т.д. В целях соблюдения конфиденциальности медицинских данных была создана система информационных средств, позволяющая передавать получаемую медицинскую информацию по закрытым каналам связи.

СТАБИЛЬНОСТЬ ЗАСЫПАНИЯ И ПРОБУЖДЕНИЙ ВО СНЕ В РАЗНЫЕ НОЧИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС 105»

Ковров Г.В.¹, Посохов С.И.¹, Посохов С.С.¹, Пономарева И.П.², Русакова И.М.¹

¹ Москва, Первый МГМУ им И.М.Сеченова

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Целью данной работы было изучение стабильности засыпания и продолжительности бодрствования во сне от ночи к ночи у лиц, находящихся в условиях изоляции (эксперимент «Марс-105»). Объектами исследования стали 6 здоровых испытуемых, принимавших участие в эксперименте. Методы исследования включали регистрацию ночной полисомнографии у каждого испытуемого в 5 ночах распределенных относительно равномерно в течение всего эксперимента.

В качестве характеристики стабильности было взято стандартное отклонение полисомнографических показателей времени засыпания и бодрствования во сне за все исследованные ночи для каждого испытуемого. Было показано, что среди здоровых испытуемых выявляются 2 группы лиц (по 3 человека в каждой) с высокой (группа 1) и низкой (группа 2) степенями стабильности работы активирующих систем мозга (нарушающих засыпание и обеспечивающих пробуждение). У лиц группы 2 во сне отмечается увеличение «глубины» дельта-сна, а именно, достоверное превалирование стадии 4 (47,3 мин) над стадией 3 (32,9 мин). У группы 1 значение стадии 3 было 44,9 мин, а стадии 4 – 26,6 мин. При сравнении экспериментальных данных групп 1 и 2 выяснилось, что они различались не только по показателям дельта-сна, но и по величине стадии 1. В группе 1 продолжительность стадии 1 составила 57,6 мин, а в группе 2 – 32,9 мин.

Предполагаем, что нестабильность в разные ночи скорости засыпания и продолжительности бодрствования во сне в сочетании с углублением дельта-сна (превалирование стадии 4 над стадией 3) есть особая индивидуальная форма адаптации сна к условиям изоляции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФНФ в рамках научно-исследовательского проекта РФНФ «механизмы нарушений цикла «сон–бодрствование» в условиях хронического стресса у здоровых лиц (длительной изоляции в модели космического корабля)», проект № 110601052а.

ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ МОТИВАЦИОННО-СМЫСЛОВЫХ УСТАНОВОК ЛИЧНОСТИ И МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Кувшинова О.Л., Шалина О.С., Гусев А.Н.

Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова

В ходе психологической диагностики в рамках эксперимента «Марс-500» оценивались такие показатели как динамика групповых процессов, самоотношение и наличие жизненных перспектив, ценностные ориентации, мотивационные и эмоциональные конфликты. Полученные результаты свидетельствуют о нарастании эмоционального напряжения в условиях долгосрочной изоляции, трансформации образа Я и нарушении связей в восприятии индивидуального прошлого, настоящего и будущего у всех членов экипажа. В психологическом смысле кризисным оказался период перед моделируемой высадкой на поверхность Марса. Острые эмоциональные реакции наблюдались у двух членов экипажа; у одного из них «фоновое» состояние близко к невротическому. Динамика ценностных установок членов экипажа определялась повышением значимости социального престижа, и, особенно, семейных и дружеских отношений; для многих членов экипажа на разных этапах эксперимента характерно повышение значимости карьеры. В плане группового взаимодействия выявлено повышение соперничества на фоне компромисса, как доминирующей стратегии поведения в конфликтных ситуациях, негативная динамика интолерантности к ситуациям неопределенности (нетерпимость именно к сложным ситуациям), но наряду с этим – тенденция к повышению межэтнической толерантности у большинства испытуемых. Отличие российских членов экипажа заключается в отношении к эксперименту как средству разрешения личных проблем, пассивности при решении групповых задач, проблематичности самоотношения и отсутствии уверенности в будущем. Для иностранных испытуемых характерны активность в решении групповых задач, отношение к эксперименту как важному этапу карьеры, открытость жизненных перспектив и большая целостность образа Я. Делаются выводы о том, что проблема «одиночества в группе» и психоэмоционального благополучия оказалась не решенной в рамках эксперимента, а также есть необходимость разработки комплексной программы психологического отбора и сопровождения экипажа и определении ресурсов психологической поддержки в период длительной изоляции и в процессе реабилитации.

К ВОПРОСУ О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА В УСЛОВИЯХ «МАРС-500»

Косарева И.Ю., Гончарова А.Г., Доброквашина Е.И., Брагин Л.Х., Воронков Ю.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Для оценки динамики функционального состояния желудочно-кишечного тракта проанализированы результаты копрологических исследований испытуемых-добровольцев до, в процессе и после окончания 500-суточного пребывания в условиях изоляции со стандартным рационом питания, включавшим периодическое использование пробиотиков. Результаты и их обсуждение: при обследовании до пребывания в изоляции практически все показатели копрограмм обследуемых были в пределах нормы. Отмечалось умеренное снижение активности молочнокислой флоры с 35-х до 300-х суток. Данных о нарушении полостного пищеварения, в отличие от исследования «Марс-105», не получено. Динамика рН оставалась в пределах физиологической нормы. Отсутствие нарастания содержания нейтральных жиров, крахмала, непереваренных мышечных волокон может косвенно свидетельствовать о нормальной внешнесекреторной функции поджелудочной железы. Умеренные изменения копрограмм в процессе исследования «Марс-500» и после, находились в пределах физиологической нормы и соответствуют индивидуальным колебаниям, в соответствии с особенностями питания. Анализ полученных данных свидетельствует: 1) о высоком качестве медицинского отбора испытуемых; 2) об адекватной системе превентивных мер до начала исследования, например, медикаментозной эра-

дикации геликобактерной инфекции, устранении дисбиоза кишечника, др.; 3) об адекватном рационе питания при периодическом использовании пробиотиков. Таким образом, в отличие от результатов «Марс-105», на протяжении всего исследования «Марс-500» не выявлено клинически значимых изменений функционального состояния желудочно-кишечного тракта.

СОСТОЯНИЕ ОРГАНА ЗРЕНИЯ И ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ У ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Кузьмин М.П., Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Морева Т.И., Смирнова А.Б.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Цель исследования – изучить влияние 520-суточной изоляции на состояние органа зрения и внутриглазное давление человека.

Материал и методы. Шесть практически здоровых мужчин-добровольцев в возрасте от 27 до 38 лет в течение 520 сут находились в изоляции в условиях специально созданного наземного экспериментального комплекса. До и в первые сутки после окончания 520-суточного эксперимента проводились определение остроты зрения вдаль, биомикроскопия с помощью щелевой лампы SL-45 фирмы Shin-Nippon (Япония), прямая офтальмоскопия с помощью ручного офтальмоскопа Vista-Professional фирмы Keeler (Великобритания), измерение внутриглазного давления бесконтактным тонометром AT555 фирмы Reichert (США), компьютерная ретиномография с помощью когерентного ретиномографа HRT-II фирмы Heidelberg Engineering (Германия) с регистрацией 22 параметров диска зрительного нерва.

Результаты. При офтальмологическом обследовании до эксперимента у 4 обследуемых установлены аномалии рефракции (близорукость слабой и средней степени), 2 человека были здоровыми, у одного из них в прошлом имел место аллергический конъюнктивит, успешно излеченный визином. Параметры диска зрительного нерва, по данным когерентной ретиномографии, у всех обследованных были в пределах нормы.

Во время эксперимента у двух членов экипажа отмечались жалобы на периодические ощущения сухости и песка в глазах в конце рабочего дня, связанные с интенсивной работой за компьютером. После уменьшения продолжительности непрерывной работы за компьютером все неприятные ощущения исчезали. У одного обследуемого отмечались зуд и покраснение конъюнктивы, обусловленные обострением аллергического конъюнктивита. После закапывания визиона и ограничения продолжительности непрерывной работы за компьютером зуд и покраснения глаз исчезали.

При офтальмологическом обследовании членов экипажа в первые сутки после 520-суточной изоляции отрицательной динамики остроты зрения, рефракции глаз, внутриглазного давления и параметров диска зрительного нерва, по сравнению с данными обследования до эксперимента, не отмечалось.

ОСОБЕННОСТИ СПОНТАННОЙ ЭЛЕКТРОЭПИДЕРМАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ВО ВРЕМЯ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Лазарев А.О.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Спонтанная электроэпидермальная активность (ЭДА) относится к классу малоизученных электрофизиологических явлений. Прежде всего, это связано с отсутствием общепринятой гипотезы об источнике ее происхождения, что не позволяет делать точные научно обоснованные и окончательные выводы о значимости этого явления для жизнедеятельности живых организмов. На основании критического анализа и обобщения данных литературы и результатов собственных экспериментальных исследований была сформулирована гипотеза о том, что источником ЭДА является базальная система – морфологическая структура, образованная базальной мембраной и базальными клетками эпителия [Лазарев, 1993]. В соответствии с этой гипотезой, ЭДА отражает функциональную активность базальной системы.

Цель и задачи исследования: изучение характеристик спонтанной ЭДА в условиях контролируемых физико-химических факторов окружающей среды и здоровья членов экипажа.

Для регистрации ЭДА применяли автономный регистратор GL-200A и неонатальные электроды фирмы Unomedical имеющие стабильный электродный потенциал с малым дрейфом. ЭДА регистрировали в шести отведениях с рук, ног и лба относительно области 7-го шейного позвонка.

Спонтанная ЭДА – редко наблюдаемое явление. По мере увеличения продолжительности изоляции частота появления спонтанной ЭДА становилась все меньше. При этом выраженность ЭДА уменьша-

лась. К концу изоляции динамика ЭДА за 15-минутный интервал измерения представляла собой практически прямую линию, тогда как перед началом изоляции этот процесс был хорошо выражен и встречался довольно часто.

Динамика величины и знака ЭДА во время изоляции изменялась сложным образом. Неоднозначные результаты были получены при оценке степени корреляция величины ЭДА с температурой и влажностью окружающей среды и содержанием в ней CO₂ и O₂. Наибольшая корреляция обнаружена между температурой и величиной ЭДА. Необходимо отметить, что в связи с поддержанием параметров среды обитания на относительно постоянном уровне, диапазон их изменения был небольшой.

СТЕРОИДНЫЙ ПРОФИЛЬ МОЧИ УЧАСТНИКОВ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕКТЕ

Ларина И.М.¹, Кочнова Е.А.², Пастушкова Л.Х.¹, Родченков Г.М.², Доброхотов И.В.¹, Глушков К.В.¹, Носовский А.М.¹

¹ ГНЦ РФ–ИМБП РАН

² ФГУП «Антидопинговый центр» Министерства спорта, туризма и молодежной политики РФ, Россия

На основе метода газовой хроматографии с масс-селективным детектированием для количественного определения 30 эндогенных стероидов и их метаболитов, выполнено исследование влияния контролируемых условий жизнедеятельности здоровых обследуемых в гермообъекте на стероидный профиль мочи и определение параметров индивидуальной и групповой вариабельности показателей стероидного профиля в испытаниях с 520-сут изоляцией. Статистический анализ уровня суточной экскреции с мочой конечных продуктов стероидогенеза, их предшественников и метаболитов, а также их значимых соотношений выявил достоверное снижение среднего уровня экскреции 5 β -прегнан-3 α ,17,20S-триола (PT), рост – эстриола через месяц изоляции. Уменьшение соотношения DHT/Etio (5 α -дигидротестостерон, DHT; этиохоланолон, Etio) через 7 месяцев реализовалось за счет резкого уменьшения экскреции DHT. Показано снижение соотношения продуктов 5 α -diol/Epi (5 α -андростандиол, 5 α -diol; эпитестостерон, Epi) в суточной моче через 11 месяцев; данное изменение сохранялось до конца эксперимента. Также к концу изоляции достоверно уменьшалось соотношение 5 α /5 β (5 α -андростандиол/5 β -андростандиол). Выявлено, что уменьшились все соотношения, связанные с эпитестостероном. Снижение соотношений с эпитестостероном, таких как T/E, A/Epi, 5 α -diol/Epi DHT/Epi, вероятнее всего объяснялось увеличением относительного синтеза эпитестостерона во время изоляции. После нее образование тестостерона также выражено увеличивалось. Возможно, оба эти эффекта взаимосвязаны, поскольку наряду с увеличением экскреции тестостерона и эпитестостерона, отмечено повышение экскреции эстриола (женского полового гормона). В совокупности это может говорить об определенном негативном влиянии условий изоляции на биосинтетические процессы половых стероидов со сдвигом их активности в сторону ароматизации тестостерона до эстрогенов. Эта гипотеза поддерживается наблюдением, что все те соединения, которые значатся в числителе значимо уменьшившихся соотношений, являются метаболитами тестостерона.

УРОВНИ ПЛАЗМАТИЧЕСКИХ БЕЛКОВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ С ИЗОЛЯЦИЕЙ: ПРОЕКТ «МАРС-500» И ЭКСПЕРИМЕНТ HUBES

Ларина О.Н., Беккер А.М.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Белки плазмы крови имеют существенное значение для поддержания гомеостаза и успешной адаптации организма человека к измененным условиям среды. В рамках программы «Марс-500» определение концентраций белков плазмы проводилось в экспериментах продолжительностью 520 и 105 сут. Измерения показали, что в 105-суточном эксперименте динамика исследованных белков (α 1-анти-трипсина (α 1-AT), α 2-макроглобулина (α 2-M), гаптоглобина (Hr), α 1-кислого гликопротеина (α 1-AGP)) соответствовала тенденциям, наблюдавшимся на начальном этапе пребывания испытуемых в замкнутом пространстве во время 520-дневной изоляции: уровни двух первых белков оставались достаточно стабильными, тогда как содержание α 1-AGP и Hr заметно снижалось, причем в обоих экспериментах вслед за фазой снижения Hr следовало восстановление его уровня в крови, в то время как снижение средней концентрации α 1-AGP прогрессировало в ходе изоляции. В 520-дневной изоляции также выявлено снижение аполипопротеинов А и В (ApoA, ApoB) и трансферрина (Trf). Как показали проведенные эксперименты, большинство исследованных белков у основной части испытуемых реагировало

на условия изоляции снижением концентрации в плазме, но при увеличении длительности воздействия направленность изменений могла смениться на противоположную вследствие адаптивных, а в отдельных случаях, возможно сезонных, изменений метаболизма и системы синтеза белков плазмы.

Отмеченное ранее в 135-суточной изоляции (программа HUBES) 40 %-ное снижение содержания α 1-АТ и α 2-М резко контрастирует с отсутствием заметных сдвигов этих показателей в аналогичные сроки изоляционного воздействия в обоих экспериментах «Марс-500», в то время как степень снижения Нр была приблизительно одинакова во всех трех исследованиях.

Результаты предполагают, что масштабирование обитаемого пространства экспериментального комплекса и совершенствование режима профилактических мероприятий позволило смягчить воздействие изоляции на белковый состав плазмы крови.

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО ОБИТАНИЯ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ НА ПАРАМЕТРЫ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОГО ГОМЕОСТАЗА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

Левин Г.¹, Попов И.Н.¹, Маркин А.А.², Моруков Б.В.²

¹Берлин, НИИ антиокислительной терапии

²ГНЦ РФ-ИМБП РАН

К неблагоприятным факторам космического полета, воздействующим на организм человека, относятся невесомость, гиподинамия, космическое излучение и психоэмоциональный стресс, обусловленный длительным пребыванием в замкнутом пространстве. Все факторы влияют на интенсификацию свободно-радикальных процессов в организме, что отрицательно сказывается на состоянии здоровья и работоспособности космонавтов. Эксперимент «Марс-500» предоставил уникальную возможность оценить влияние факторов гермообъема на вышеуказанные процессы. Для этого в динамике изоляции отбирались пробы гепаринизированной плазмы крови, которые были заморожены и анализировались после окончания эксперимента.

Анализ проводился по ранее описанной схеме [Popov et al., 2003] с помощью метода термоиницированной хемилуминесценции (www.minilum.de). Измерялись следующие параметры: ACW – суммарная антиокислительная емкость водорастворимых компонентов плазмы крови, ASC – антиокислительная емкость аскорбата, UA – антиокислительная емкость мочевой кислоты, AOW – остаточная антиокислительная емкость неидентифицированных веществ, ARAP – антирадикальная активность (липо)протеинов как параметр степени их окислительного повреждения [Popov et al., 1999], ACL – антиокислительная емкость жирорастворимых антиоксидантов, около 80 % которой принадлежат витамину Е как сумме α - и γ -токоферолов.

Полученные данные дискутируются с учетом физиологических и биохимических параметров, полученных другими участниками эксперимента.

Список литературы: Popov I., Popov M., Lewin G.: Assessing the risk of diseases by means of oxidative stress parameters of blood plasma. In: D. Galaris (Ed.) Free Radicals and Oxidative Stress: Chemistry, Biochemistry and Pathophysiological Implications. Proceedings of the Meeting of the Society for Free Radical Research. Medimond, Ioannina, 2003, p. 219–223.

Popov I., Lewin G.: Photochemiluminescent detection of antiradical activity. VI. Anti-oxidant characteristics of human blood plasma, low density lipoprotein, serum albumin and aminoacids during *in vitro* oxidation. Luminescence 14 (1999), p. 169–174.

РАСТЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ СЖО И ИНТЕРЬЕРА МАРСИАНСКОГО ЭКСПЕДИЦИОННОГО КОРАБЛЯ

**Левинских М.А., Сычев В.Н., Кареткин А.Г., Поддубко С.В., Нефедова Е.Л.,
Сигналлова О.Б., Дерендяева Т.А.**

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Многочисленные эксперименты по выращиванию растений, проведенные в последние 20 лет на борту ОК «Мир» и Международной космической станции, показали, что условия космического полета не оказывают воздействия на рост и развитие высших растений. Это позволяет говорить о возможности выращивания овощных и декоративных культур и на борту марсианского экспедиционного корабля. В рамках эксперимента по подготовке межпланетной миссии проведен эксперимент по отработке систем жизнеобеспечения предполагаемой экспедиции. Одним из элементов этой системы являлась оранжерея для выращивания овощных растений. В данной оранжерее испытатели выращивали растения редиса, мизуны, укропа, щавеля, томатов, сладкого перца, лука шаллота. В результате экспери-

мента установлено, что в условиях замкнутого гермообъема с экипажем из 6 человек возможно получение полноценной биомассы растений для пополнения рациона питания при выращивании растений. Продуктивность растений не отличалась от данных, отмеченных в предварительно проведенных лабораторных контрольных экспериментах. Анализ качества растительной биомассы выявил ее соответствие гигиеническим нормативам по показателям микробиологической безопасности: количество аэробных микроорганизмов на поверхности листьев и плодов не превышало 15 000 на 1 г сырого вещества.

В эксперименте по имитации марсианской экспедиции помимо овощной оранжереи использовалась оранжерейная установка «Aerogarden», расположенная в кают-компании. Установка может быть использована для культивирования цветочных, пряно-вкусовых и овощных растений. Экипажем было проведено три посева растений в установке 'Aerogarden'.

Следует отметить, что, несмотря на возможность выбора испытатели предпочли выращивать только цветочные культуры. Помимо этого, как и в 105-суточном эксперименте, испытатели успешно провели выгонку цветов гиппеаструмов. В обоих экспериментах данная цветочная культура вызвала повышенный положительный интерес у испытателей. Эти данные подтверждают гипотезу о том, что важность включения в системы обитания биологических объектов связана не только с удовлетворением утилитарных потребностей в еде или витаминах, но с глубинными потребностями человека в общении с живым.

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ И ГАЗООБМЕНА У МАГАДАНСКОЙ ГРУППЫ УЧАСТНИКОВ САТЕЛЛИТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Максимов А.Л., Суханова И.В., Вдовенко С.И.

Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, Магадан

В рамках проекта «Марс-500», помимо методик, включенных в общий протокол проведения параллельных исследований, проводимых в различных регионах РФ, нами было проведено изучение сезонных и межгрупповых перестроек показателей функции внешнего дыхания (ФВД) и газоанализа у жителей г. Магадана в период с июня 2010 по октябрь 2011 года. Из участников проекта (20 чел.) были выделены, на основе показателей вариабельности кардиоритма, 2 подгруппы: 1-я – мужчины с преобладанием ваго-нормотонической активностью ($n = 11$, возраст $31,6 \pm 1,2$ лет, масса тела $78,9 \pm 2,6$ кг.) и 2-я – лица с симпатотонической активностью ($n = 8$, возраст $29,3 \pm 1,1$ лет, масса тела $74,9 \pm 2,4$ кг.).

При анализе ФВД было установлено, что на протяжении всего периода показатели ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, МОС_{50%}, МОС_{75%}, СОС_{25-75%} находятся ниже должных величин. Для параметров газообмена была выявлена следующая сезонная динамика: ПО₂ увеличивается преимущественно летом – до $298 \pm 10,1$ мл/мин и осенью – до $284 \pm 12,8$ мл/мин, а КИО₂ увеличиваясь летом – до $35,1 \pm 1$ мл/л и снижается осенью – до $33,4 \pm 1$ мл/л.

При этом следует отметить сниженные на 25 % значения КИО₂ относительно нормативных величин. Анализ показателей в зависимости от типа вегетативной регуляции показал, что у симпатотоников наблюдаются более низкие значения ДО, ПО₂ и суточных энергозатрат. Отметим, что в 1-й подгруппе, показатели ФВД и газоанализа в меньшей степени были подвержены сезонной динамике. Нами были отмечены изменения проходимости крупных и мелких бронхов с пиком повышения их значений в зимний период года (ноябрь, декабрь) – до $104 \pm 6,1\%$ и $93 \pm 5,3\%$ и с понижением в весенний период года (апрель, май) – до $100 \pm 5,6\%$ и $78 \pm 5,5\%$ соответственно.

При этом, в феврале наблюдается повышение до $3,6 \pm 0,1\%$ показателя содержания СО₂ в выдыхаемом воздухе. Во 2-й подгруппе в годовом цикле была установлена более выраженная динамика изучаемых показателей, при этом наблюдалось статистически значимое увеличение энергозатрат весной (март) – до $1,3 \pm 0,1$ ккал/мин и осенью (сентябрь, октябрь) – до $1,45 \pm 0,1$ ккал/мин, а в летний период (июнь, июль) – дыхательного объема – до 702 ± 64 мл, минутного объема дыхания – до $8,9 \pm 0,3$ л/мин.

Таким образом, установлено, что сезонная динамика изменения функциональных показателей связана с типом вегетативной регуляции, что необходимо учитывать при оценке и сравнении результатов, полученных в других группах участников спутникового исследования, проводимого в рамках проекта «Марс-500».

ОСОБЕННОСТИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Маламуж С.С., Тихонова Г.А.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Цель исследования – оценить влияние факторов длительной изоляции на состояние органов полости рта человека с помощью современных средств стоматологического контроля.

Материал и методы. Изучено состояние полости рта у 18 добровольцев-испытателей в возрасте от 25 до 38 лет в серии экспериментов проекта «МАРС-500». У всех членов экипажей до начала экспериментов была проведена санация полости рта.

На этапе предварительного отбора выявлялись прогностически важные критерии стоматологического здоровья кандидатов. Проводился сбор анамнеза, анкетирование, визуальный осмотр челюстно-лицевой области и полости рта, анализировались ортопантограммы и прицельные рентгеновские снимки зубов; для изучения индивидуальных особенностей смыкания зубов использовались диагностические модели челюстей. Специально для эксперимента «Марс-500» был разработан алгоритм стоматологического обследования с привлечением средств телемедицины и фотомониторинга, которые позволили объективно оценить стоматологический статус участников эксперимента на этапах адаптации. Использовались также средства бактериологического контроля.

Результаты. В ходе динамического наблюдения диагностированы изменения слизистой оболочки и зубов у части испытуемых, более выраженные в эксперименте с 520-суточной изоляцией. Наиболее вероятно, что обнаруженные патологические изменения были обусловлены исходным индивидуальным стоматологическим статусом испытуемых. Они также являлись результатом нарушения правил гигиены из-за снижения мотивации. Отсутствие мотивации к поддержанию гигиенической чистоты полости рта мы, в том числе, склонны относить к проявлениям астенизации организма в условиях длительной изоляции. Индивидуально скорректированные программы профилактической помощи на этапах изоляции позволили нивелировать диагностированные состояния; неотложная медицинская помощь не оказывалась.

Имелась четко обозначенная тенденция к развитию явлений адаптации слизистой оболочки полости рта, более выраженная с увеличением продолжительности сроков экспериментов.

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕМЕ

Маркин А.А., Журавлева О.А., Морук Б.В., Кузичкин Д.С., Заболотская И.В., Вострикова Л.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В экспериментах с изоляцией продолжительностью 105, 135 и 240 сут, имитирующих условия длительных орбитальных полетов, были исследованы основные закономерности изменений обмена веществ у человека, вызванных действием комплекса факторов гермообъема [Маркин, Строгонова, Вострикова и др., 1997; Маркин, Журавлева, Вострикова и др., 2001; Маркин, Журавлева, Морук и др. 2010]. В этой связи представляет закономерный интерес изучение метаболических реакций в эксперименте, моделирующем дальний межпланетный полет.

У шести испытуемых-добровольцев в динамике 520-суточной изоляции в гермообъеме проводили биохимические исследования крови по 41 показателю, результаты которых позволили оценить состояние органов и тканей, а также отдельных сторон обмена веществ.

Установлено, что все значения исследованных показателей не выходили, в основном, за границы диапазона физиологической нормы. Сдвиги, наблюдающиеся обычно при длительных космических полетах, были выражены в минимальной степени: повышалась активность трансаминаз, наблюдалась тенденция к снижению уровня мочевой кислоты, железа, и креатинина. Большинство изменений, имевших место в предыдущих экспериментах с длительной изоляцией, отмечено не было: отсутствовало повышение уровня холестерина с перераспределением содержания его фракций, не было увеличения концентрации билирубина; не наблюдалось признаков снижения интенсивности белкового, азотистого, энергетического обмена. Не отмечалось ослабления функций скелетной мускулатуры, миокарда, поджелудочной железы, желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, длительное воздействие на организм комплекса факторов гермообъема в эксперименте «Марс-500» адекватно компенсировалось испытуемыми, не приводило к выраженным изменениям обмена веществ и не влияло на состояние органов и тканей.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛОР-ОРГАНОВ ДОБРОВОЛЬЦЕВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕЖПЛАНЕТНЫМ КОСМИЧЕСКИМ ПОЛЕТАМ

Мацнев Э.И., Сигалева Е.Э., Тихонова Г.А.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Опыт медицинского контроля за состоянием ЛОР-органов у добровольцев в ранее проведенных камерных экспериментах, в том числе в годовом медико-техническом эксперименте по изучению обитаемости человека в условиях длительной изоляции с экспериментальными системами жизнеобеспечения [Бурназян и соавт., 1969], свидетельствует о возможной индивидуальной реакции ЛОР-органов отдельных добровольцев в этих условиях. Отмеченные изменения, в целом, характеризовались тенденцией к нарастающей сухости слизистой оболочки полости носа и верхних дыхательных путей, наличием скопления серных масс в наружных слуховых проходах, умеренных изменений функции обоняния (по типу сенсбилизации), временного (или постоянного) повышения порогов слуха, связанного с повышенным акустическим фоном в гермообъеме [Мацнев и соавт., 1971; 2003]. В настоящем сообщении обобщены данные по оценке функционального состояния ЛОР-органов 6 добровольцев в возрасте от 28 до 39 лет (средний возраст 33,5 года), принявших участие в 520-суточном наземном эксперименте, имитирующем некоторые физиологические эффекты полета человека на «Марс» и другие межпланетные полеты. Программа исследований включала экзо-эндоскопическое обследование ЛОР-органов добровольцев до и после завершения эксперимента, динамическую их оценку в процессе длительной изоляции на основе индивидуального опроса на основе телеконференций. В процессе эксперимента отработывалась технология возможности видеоэндоскопического обследования ЛОР-органов (прежде всего отоскопии) непосредственно добровольцами и консультация результатов обследования со специалистом-оториноларингологом. Подобная технология имеет большую перспективу для использования в целях медицинского контроля за состоянием здоровья космонавтов в текущих полетах на МКС и в перспективных межпланетных полетах. Проведенное аудиометрическое обследование добровольцев до и после завершения эксперимента не выявило значимых изменений порогов слуха после длительной изоляции. Выявленный субатрофический фон слизистых оболочек у отдельных добровольцев (в виде преимущественной сухости слизистой полости носа и наложения слизистых и сухих корочек) носил обратимый характер.

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕЙРОМЫШЕЧНОГО СТАТУСА УЧАСТНИКОВ НАЗЕМНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500» В ТЕСТЕ НА ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ МЫШЕЧНОГО УСИЛИЯ

Мейгал А.Ю.¹, Смолиевский А.Е.², Фомина Е.В.²

¹ Петрозаводск, ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Испытуемые ($n = 6$), по двое в течение 70 сут выполняли силовые и циклические упражнения на одном из 6 тренажеров (MDS, эспандеры, вибротренажер, велоэргометр, активная и пассивная беговая дорожка) в условиях 520 сут изоляции в гермообъекте, имитирующем космический корабль. На 35- и 75-й день каждого тренировочного периода регистрировали интерференционную ЭМГ (иЭМГ, 25 сек) (ООО Нейрософт, Иваново, РФ) мышц левой ноги: *mm. vastus lat. (VL)*, *tibialis ant. (TA)*, *gastrocnemius med. (GM)*, *soleus (Sol)*. Самоклеящиеся электроды располагали над основной массой мышцы, место прикрепления отмечали. Анализировали среднюю частоту (MNF, \pm SD, Гц) и ЭМГ. Всего проведено 15 циклов измерений. Каждый испытуемый прошел два периода отдыха от упражнений (по 35 дней). MNF и ЭМГ информативны при оценке нейромышечного статуса, и позволяют выявлять тренировочный эффект и утомление [Farina et al., 2004]. Снижение MNF указывает на усиление синхронизации двигательных единиц, необходимое для развития большей силы.

За время проведения эксперимента двигательная активность испытуемых постепенно снижалась, а MNF имела тенденцию к снижению ($p > 0,05$) на 5–10 Гц во всех мышцах. Sol демонстрировала особую динамику иЭМГ, поскольку MNF в среднем для всей группы испытуемых, изменялась в направлении, противоположном в сравнении с другими мышцами, в течение всех 520 сут эксперимента.

Установлено, что разные типы тренажеров оказали специфическое действие на нейромышечный статус исследованных мышц. В частности, пассивная беговая дорожка вызвала к 70-му дню снижение MNF камбаловидной мышцы до $95,3 \pm 2,9$ Гц, что было ниже на 5–15 Гц по сравнению с другими тренажерами. Тренажер MDS вызвал наибольшее снижение MNF всех остальных мышц ($183,5 \pm 13,1$ для

Gm, $166,2 \pm 16,0$ для TA и $166,4 \pm 30,8$ Гц для VL, что на 5–30 Гц меньше, чем при использовании других тренажеров), не оказав заметного влияния на Sol. Оценив степень снижения частоты для разных мышц и разных типов тренажеров, составили рейтинг эффективности тренажеров от наиболее до наименее эффективных: I. MDS (особенно для TA, Gm и VL); II–III. Пассивная беговая дорожка (особенно для Sol) и велоэргометр; IV–V. Эспандер и вибротренажер; VI. Активная беговая дорожка.

ВЛИЯНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ И КОГНИТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КРОВООБРАЩЕНИЕ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Морева Т.И., Пасекова О.Б., Криушев Е.С., Доброквашина Е.И., Воронков Ю.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В эксперименте с длительной изоляцией проводились исследования динамики мозгового кровообращения и биоэлектрической активности головного мозга под действием нагрузочных проб: метаболической (апноэ) и когнитивных (вербальный и невербальный тесты).

После определения фоновых значений линейной скорости кровотока (ЛСК) по средней мозговой артерии (СМА) поочередно проводили пробы с апноэ; вербальной нагрузкой в виде подбора слов на определенную букву; узнавания предъявленных фигур из проволоки при помощи ощупывания без контроля зрения и опознавание их по картинке – тактильный гнозис [Milner, 1974]. Проводилось мониторингирование кровотока вручную по СМА и непрерывная запись ЭЭГ. Оценивали максимальную (систолическую), минимальную (диастолическую) и среднюю скорость кровотока по СМА с обеих сторон. Расчет спектра ЭЭГ проводился для показателей мощности альфа-ритма (мкВ^2) правого и левого полушарий. Исследование проведено на 6 участниках эксперимента и 5 добровольцах контрольной группы.

При анализе полученных данных оказалось, что реакция кровотока при проведении физиологических и когнитивных нагрузок различалась: при апноэ ЛСК плавно увеличивалась, возвращаясь к прежним значениям при прекращении нагрузки, а в процессе выполнения когнитивных проб ЛСК менялась волнообразно, т.е. происходило периодическое повышение и снижение скорости кровотока, длительность периодов составляла 15–18 сек. Степень изменения кровотока была различной со стороны правого и левого полушария, соответственно предполагаемым зонам активации. Спектральные характеристики ЭЭГ синхронно с показателями кровотока имели характер плавного изменения в ответ на апноэ, десинхронизации при проведении когнитивных проб и практически полного восстановления до исходных показателей при достижении фоновых значений ЛСК.

Выявленная волнообразность (периодичность, ундулирующий характер) динамики мозгового кровообращения при когнитивных процессах требует изучения и будет представлять особый интерес в последующих исследованиях.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА НА ПОВЕРХНОСТИ МАРСА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Моруков Б.В., Демин Е.П., Белаковский М.С., Четвергов К.Г.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

При пребывании экипажа на поверхности Марса основными выполняемыми работами были моделирование работы на марсианской поверхности, моделирование исследований имитатора марсианской поверхности с помощью робототехнического средства «Гулливёр», а также использование компьютерных моделей и технологии виртуальной реальности (эксперименты PRET и VIRTU).

При моделировании внекорабельной деятельности испытателей на имитаторе марсианской поверхности использовались скафандры «Орлан-Э», Предварительно, на базе ОАО НПП «Звезда», кандидаты в члены экипажа были ознакомлены с устройством скафандра и его систем, при этом оценивались индивидуальные возможности и удобство работы в скафандре. Перед периодом изоляции, на имитаторе марсианской поверхности была проведена тренировка по работе в скафандрах, кандидаты в экипаж получили заключительные инструкции и сдали зачет по требованиям безопасности.

Перед периодом высадки на имитатор марсианской поверхности были проведены 3 тренировки в скафандрах с участием испытателей ОАО НПП «Звезда» для отработки конкретной циклограммы работы, согласования системы связи между участниками выхода и системы медицинского контроля. По результатам каждой тренировки экипаж был информирован, ему были переданы комментарии и видеоматериалы, и каждая последующая тренировка планировалась с учетом вопросов и замечаний

экипажа. Перед первым выходом на поверхность «марсианский десант» провел пробный выход в шлюзовую отсек, повторил процедуру «вхождения» в скафандр, проверил связь и систему медицинского мониторинга.

В соответствии с программой было осуществлено 3 выхода из имитатора посадочного модуля ЭУ-50 на имитатор марсианской поверхности, а именно: 14, 18 и 22 февраля 2011 года. Для каждого выхода была разработана оригинальная циклограмма. Типовыми задачами при выходах являлись сбор образцов грунта с поверхности имитатора, работа с астрофизическими приборами. При выходах использовалось оборудование, разработанное РКК «Энергия» для лунной программы, и научное оборудование, предоставленное ИКИ РАН. В процессе третьего выхода была оценена возможность подъема испытателя в вертикальное положение после его падения на грунт.

Все работы по моделированию деятельности на поверхности Марса были проведены испытателями успешно с полным выполнением запланированной циклограммы.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАРСИАНСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО СРЕДСТВА «ГУЛЛИВЕР»

Моруков Б.В.¹, Ивченко В.Д.¹, Моруков И.Б.¹, Кузнецов А.Б.²

¹ ГНЦ РФ–ИМБП РАН

² Московский государственный университет приборостроения и информатики

Работа человека на поверхности осваиваемых планет требует высокой эффективности и высокого уровня функциональной работоспособности. Длительное пребывание в условиях микрогравитации в период межпланетного перелета и ограниченное возможностями системы жизнеобеспечения время работы космонавта в скафандре лимитируют продолжительность деятельности вне спускаемого модуля. Применение дистанционно управляемых робототехнических средств значительно расширяет возможности десанта, обеспечивая выполнение части исследовательских и операционных задач.

В эксперименте с 520-суточной изоляцией моделирование работы робототехнического средства на имитаторе марсианской поверхности проводилось с помощью ровера «Гулливвер». При его проектировании учитывалось, что экипажу нужно будет осваивать работу с роботом самостоятельно, непосредственно перед высадкой, что определяло необходимость простоты управления и быстроту обучения. Следует отметить, что ровер «Гулливвер» обеспечивает видеоизображение поверхности, расстановку и сбор мобильных датчиков и образцов грунта с помощью манипулятора, мониторинг параметров среды обитания с помощью оборудования, установленного на самом роботе.

Управление робототехническим средством «Гулливвер» осуществлялась из модуля, моделирующего посадку на поверхность Марса, с выбранного экипажем компьютера. В работе принимали участие все члены «марсианского десанта». Подготовка к этому операционному эксперименту занимала 2–3 занятия по 1 часу. Все участники эксперимента прошли обучение непосредственно перед выходом на поверхность имитатора, для каждой сессии было разработано новое задание и индивидуальный маршрут движения. Задачей являлась установка на марсианской поверхности имитаторов датчиков для измерения параметров окружающей среды, сбор образцов грунта по установленному маршруту, сбор ранее установленных имитаторов датчиков, мониторинг параметров среды обитания.

Использование робототехнического средства «Гулливвер» позволило осуществить некоторые операции возможной деятельности экипажа на имитаторе марсианской поверхности, члены «марсианского десанта» работали заинтересованно и профессионально и успешно справились с заданием.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕМЕ

Моруков Б.В., Кузичкин Д.С., Маркин А.А., Воронцов А.Л., Журавлева О.А., Заболотская И.В., Вострикова Л.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Процесс образования и деградации фибрина, как важнейший компонент регуляции агрегатного состояния крови, играет существенную роль в поддержании общего гомеостаза организма. В условиях 48-суточной изоляции отмечено увеличение содержания фибриногена [Каландарова, Почукаева, 1982], в то время как при 105-суточной изоляции его концентрация статистически значимо не изменялась [Кузичкин и др., 2011].

Целью исследования является характеристика процессов образования и распада фибрина в динамике эксперимента с 520-суточной изоляцией в гермообъеме.

В цитратной плазме 6 испытуемых мужского пола в возрасте от 28 до 39 лет определяли величины тромбинового времени (ТВ), концентрации фибриногена (ФБГ), растворимых фибрин-мономерных комплексов (РФМК), D-димера (ДД), плазминогена (ПГ), тканевого активатора плазминогена (ТАП), тромбомодулина (ТМ); активности факторов II, VIII, XIII (FII, FVIII, FXII) и α_2 -антиплазмина (АП). Взятие биоматериала осуществлялось за 7 сут до начала воздействия, на 60-, 120-, 168-, 248-, 274-, 299-, 360-, 417-е, 510-е сутки изоляции, а также на 7-е сутки периода последствия.

Отмечается достоверное увеличение концентрации ФБГ на 60-е сутки, что, по-видимому, связано с продолжающейся адаптацией к условиям гермообъема. При этом отсутствовали изменения ТВ и активности FII, что указывает на неизменность уровня фибринообразования.

Незначительный уровень РФМК, удлинение ТВ одновременно со сниженной концентрацией ФБГ и повышенной ТМ относительно фона, начиная со 168-х суток эксперимента, указывают на некоторое снижение уровня фибринообразования в этот период. Вероятно, данные изменения связаны с особенностями белкового и липидного обмена во время длительной изоляции [Маркин, 2010]. Вышеперечисленные изменения отражают низкий уровень фибринолиза, что подтверждается близкими к нулю значениями концентрации ДД, ТАП, практически неизменным уровнем ПГ, АП и FXII.

Таким образом, в ходе длительной изоляции в гермообъеме, начиная со 120-х суток воздействия, наблюдается снижение активности процессов фибринообразования на фоне стабильно низкого уровня фибринолиза.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА В СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИЛОТИРУЕМОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА НА МАРС

Моруков Б.В., Холин С.Ф., Е.П. Демин

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Информационная часть системы медицинского обеспечения будет включать объединенную базу данных, экспертные системы, математические модели, вспомогательные средства.

Объединенная база данных представляет систематизированную, удобную для доступа и использования информацию по клинической медицине, медицинским рискам, средствам профилактики, влиянию факторов длительного полета на физиологические системы и работоспособность, параметрам и управлению средой обитания.

Экспертные средства включают специализированные программы и обеспечивают оперативный и долгосрочный прогноз состояния физиологических систем, выбор методов диагностики, методов и режимов профилактики, средств коррекции и оптимизации психофизиологического статуса, лечения возможных заболеваний, управления параметрами среды обитания.

Математические модели обеспечивают оптимальный режим планирования и проведения исследований, существенно повышают возможности анализа и интерпретации результатов и включают модели физиологических систем, профессиональной деятельности и взаимодействия.

Использование данных ресурсов обеспечивает реализацию следующих важнейших функций:

- оперативного и ретроспективного доступа к информации и работы с ее большими объемами;
- прогнозирования состояния конкретного члена экипажа и взаимодействия в системах «оператор–среда обитания» и «оператор–машина»;
- оперативного планирования программы исследований, программируемого выбора оптимального количества измерений, частоты обследований, методов статистической обработки.

Единая система информационной поддержки с указанной структурой и функциями определяет надежность системы медицинского обеспечения пилотируемой марсианской экспедиции, оптимальное функционирование аппаратных средств и оборудования, а также широкие возможности анализа и научно-практического использования результатов.

Предварительный анализ результатов 520-суточного эксперимента в целом и результаты отдельных исследований показали правильность и перспективность как выбранных научных направлений исследований и экспериментов, так и их методического и аппаратно-информационного обеспечения, доступного на данном этапе с учетом дальнейших разработок, развития и совершенствования медико-технических, информационных и программных средств.

МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕМЕ

*Моруков Б.В.¹, Ляпунова Н.А.², Цветкова Т.Г.², Ершова Е.С.², Мандрон И.А.²,
Косякова Н.В.², Вейко Н.Н.², Маркин А.А.¹*

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Москва, ФГБУ Медико-генетический научный центр РАМН

В условиях длительного космического полета организм человека подвергается воздействию разнообразных стрессов. Способность противостоять стрессорным факторам индивидуальна и определяется генетическим статусом. Важную роль в этом процессе играют гены рибосомной РНК (РГ), которые обеспечивают синтез белков в клетке. Общее количество способных к транскрипции РГ (неизменный признак генома каждого человека) в диплоидных геномах варьирует в пределах от 120 до почти 200 копий. Это определяет различия в адаптоспособности разных индивидов. Если сила стресса велика, а адаптивные способности организма недостаточны, наблюдается гибель клеток путем апоптоза, что приводит к накоплению ДНК в плазме крови.

У шести участников эксперимента цитогенетически определена геномная доза РГ по размеру селективно окрашенных нитратом серебра кластеров генов рибосомальной РНК на метафазных хромосомах. Геномная доза РГ у испытуемых варьировала от 144 до 168 копий, что соответствует средней адаптивной дозе. Кроме того, в ходе эксперимента определяли количество внеклеточной ДНК (вкДНК) в плазме крови методом фенольной экстракции и активность транскрипции РГ по изменению количества аргентофильного материала в ядрышках лимфоцитов.

Исходно активность транскрипции РГ проявляла положительную корреляцию с геномной дозой РГ, и в ходе эксперимента в целом не выходила за пределы, характерные для случайной выборки здоровых мужчин среднего возраста. При этом количество вкДНК существенно изменялось. У 5 из 6 испытуемых концентрация вкДНК в течение первых двух месяцев изоляции возрастала в 2,2–4,5 раза, что свидетельствует об усилении апоптоза в результате стресса. Затем концентрация вкДНК снизилась до исходных значений. Особенно выраженное увеличение количества вкДНК (в 3–12 раз) отмечено у 3 испытуемых в период их модельного выхода на Марс. При этом у испытуемого Е количество вкДНК почти в 4 раза превышало значение у двух других. В интервал времени 300–360 дней у всех испытуемых отмечен второй пик увеличения вкДНК в 2,5–3,7 раза. Обнаруженные изменения у 5 из 6 испытуемых снижались до фонового уровня к 7-м суткам периода восстановления.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИММУНИТЕТА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕКТЕ

Моруков Б.В., Рыкова М.П., Антропова Е.Н., Берендеева Т.А., Пономарев С.А.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Одним из факторов, которые могут лимитировать увеличение продолжительности пребывания человека в условиях космического полета, является угнетение иммунологической реактивности. Иммунологические исследования, проводившиеся на протяжении четырех последних десятилетий, показали, что космический полет может приводить к возникновению отклонений в системе адаптивного иммунитета человека. В то же время, одними из базисных показателей функционирования иммунной системы, являются не только параметры активности Т- и В-звеньев адаптивного иммунитета, но и параметры функционирования врожденного иммунитета. Однако вопрос о характере ответа клеточных факторов естественной резистентности в условиях длительного космического полета до настоящего времени остается открытым. Имеющиеся данные малочисленны и касаются только пред- и послеполетных обследований. В связи с этим проблема прогноза функциональных возможностей системы врожденного иммунитета космонавтов на разных этапах марсианской экспедиции несомненно относится к одной из актуальных. Основной задачей данных исследований являлось изучение адаптационных процессов врожденного иммунитета в комплексе с оценкой параметров адаптивного иммунитета у человека, находящегося в течение 520 сут в условиях строгой изоляции в замкнутом гермообъекте. Проведенные исследования не выявили существенных изменений фенотипических характеристик Т- и В-лимфоцитов на протяжении всего эксперимента. Наиболее выраженными и закономерно наблюдающимися уже после 120 сут пребывания в условиях изоляции являются изменения в системе сигнальных образ-распознающих рецепторов врожденного иммунитета – TLR, которые связаны со снижением процента клеток, экспрессирующих на своей поверхности TLR2, TLR4 и TLR6, в популяции циркулирующих моноцитов и нейтрофильных гранулоцитов. Обнаруженные сдвиги могут быть расце-

нены не только как один из признаков истощения функциональных резервов системы врожденного иммунитета, но и как признак «риска» развития во время экспедиции к Марсу у космонавтов атипичных форм воспалительных процессов, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами, которые при нормальном состоянии системы TLR не развиваются.

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА ПРИ ПОЛЕТЕ К МАРСУ. ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

*Моруков Б.В., Баевский Р.М., Берсенева Е.Ю., Берсенева А.П., Черникова А.Г.,
Зенченко Т.А.*

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Введение. Важной предпосылкой успешного осуществления марсианской экспедиции является способность организма человека адаптироваться к условиям длительного космического полета. Анализ состояния организма космонавтов во время и после продолжительного пребывания в невесомости на ОС «Мир» и на МКС не выявил каких-либо патологических отклонений, препятствующих постепенному увеличению длительности пилотируемых полетов. Однако при полете к Марсу следует учитывать еще ряд существенных факторов, среди которых важное место занимают увеличение времени пребывания в космосе до 1,5–2 лет и влияние на организм гипомагнитной среды.

Методы. Параллельно с 520-суточным экспериментом «Марс-500» организованы одновременные обследования групп практически здоровых людей в различных регионах мира с участием добровольцев, выполняющих свою обычную работу и живущих в своих естественных социально-бытовых и производственных условиях. Методология этих исследований основана на принципах донозологической диагностики, предусматривающих выявление предшествующих болезни донозологических и преморбидных состояний, определение риска развития патологии с использованием вероятностных оценок. Объектом исследований были механизмы вегетативной регуляции (на основе анализа variability сердечного ритма) и сердечно-сосудистая система.

Результаты. Создан уникальный банк данных, в котором собраны результаты однотипных исследований, параллельно проведенных в течение 520 дней у испытуемых-членов «марсианского экипажа» и у 126 добровольцев, живущих в естественной экологической обстановке в 12 различных регионах в России, Белоруссии, Казахстане, Германии, Чехии, Канаде и в США.

Заключение. Анализ полученных данных позволит разработать критерии оценки риска развития патологии у будущих членов экипажей на разных этапах длительных межпланетных полетов, а также широко использовать вновь созданную методологию, основанную на донозологическом подходе, в практике здравоохранения для профилактики и ранней диагностики заболеваний у практически здоровых людей, особенно у тех категорий, которые работают в стрессорных условиях. Созданная методология может быть также успешно использована для изучения риска развития патологии при воздействии на организм человека необычных условий гипомагнитной среды.

САТЕЛЛИТНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ» В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Моруков Б.В., Баевский Р.М., Берсенева Е.Ю., Берсенева А.П., Черникова А.Г.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Введение. Целью проводившихся исследований являлось получение научно обоснованных данных о естественной динамике показателей функционального состояния организма в течение длительного наблюдения (1,5–2 года) и сравнение этих данных с результатами аналогичных исследований в 520-суточном эксперименте по программе «Марс-500». При этом изучалось влияние на организм комплекса внешних факторов, и проводилась оценка полученных результатов по сравнению с изменениями функционального состояния организма в относительно стабильных условиях гермокамеры.

Методика. Для проведения медико-экологических исследований использовался аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007», аналогичный такому же комплексу, применяемому в основном эксперименте в гермокамере для обследований членов «марсианского» экипажа. Методология исследования была модифицирована применительно к условиям проведения исследований в естественных производственных и бытовых условиях. В течение всего периода исследований с июня 2010 года по ноябрь 2011 года проведены долговременные медико-экологические исследования в 12 различных регионах (в России, в Белоруссии, в Казахстане, в Германии, в Чехии, в Канаде и в США). В ходе этих

исследований осуществлены записи параметров, характеризующих сердечно-сосудистый гомеостаз, вегетативную регуляцию и самочувствие испытуемых.

Результаты. Показано, что индивидуальная динамика физиологических показателей в значительной степени зависит от влияния факторов окружающей среды. В большинстве случаев максимальные уровни риска развития патологии наблюдаются в осенний период, однако у практически здоровых людей они не превышают безопасного порога.

Заключение. Долговременный донозологический контроль функционального состояния практически здоровых людей, проводившийся в различных регионах мира одновременно с экспериментом «Марс-500», показал, что уровень риска развития патологии во многом зависит от изменений экологических условий (климатические, производственные, социально-психологические факторы). Показано, что показатели вегетативной регуляции могут быть успешно использованы в качестве чувствительных индикаторов риска развития патологии.

ВЛИЯНИЕ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕМЕ НА ХАРАКТЕР НОРМО- И МИКРОПРОТЕИНУРИИ У ЧЕЛОВЕКА

Моруков Б.В.¹, Воронцов А.Л.¹, Маркин А.А.¹, Журавлева О.А.¹, Нестеровская А.Ю.², Кузичкин Д.С.¹

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Москва, Детский центр диагностики и лечения им. Н.А.Семашко

Как в реальном космическом полете, так и при его наземном моделировании почки становятся эффекторным органом воздействия неблагоприятных факторов среды, формируются изменения их экскреторной функции [Григорьев, Хантун, Моруков и др., 2002].

Целью настоящего исследования явилось изучение белкового спектра мочи у испытуемых в динамике эксперимента с 520-суточной изоляцией в гермообъеме.

Для разделения белков суточной мочи испытуемых методом полунативного электрофореза в полиакриламидном геле [Ornstein, Davis, 1964] применена оригинальная модификация [Нестеровская, Воронцов, Потапова, 2005]. Группы фракций объединяли в оценочно-значимые участки фореограммы: белки с молекулярной массой (ММ) < 65 кДа. (тубулярный компонент); белки с ММ > 69 кДа. (гломерулярный компонент); альбумин; трансферрин; белок Тамма-Хорсвала (уромукоид); зона иммуноглобулинов класса G; белки с ММ от 180 до 400 кДа (медленные глобулины).

В начальной стадии эксперимента увеличивалась доля как гломерулярного так и тубулярного компонентов белка мочи, в последующие сроки наблюдалась тенденция к снижению содержания этих белков. Во время имитации выхода на поверхность Марса (244–272 сут) доля тубулярного компонента снижалась, а гломерулярного, включая высокомолекулярные фракции медленных глобулинов и иммуноглобулинов G, росла, при этом отмечалась тенденция к росту содержания альбумина. Данные изменения отражают физиологическую реакцию почек на физические нагрузки сопровождавшие подготовку к выходу и психологический стресс. Относительное содержание трансферрина, начиная со 168-х суток изоляции, стабилизировалось на уровне близком к фоновому. Содержание протекторного гликопротеина почечных канальцев (белок Тамма-Хорсвала) не повышалось. Обнаруженные изменения происходили в рамках физиологических величин.

Таким образом, длительное влияние факторов гермообъема на организм человека приводит к перераспределению белковых фракций мочи, отражающему нормальную физиологическую реакцию почек.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ КРАНИАЛЬНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТНЫХ СРЕД И ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Моруков Б.В.¹, Ничипорук И.А.¹, Васильева Г.Ю.¹, Яров А.С.², Камолов С.Р.¹

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Москва, НПО «Кентавр-Наука»

Основной целью исследований с участием троих здоровых мужчин-добровольцев являлась комплексная оценка разработанного нового безопасного способа наземного моделирования гемодинамических эффектов микрогравитации путем чередования в течение трех суток 8-часовых периодов сна в условиях антиортостаза (-12⁰) и 16-часовых периодов активного бодрствования с применением модифицированных противоперегрузочных костюмов «Кентавр» с регулируемым обжимом мягких тканей живота, таза и нижних конечностей, что позволяло сохранять краниальное перераспределение жид-

костных сред в течение дня во время выполнения заданной деятельности в вертикальном положении тела. Выраженность изменений гемодинамики, вызванных перераспределением жидкостных сред организма и характерных для условий микрогравитации, оценивали путем проведения стандартных активных ортостатических проб (5 мин) утром первых и последних суток комплексного воздействия. Рассчитанные среднегрупповые показатели и динамика индивидуальных измерений свидетельствовали об ухудшении переносимости ортопробы после 60-часового периода краниального перераспределения жидкостных сред, что проявлялось выраженной симпатикотонией, достоверным повышением частоты сердечных сокращений и диастолического артериального давления, снижением пульсового давления и минутного объема кровообращения с результирующим развитием преколлаптоидного состояния у 2 обследуемых, что сопровождалось снижением дофаминергической активности ЦНС и мозгового кровотока. Полученные результаты показали эффективность разработанного способа, а также возможность его использования для моделирования воздействия сниженного по сравнению с земным уровня гравитации, например, на Марсе.

ЭКСПЕРИМЕНТ С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В ГЕРМООБЪЕМЕ: ЗАДАЧИ, СТРУКТУРА, ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ

Моруков Б.В., Белаковский М.С., Демин Е.П., Суворов А.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Эксперимент с 520-суточной изоляцией – завершающий этап серии исследований по программе «Марс-500», включавшей в себя серию исследований с меньшей продолжительностью изоляции и сателлитные эксперименты. Программа «Марс-500» является российским проектом, выполненным с широким международным участием под руководством Роскосмоса и Российской академии наук на базе научно-экспериментального комплекса (НЭК) ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Целью эксперимента является изучение взаимодействия в контуре «человек – окружающая среда» и получение экспериментальных данных о состоянии здоровья и работоспособности человека, находящегося в условиях изоляции в герметично замкнутом пространстве ограниченного объема при моделировании основных отличий и ограничений, присущих марсианскому полету. Для достижения этой цели были сформулированы и успешно решены разнообразные медико-биологические и технические задачи.

Научная программа включала в себя 106 российских и иностранных исследовательских проекта по следующим направлениям: 1. Клинико-физиологические и физиологические исследования (17 российских и 9 зарубежных); 2. Психологические и психофизиологические исследования (16 и 1); 3. Биохимические, иммунологические и биологические исследования (24 и 10); 4. Микробиологические, санитарно-гигиенические и микробиологические исследования (7 и 1); 5. Операционно-технологические эксперименты (10 и 1 соответственно).

Подводя предварительные итоги необходимо прежде всего отметить, что отбор членов экипажа был выполнен успешно. Экипаж сформировался как единая команда, сохранившая свою целостность и работоспособность, во многом благодаря психологической поддержке, что подтверждается как членами экипажа, так и психологическими тестами. Вторым важнейшим результатом явилось сохранение состояния здоровья у всех членов экипажа, что подтверждено врачебно-экспертной комиссией. Третье – все члены экипажа сохранили свою физическую работоспособность на уровне, близком и исходному, благодаря системе профилактики с использованием различных физических упражнений. Все системы НЭКа отработали 520 сут без существенных сбоев. Успешно выполнена вся научная программа, включавшая в себя, в числе прочего, моделирование выхода и разнообразные работы на поверхности Марса с применением скафандров, робототехники и средств виртуальной реальности.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПСИХИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Мякишева Ю.В.¹, Покровский Ю.Л.²

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Российская Медицинская Академия Последипломного Образования МЗ и СР РФ

Существенной проблемой экспериментов с длительной изоляцией и реальных космических полетов является сохранение нейропсихического здоровья. В проекте «Марс-500» использовалась разработанная нами схема психической саморегуляции с системой подготовки и обучения на основе классического метода И.Шульца.

Главными особенностями приемов саморегуляции являются их автономность; возможность применения приемов по требованию ситуации или регулярно, в качестве профилактического средства; после приобретения навыка ауторегуляторное состояние создается за короткий промежуток времени (в течение нескольких минут), в любой обстановке, при любом положении тела и удерживается нужное количество времени.

В процессе модельных экспериментов проекта «Марс-500» нами оценивалось качество приобретенных навыков с помощью 3-уровневого опросника, содержащего перечисление значимых характеристик ауторегуляторного состояния. Для оперативной оценки самочувствия и эмоционального состояния использовался многоступенчатый тест Осгуда. До и после выполнения метода предполагалось измерение основных физиологических параметров (АД и ЧСС).

В данных экспериментах были сделаны следующие наблюдения и получены результаты: 1) Выявлено личностно-индивидуальное отношение к методу саморегуляции испытуемыми своего состояния. 2) Обучаемость методу среди испытуемых также различалась. 3) Качество выполнения аутогенной тренировки, в целом, оценивалось как среднее. 4) На 14-суточном этапе «Марса-500» у всех испытуемых была отмечена тенденция к снижению систолического АД и уменьшению ЧСС после выполнения аутогенной тренировки. 5) Данные теста Осгуда показали улучшение состояния психофизиологической сферы испытуемых на фоне выполнения приемов саморегуляции на всех этапах реализации проекта «Марс-500».

ОТ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ К ПИЛОТИРУЕМОМУ ПОЛЕТУ НА МАРС: МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Нечаев А.П., Моруков Б.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Опыт пилотируемых орбитальных космических полетов, в том числе 438-суточный полет В.В.Полякова, свидетельствует о достаточной эффективности существующей системы их медико-биологического обеспечения. Однако осуществление пилотируемой экспедиции на Марс в силу ее принципиальных особенностей (длительное воздействие невесомости, высокая степень автономности экипажа, высокий уровень радиации и др.) требует создания новых методов, средств и технологий обеспечения жизнедеятельности экипажа, что обуславливает необходимость проведения предварительных исследований в модельных наземных экспериментах, на орбитальных станциях и автоматических космических аппаратах.

В этом контексте Международная космическая станция (МКС) может рассматриваться как испытательная платформа для отработки перспективных методов и средств контроля и прогнозирования здоровья членов экипажа, оказания медицинской помощи, профилактики неблагоприятного воздействия микрогравитации на организм человека, оптимизации деятельности членов экипажа, мониторинга среды обитания и т.п. Несомненная ценность таких исследований заключается в их результатах, полученных непосредственно в условиях реального полета.

В докладе приведен краткий обзор российских медико-биологических экспериментов, а также предложений российских и зарубежных специалистов по использованию возможностей МКС в интересах подготовки марсианской экспедиции.

Однако в среднем полугодовая продолжительность основных экспедиций на МКС, несопоставимая с длительностью марсианской миссии, ограниченные временные ресурсы на выполнение научных программ вследствие занятости экипажа работами по управлению станцией, обслуживанию бортовых систем и др., обуславливают необходимость наземных исследований.

Такие исследования могут проводиться в условиях, моделирующих как отдельные факторы марсианского полета (гипокинезия, иммерсия, перегрузки и др.), так и их сочетанное воздействие (полярные экспедиции, наземные комплексы, подводные объекты и т.п.). Наряду с исследованиями с участием человека должны также проводиться эксперименты на животных для решения проблем обеспечения радиационной и экологической безопасности.

На основе анализа проблем медико-биологического обеспечения марсианской экспедиции в докладе представлены предложения по основным направлениям исследований в орбитальных полетах и наземных экспериментах.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОГО, ИММУНОЛОГИЧЕСКОГО, ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА, ЖИДКОСТНЫХ СРЕД И СОСТАВА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Ничипорук И.А., Васильева Г.Ю., Носков В.Б., Моруков Б.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Основной целью исследований являлось изучение взаимосвязи между нейроэндокринной и иммунной системами, психофизиологическим статусом, изменением состава тела, уровнем двигательной активности в различные периоды 520-суточной изоляции в гермообъекте. До начала эксперимента, каждые 60 сут изоляции и на 7–14-е сутки восстановительного периода в одно и то же время суток у шести здоровых мужчин-добровольцев проводили полисегментную импедансометрию, психофизиологическое обследование и взятие венозной крови. В пробах крови определяли концентрацию тиреоидных и половых гормонов, кортизола, альдостерона, соматотропного гормона (СТГ), лептина, инсулина и С-пептида. Оценка влияния условий изоляции на динамику нейроэндокринной регуляции обмена веществ показала существенное повышение концентрации в крови альдостерона на 168-е и 418-е сутки основного воздействия по сравнению с исходной и 60-ми сутками, что, очевидно, было обусловлено уменьшением суточного потребления натрия с рационом. Период изоляции сопровождался выраженными тенденциями к снижению массы тела, включая ее жировую составляющую, и к повышению уровня гидратации организма, а на 300-, 360-е и 418-е сутки отмечалось достоверное к фону падение концентрации свободного трийодтиронина (FT3) в крови, что могло быть обусловлено адаптацией режима труда и отдыха обследуемых к условиям гермообъекта и свидетельствовало о снижении уровня энергообмена. Оценка обследуемых с различными исходными психофизиологическими показателями и свойствами темперамента показала, что экстравертированные лица в период изоляции отличались от интровертов более высокими значениями концентрации в крови тиреоидных гормонов и кортизола, и низкими уровнями инсулина, СТГ, лептина и альдостерона. При этом экстраверты характеризовались высокой скоростью реакций при меньшей надежности деятельности. Множественный корреляционный анализ выявил положительную связь длительности изоляции с концентрацией в крови пролактина и СТГ, и отрицательную – с уровнями основного обмена, FT3 и лептина. Полученные промежуточные результаты указывают на сохранность физиологических механизмов регуляции обмена веществ и на взаимосвязь нейрогуморальных и психофизиологических показателей организма человека в условиях сверхдлительной изоляции.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ И СОСТАВА ТЕЛА УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

Новиков В.Е., Оганов В.С.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Исследование состояния костной системы участников эксперимента «Марс-500» (до и после) проведено методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA) на серийном клиническом остеоденситометре HOLOGIC Delphi по методике, применяемой также при обследованиях космонавтов. Исследование наиболее информативных участков скелета (по международным стандартам – поясничные позвонки и проксимальный эпифиз бедра) позволяет получить клинически значимые данные о минеральном статусе обследуемого.

Исследование на денситометре по программе «все тело» расширяет исследовательские возможности, позволяет определить соотношения изменений костной массы с массой жира, а также тощей массы (мышцы, жидкости и др.). При этом результаты представлены селективно по таким отделам, как правая и левая рука, туловище, правая и левая нога, голова. В туловище для костной ткани получены данные о содержании минерала и минеральной плотности отдельно для ребер с правой и левой стороны, грудных и поясничных позвонков и костей таза.

Достоверные изменения минеральной плотности поясничных позвонков отмечены только у 3 участников и были разнонаправленными: от +2,6 % до -2,4 %. В то же время в проксимальном эпифизе бедра, в том числе в области шейки, после эксперимента минеральная плотность была достоверно снижена у всех участников. У четырех отмечено увеличение (на 5–9 %) минерализации костей черепа, как и у космонавтов после полетов. У всех участников отмечены потери массы жировой ткани (от 2 до 7 кг, у одного – 20 кг, т.е. в 3 раза больше). Изменения тощей массы (-1, -3 кг) чаще были отрицательными и в конечностях могли быть связаны с предпочтениями к определенному виду физической активности.

Показано, что длительное пребывание в помещении ограниченного объема может привести к снижению минерализации отдельных участков скелета.

В отличие от реальных космических полетов и длительных экспериментов с гипокинезией, проведенных в ИМБП ранее, в эксперименте «Марс-500» не отмечено клинически значимых потерь минеральной плотности (остеопороза, остеопении), что может быть связано с отсутствием моделирования эффектов невесомости.

ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ПРОЕКТУ «МАРС-500»

Орлов О.И.¹, Баевский Р.М.¹, Пугачев В.И.², Берсенева А.П.¹, Черникова А.Г.¹

¹ Institute of biomedical problems RAS, Moscow, Russia

² Company Biocom Technologies, Poulsbo, USA

Введение. В 2009–2011 годах с целью разработки критериев оценки риска развития заболеваний в длительных космических полетах в рамках проекта «Марс-500» были проведены долговременные медико-экологические исследования. Важной особенностью этих исследований было использование телемедицинских технологий.

Материал и методы. Были организованы группы испытуемых-добровольцев в 12 различных регионах мира в России, в Европе и в Северной Америке, которых обследовали одновременно с испытуемыми, которые находились в макете межпланетного корабля при имитации 520-суточного полета к Марсу. Для сбора данных использовался прибор «Экосан-2007», который позволял регистрировать кардиологические, психологические и антропометрические данные и передавать их по электронной почте в аналитический центр. Исследования проводились ежемесячно. В США и в Канаде исследования проводились с помощью разработанного компанией Biocom Technologies прибора Heart Wizard, модернизированного применительно к задачам проекта «Марс-500». Особенностью этого прибора является использование Интернета как для проведения исследований, так и для передачи результатов исследования пользователю. Heart Wizard обеспечивает регистрацию ритма сердца с помощью ушного фотоэлектрического датчика, а также ввод результатов антропометрии и ответов на вопросы об образе жизни и жалобах. Добровольцы самостоятельно проводили исследования еженедельно в домашней обстановке.

Результаты исследований. Создан банк медико-экологических данных, в котором собраны результаты долговременного исследования более 120 добровольцев из разных регионов мира. Предварительный анализ полученных материалов подтверждает гипотезу о тесной связи изменений вегетативного баланса с воздействием на организм различных экологических факторов (погода, производственная обстановка, психоэмоциональный статус и др.).

Заключение. Долговременные медико-экологические исследования по проекту «Марс-500» позволили развить новое научно-практическое направление – телемедицинскую экологию. Полученные результаты имеют важное значение не только для космической медицины, но и для практики здравоохранения.

К ОЦЕНКЕ РИСКА ДЕЙСТВИЯ ГАЛАКТИЧЕСКИХ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ НА НЕРВНУЮ СИСТЕМУ И СТРУКТУРЫ ГЛАЗА В УСЛОВИЯХ МЕЖПЛАНЕТНОГО ПОЛЕТА

Островский М.А.^{1,2}, Красавин Е.А.¹

¹Дубна, Лаборатории радиационной биологии Объединенного института ядерных исследований

²Москва, Институт биохимической физики РАН им. Эмануэля

Возможность длительных полетов вне магнитосферы Земли приводит к рождению новой, нетрадиционной радиобиологии – радиобиологии тяжелых заряженных частиц высоких энергий. Уникальный характер передачи энергии таких частиц биологическим структурам и их повреждающего действия на эти структуры требуют развития как фундаментальных, так и прикладных исследований. Актуальнейшей задачей становится оценки риска повреждающего действия тяжелых заряженных частиц галактического происхождения в условиях длительного полета.

По оценкам специалистов НАСА при полете к Марсу плотность потока частиц с $Z \geq 20$ и энергией 400–500 МэВ/нуклон составляет ~ 160 частиц/см²/сутки. В результате прохождения тяжелой заряженной частицы через ткани организма по ходу трека подвергнуться облучению в высокой дозе может быть одновременно до нескольких тысяч клеток. Для непролиферирующих тканей организма, и, прежде всего, ЦНС и сетчатки глаза такое воздействие может быть критическим в плане сохранения

нормальной функциональной активности системы. В связи с этим, оценка действия тяжелых заряженных частиц на ЦНС и структуры глаза приобретает исключительную актуальность. При этом ЦНС и структуры глаза становятся критическими органами при решении вопросов радиационной безопасности межпланетных полетов.

Экспериментальные исследования на ускорителях тяжелых заряженных частиц позволяют оценить последствия воздействия таких излучений. Немногочисленные данные свидетельствуют о том, что ЦНС является крайне чувствительной к облучению тяжелыми заряженными частицами высоких энергий. Как показано в одном из последних эпидемиологических исследования, выполненных в НАСА, риск возникновения катаракты у космонавтов становится вполне реальным при меньших дозах облучения, чем считалось ранее. В лаборатории радиационной биологии ОИЯИ в Дубне ведутся исследования, направленные на моделирование биологического действия космических видов излучений, на выяснение радиационной опасности для сетчатки (ее фоторецепторных и нервных клеток) и хрусталика глаза.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЬФА-РИТМА ЭЭГ И ПОКАЗАТЕЛИ ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ МИОКАРДА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Пасекова О.Б., Степанова Г.П., Скедина М.А., Ещенко А.И., Воронков Ю.И.

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Целью исследования явилось изучение влияния длительной изоляции (520 сут) на основные характеристики спектра ЭЭГ и морфофункционального состояния миокарда.

Обследовано 6 испытуемых в возрасте 26–38 лет. Регистрировалась фоновая ЭЭГ, показатели миокарда на скрининговом приборе «КардиоВизор-06» (КВ) в процессе отбора в эксперимент, на 1–2-е сутки после его завершения, а также 6 сессий внутри объекта. Анализ ЭЭГ выполнен для биполярных отведений (O2-P4, P4-C4, C4-F4 и O1-P3, P3-C3, C3-F3) затылочно-теменных и лобно-центральных отделов каждого полушария после фильтрации альфа-ритма. Рассчитывались показатели абсолютной мощности альфа-ритма (мкВ^2) с оценкой межполушарных взаимоотношений. При исследовании миокарда регистрировались величины индикаторов «Миокард», «Ритм» и «Код детализации».

По данным ЭЭГ отмечено, что у каждого испытуемого изменения показателей мощности альфа-ритма синхронны по полушариям с некоторым преобладанием по амплитуде поочередно в правом и левом полушарии. У 5 испытуемых (83,3 %) отмечается снижение мощности альфа-ритма в обоих полушариях во 2-й точке регистрации данных (19 сут), у 1-го испытуемого (16,7 %) снижение отмечается в 3-й точке (81 сут). В дальнейшем изменения носили неспецифический колебательный характер, с пикообразным увеличением и снижением в различных точках регистрации данных. В тех же точках по данным «КардиоВизор-06» были зафиксированы изменения показателей цифр «Кода детализации», отображающих реполяризацию обоих желудочков.

Данная динамика показателей предполагает наличие преобладания симпатического вегетативного влияния в начале эксперимента, что, вероятно, указывает на определенную стрессовую нагрузку, с последующим восстановлением показателей и адаптацией всех испытуемых в предложенных условиях длительной изоляции.

АНАЛИЗ ПРОТЕОМА МОЧИ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ СОЛЕПОТРЕБЛЕНИЯ В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ 105-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

*Пастушкова Л.Х.¹, Ларина И.М.¹, Николаев Е.Н.², Кононихин А.С.², Тийс Е.С.³,
Валева О.А.¹, Доброхотов И.В.¹, Иванисенко В.А.³*

¹ ГНЦ РФ-ИМБП РАН

² Москва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук

³ Новосибирск, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук

Белковая композиция жидкостей тела человека крайне пластична, она способна реагировать на различные факторы как окружающей среды, так и изменения во внутренней среде организма. Условия полного контроля жизненного ритма, физической нагрузки и диеты, реализованные в ходе испытаний с изоляцией здоровых добровольцев в гермообъекте в течение 105 сут являлись возможностью для исследования как вариабельности протеомного профиля, так и влияния отдельных условий экс-

перимента на белковый состав мочи здорового человека. С целью изучения протеома мочи здоровых лиц во время их жизнедеятельности в контролируемых условиях 105-суточной изоляции, при воздействии различных режимов солепотребления, исследовали образцы мочи, полученные от 6 здоровых мужчин без вредных привычек в возрасте от 26 до 41 года. Обследуемые участвовали в эксперименте со 105-суточной изоляцией в гермообъекте в наземном экспериментальном комплексе ИМБП РАН.

Режим солепотребления в ходе эксперимента был фиксированным (однако меняющемся в пределах физиологической нормы). Анализ белкового состава проб мочи, выполненный методом точных массовых меток и времени удержания пептидов в хроматографической колонке, позволил выявить более чем 2000 пептидов, среди которых было обнаружено 690 протеотипических. Всего было идентифицировано около 600 белков, пополнивших базу данных белков мочи здорового человека. На основании полной базы данных Tissue-specific Gene Expression and Regulation (TiGER), в периоды различного солепотребления, показана принадлежность выявленных белков различным тканям организма. Программа ANDVisio позволила выявить белки, ассоциированные с процессами обмена натрия. Таким образом, опробованный в работе биоинформационный метод анализа данных протеомных исследований позволяет выявить белки, являющиеся важными участниками физиологических процессов, и реагирующими на определенный фактор эксперимента.

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕОРИИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО РИСКА В ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТАХ

Петров В.М., Тимме Е.А.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

При освоении человеком Луны и, в особенности, при осуществлении Марсианских экспедиций особую роль будет играть прогнозирование медицинских рисков, среди которых одним из наиболее значимых, является эргономический риск.

Под **эргономическим риском** мы понимаем вероятность гибели космонавта или, в более общем случае, нанесения вреда его здоровью, произошедшего вследствие ошибки (ошибок) в действиях космонавта, возникшей в результате воздействия неблагоприятных факторов полета на его организм.

Основу для оценок эргономического риска могут составить эмпирические данные, полученные в результате анализа причин и характера ошибок, возникающих в деятельности космонавтов во время полета и в результате проведения специальных экспериментов, а также закономерности и теоретические модели влияния различных факторов (невесомости, длительной изоляции, воздействия радиации и т.д.) на работоспособность и качество деятельности космонавтов, на частоту и значимость совершаемых ими при этом ошибок.

Данная задача представляется крайне сложной, при этом основными проблемами, требующими решения, являются:

- разработка адекватной классификации видов деятельности космонавта и критериев оценки ее значимости с точки зрения прогнозной оценки эргономического риска;
- построение теоретических и имитационных моделей воздействия факторов космического полета на работоспособность и качество деятельности космонавта;
- выявление причинно-следственных связей анализируемых факторов, построение на их основе и последующий анализ деревьев ошибок и деревьев событий, реализация которых приводит к возможности появления рассматриваемых неблагоприятных исходов;
- разработка методики количественного расчета эргономического риска за полет в целом и на отдельных его этапах.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО БАЛАНСА В БИОСУБСТРАТАХ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

*Пирузян Л.А.¹, Протасова О.В.¹, Максимова И.А.¹, Моруков Б.В.², Протасов С.В.³,
Ушаков И.Б.²*

¹Москва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

³Санкт-Петербург, Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека" Федерального медико-биологического агентства России

Методом атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной аргоновой плазмой измерялось содержание Al, As, Ag, Li, B, Ba, Bi, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Mg, Mn, Na, Ni, Mo,

P, Zn, Se, Tl, Pb, Sr, S, Si, Hg, V, Ti, Ge, Sc в суточной моче и в волосах. В сыворотке крови и ее ультрафильтрате определяли содержание Mg, Ca, P, Cu, Fe, Zn, K, S, B, Mo, Se, стабильного Sr. Выбор определяемых макро- и микроэлементов для сыворотки крови обусловлен классификацией неорганических ионов по степени их изученности, информативности и четкости референтных значений. Показано, что изменение содержания Mg, Ca и P в сыворотке крови на протяжении эксперимента происходит за счет их физиологически активных форм – ультрафильтруемых фракций. Определение меди наиболее информативно в сыворотке крови, поскольку ее количество эквивалентно величине церулоплазмينا. Исследование содержания общей и ультрафильтруемой сывороточной меди позволило получить данные даже о незначительных изменениях содержания церулоплазмينا. Значительных изменений содержания в сыворотке крови Fe, Zn, S, B, Mo, Se, стабильного Sr не выявлено на протяжении всех этапов исследования.

Установлено, что содержание калия в сыворотке крови снижается по сравнению с фоновыми показателями через 30 сут эксперимента и остается ниже фоновых значений на протяжении всего исследования. Выявлены некоторые закономерности экскреции макро- и микроэлементов с мочой в условиях модельного эксперимента – на первом этапе исследования в большинстве исследованных образцов суточной мочи увеличивается выделение Ca, Mg, Cu, K, Li, Sr, Zn, Mo, Li, Se по сравнению с фоновыми показателями.

На последующих этапах эксперимента эти показатели снижаются до фоновых значений. Выделение с суточной мочой токсичных микроэлементов – As, Ag, Ba, Bi, Be, Ga, In, Cd, Tl, Hg, V, Ti, Sc на всех этапах исследования не выявлено.

Отмечены индивидуальные особенности изменений макро- и микроэлементного равновесия в условиях модельного эксперимента «Марс-500».

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЛЮДЕЙ ДЛИННОПЕРИОДНЫХ ГАРМОНИК НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ПРОМЕЖУТКОВ МЕЖДУ ДНЯМИ РОЖДЕНИЙ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РОДСТВЕННИКОВ И СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ КОСМОНАВТОВ ПРИ ДАЛЬНЕМ КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ ПУТЕМ ВОССОЗДАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ДЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ФОНА

Погосян Г.В.

Ереван, Институт Биохимии им. Г. Бунятыана НАН Республики Армения

Ввиду неизученности пребывания человека при отсутствии недавно обнаруженных в спектрах геофизических сверхнизкочастотных электромагнитных колебаний, соответствующих механическому приливному подъему и опусканию земной коры, известных из теории земных приливов главной лунной M2 (период 12 ч 25 мин) и главной солнечной S2 (период 12 ч) полусуточных волн, при межпланетном пилотируемом полете необходимо решить задачу защиты здоровья космонавтов, включая ограждение их от дисфункций эндокринной системы, многие процессы в которой при жизни на поверхности Земли происходят под влиянием природных ритмозадающих факторов. Проведенное методом Монте-Карло математической статистики, исследование временных промежутков между днями рождений генетических родственников выявило явление неполной случайности распределения дней рождений среди генетических родственников относительно длиннопериодных гармоник земных приливов – солнечной эллиптической волны Sa с периодом аномалистического года (365,259640 сут) и солнечной деклинационной волны Ssa с периодом половины тропического года (182,621095 сут). Предполагается влияние и других гармоник – лунной эллиптической волны Mm с периодом аномалистического месяца (27,554551 сут) и лунной деклинационной волны Mf с периодом половины тропического месяца (13,660791 сут), а также волн с периодами половины (14,765294 сут – новолуние–полнолуние) и целого (29,530588 сут) синодического месяца.

Воздействие на людей указанных регулярных космо-геофизических колебаний, возможно, происходит из-за вариаций электрохимических свойств воды, из которой на большую часть состоят живые организмы, что благодаря электро-пермеабилитации вызывает вариации интенсивности секреции гормонов, в том числе половых (тестостерон), которые отвечают также за трудоспособность и волевые качества человека.

Таким образом, изучение возможности воссоздания фона естественных сверхнизкочастотных электромагнитных колебаний требует пристального внимания с точки зрения сохранения здоровья космонавтов при дальнем космическом полете.

РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ С УЧЕТОМ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОЦЕНКИ СРЕДЫ И СРЕДСТВА ПРОТИВОМИКРОБНОЙ ЗАЩИТЫ

Поддубко С.В., Новикова Н.Д., Зарубина К.В., Харин С.А., Шумилина Г.А., Супрунова Ю.В., Татаркина Л.Н.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Одним из условий автономной жизнедеятельности людей в условиях длительного пребывания в объектах с искусственной средой обитания, включая будущие межпланетные экспедиции, является обеспечение санитарно-микробиологической безопасности среды обитания, что предусматривает поддержание оптимальных уровней микробной обсемененности воздуха и поверхностей интерьера и оборудования, постоянный и надежный контроль за микробиологическими параметрами среды, наличие адекватных мер противомикробной защиты.

При осуществлении пилотируемых межпланетных экспедиций, включая автономную жизнедеятельность экипажа при полете на Марс, в связи с отсутствием возможности отправки отобранных образцов на Землю, система мероприятий и методов обеспечения контроля и управления состоянием микробиологической обстановки на борту космического корабля должна обеспечить возможность проведения необходимых исследований и обработку полученных результатов непосредственно членами экипажа на борту космического аппарата.

В период проведения эксперимента «Марс-500» был осуществлен микробиологический мониторинг состояния среды обитания герметично замкнутого объекта применительно к условиям длительной автономной жизнедеятельности экипажа. Для этого был использован новый подход к микробиологической диагностике внутренних поверхностей герметично замкнутых объектов (на основе метода «отпечатков»), создан и апробирован образец оборудования – «Устройство экспресс-диагностики состава микрофлоры». Для предотвращения и купирования процессов микробиологических повреждений в ходе проведения эксперимента «Марс-500», помимо штатного средства пролонгированного действия, обладающего фунгицидным эффектом и входящим в состав комплекта «Фунгистат», было апробировано новое экологически безопасное дезинфицирующее средство «Велтогран», полученное на основе передовых нанобиотехнологий. Результаты проведенных исследований показали, что дезинфицирующее средство «Велтогран» обладает выраженным антимикробным эффектом, а также антикоррозионной активностью.

Испытанные методы и средства могут найти широкое применение в пилотируемой космонавтике, включая будущие межпланетные экспедиции.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПАТОГЕННЫХ ФАКТОРОВ В ПРОБАХ КРОВИ ИСПЫТАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «Марс-500»

Протасова Г.А., Попов В.Б., Шабашева Л.В., Протасов С.В.

Санкт-Петербург, ФГУП Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека Федерального медико-биологического агентства России

В работе представлен комплексный подход для выявления и оценки патогенных факторов неизвестной этиологии в шести пробах крови испытуемых в условиях модельного эксперимента «Марс-500». Комплексность подхода определялась одновременной оценкой морфопатогенных, цито- и генотоксических факторов при использовании одной и той же пробы крови. Исследования проведены на трех моделях: культурах до- и постимплантационных эмбрионов грызунов и культуры лимфоцитов периферической крови человека. Культивирование эмбрионов проводили в образцах сывороток крови, взятых после окончания 500-дневного модельного эксперимента; в качестве контроля использовали кровь доноров. Основными критериями оценки деструктивных изменений у эмбрионов, являлись летальный, дисморфогенный и ингибирующий ростовые процессы эффекты.

С использованием культуры лимфоцитов оценивали генотоксический (микроядерный тест, comet assay) и цитотоксический эффекты (частота многоядерных клеток, митотическая активность, цитостатический эффект, апоптозы). Выявляемые эффекты, как свидетельствует практика использования данных подходов, обусловлены появлением в крови человека патогенных факторов, (токсические концентрации химических веществ, продукты их биотрансформации, продукты деструкции клеток и т.п.).

Изменения уровня и состава этих факторов в крови, модифицируют характер и тяжесть поражения культивируемых клеток и эмбрионов, что позволяет оценивать их наличие в крови человека. Экспе-

рименты с до- и постимплантационными эмбрионами показали присутствие токсических факторов, вызывающих 100 %-ный летальный эффект в сыворотке крови пробы № 2. Развитие дробящихся зародышей в пробах сывороток крови № 1, 3–6 не отличалось от развития в донорской крови. Развитие постимплантационных эмбрионов в образцах сывороток крови №№ 1, 3–6 было заторможено ($p < 0,05 - p < 0,001$).

Оценка цитотоксичности выявила значительное снижение митотической активности ($p < 0,001$) и увеличение числа пикнотических (№№ 4–6) и апоптотических клеток (№№ 1, 4–6). Оценка генотоксичности выявила некоторое увеличение частоты микроядер (№ 5, 6), результаты ДНК comet assay, полученные в щелочном и нейтральном гелях, показали достоверное увеличение одно- и двунитевых разрывов ДНК в пробах №№ 2 и 5.

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБОРА HEART WIZARD MARS-500

Пугачев В.И.², Орлов О.И.¹, Баевский Р.М.¹, Берсенева А.П.¹, Черникова А.Г.¹, Баевский А.Р.³, Исаева О.Н.¹

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Company Biocom Technologies, Poulsbo, USA

³Company Autosan Health Technologies Inc., Toronto, Canada

Введение. Долговременные медико-экологические исследования, проводились в рамках космического эксперимента «Марс-500» одновременно в 12 регионах мира, в том числе в Канаде и в США. В Северной Америке использовался прибор Heart Wizard (производство американской компании Biocom Technologies), который позволяет проводить измерения с помощью ноутбука, подключенного к Интернет-сети.

Методика. Удобство прибора Heart Wizard состоит в том, что источником информации в нем служат не электроды для съема ЭКГ-сигналов, а фотоплетизмограмма, регистрируемая с мочки уха при помощи оптического датчика. Канадской компанией Autosan Health Technologies Inc., было создано дополнительное программное обеспечение, позволяющее вычислять ряд показателей variability сердечного ритма (BCP), определять риск развития патологии по вероятностным оценкам состояний физиологической нормы, донозологического и преморбидного состояний.

Результаты исследований. Главный результат проведенных исследований заключается в том, что при различных исходных состояниях здорового человека ухудшение его самочувствия при стрессорных воздействиях факторов окружающей среды проявляется снижением вероятности состояния «норма» и ростом вероятности донозологических и преморбидных состояний. Одним из важных индикаторов ответа организма на стрессорное воздействие является индекс напряжения регуляторных систем (стресс-индекс), который хорошо отражает изменения функционального состояния и значительно более чувствителен, чем традиционная частота пульса.

Заключение. Новая методология, в которой традиционное вычисление показателей BCP сочетается с оценкой вероятности различных функциональных состояний и открывает возможность эффективного наблюдения за состоянием здоровья человека в изменяющихся условиях окружающей среды. Особую важность при этом приобретает то, что необходимая информация может быть получена с помощью простого и широкодоступного прибора Heart Wizard, который пригоден к использованию в любых, в том числе в домашних условиях.

ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Ревякин Ю.Г.¹, Попова И.И.², Орлов О.И.², Богославский В.Е.³

¹Учебно-исследовательский Центр космической биомедицины, Москва, Россия

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

³Компания «ДиЛоджик», Ростов-на-Дону, Россия

Целью исследований являлась оценка возможностей использования новых программных и методических решений для получения телемедицинских данных о состоянии здоровья участников эксперимента, моделирующего условия полета на Марс. Опыт применения телемедицинского аппаратно-программного комплекса при проведении фоновых и плановых обследований различного профиля (отоскопия, риноскопия, стоматологические исследования зубных рядов челюсти) позволяет сделать следующие выводы:

– для полной и достоверной оценки результатов обследования целесообразно иметь возможность фиксировать состояние исследуемых органов в двух представлениях – с использованием статических и динамических изображений;

– при выполнении процедуры обследования все действия по вводу информации должны быть минимизированы, а их выбор четко определен;

– программная реализация процедуры обследования должна максимально полно учитывать специфику профиля обследования, тип вводимой информации, особенности телемедицинской периферии.

Требование использования единой программной среды и единого пользовательского интерфейса остается ключевым при разработке программного обеспечения для автоматизации телемедицинских обследований и достигается реализацией специфики различных процедур обследования и особенностей аппаратуры внутри особого класса программных компонентов системы – подключаемых модулей. Такие модули, с одной стороны, должны взаимодействовать с остальными компонентами системы на основе программного интерфейса, единого для всех модулей. С другой стороны, модули должны в своей программной реализации быть независимы друг от друга и от других компонентов системы. Набор таких модулей является расширяемым и модифицируемым, обеспечивая гибкость всего аппаратно-программного комплекса в целом.

ИЗУЧЕНИЕ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЛИМФОЦИТАХ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА IN VIVO В НАУЧНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Репина Л.А., Иванов А.А.

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Целью проведенного научного эксперимента являлось изучение воздействия комплекса экстремальных факторов, обусловленных длительной изоляцией испытуемых в замкнутом пространстве, моделирующем условия пилотируемого полета к Марсу, на уровень aberrаций хромосом в лимфоцитах крови человека in vivo.

Проведение данных исследований является необходимым элементом цитогенетических анализов в ходе подготовки космического полета на Марс, поскольку полученные результаты позволят в дальнейшем правильно трактовать практически значимые данные о вкладе радиационного фактора в цитогенетические нарушения в ходе реального космического полета и точнее верифицировать дозу облучения, воздействующую на космонавтов при полете на Марс.

Задачи исследования предполагали взятие венозной крови у испытуемых за 2 недели до начала эксперимента, в разные сроки в ходе проведения научного эксперимента, а также спустя 14 сут после его окончания. Для выполнения работы использован метод цитогенетического анализа хромосомных aberrаций нестабильного типа в культуре лимфоцитов крови испытуемых.

Результаты проведенных цитогенетических исследований показали повышение частоты aberrаций хромосомного типа (парные фрагменты, точки, ацентрические кольца) у добровольцев уже на 150-е и 280-е сутки нахождения в условиях эксперимента «Марс-500» по сравнению со спонтанным уровнем aberrаций хромосом, что согласуется с нашими более ранними данными.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, ПРОВЕДЕННОГО ПО ПРОЕКТУ «МАРС-500»

Рукавишников И.В., Ковачевич И.В., Холодов С.А.

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Эксперимент с 520-суточной изоляцией предполагал моделирование межпланетного космического полета к Марсу.

Исходя из особенностей организации и проведения эксперимента с длительной изоляцией, были необходимы разработка и создание специализированной медицинской помощи членам экипажа минимальными средствами и в достаточном объеме, которые позволяли условия эксперимента.

С этой целью была разработана концепция инструментального обеспечения специализированной медицинской помощи при развитии состояний хирургического, офтальмологического, оториноларингологического и стоматологического профиля.

В соответствии с прогнозируемым риском развития заболеваний и повреждений были сформированы специализированные наборы инструментов, которые позволяли провести адекватные лечебные и диагностические мероприятия при заболеваниях и повреждениях хирургического, офтальмологиче-

ского, оториноларингологического и стоматологического профиля. Был решен вопрос обработки инструментария в условиях длительной изоляции в гермозамкнутом объекте.

Также рассмотрены возможные ситуации, требующие специализированной помощи членам экипажа во время проведения эксперимента, а также выявлен ряд особенностей по оказанию специализированной помощи в экспериментах с длительной изоляцией, что в дальнейшем может быть использовано для медицинского обеспечения длительных космических полетов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И МОТИВАЦИИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ АВТОНОМНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Рыжов Б.Н., Кожина О.В., Чибискова О.В.

Москва, ГБОУ ВПО Московский городской педагогический университет

Одной из основных задач психологического обеспечения космического полета на Марс является контроль и поддержание высокой психической работоспособности и мотивации экипажа, позволяющих осуществлять работу с одинаково высокой надежностью в условиях повышенного риска. В этой связи в ходе программы «Марс-500» разработан и апробирован метод контроля психической работоспособности, отличающийся от отечественных и зарубежных аналогов возможностью получения унифицированного интегрального показателя состояния каждого члена экипажа на всем протяжении эксперимента и включающего оценку общего компонента работоспособности, что позволяет определить уровень сохранности не только специальных навыков, но и основных психических функций (внимания, памяти, мышления). Также представлен метод системного изучения профиля мотивации [Рыжов, 1999, 2009]. Исследование проводилось на всех этапах эксперимента, по итогам которого выявлено, что в условиях длительной изоляции экипаж способен сохранять высокую работоспособность, в том числе и в экстремальных условиях работы.

Показано, что психическая работоспособность стабильна и устойчива на уровне, близком к фоновым значениям. Вместе с тем, на третьем этапе эксперимента, ввиду более выраженных условий монотонной деятельности, были отмечены незначительные снижения показателей работоспособности, не повлиявшие на надежность работы экипажа в целом. Получены не только формальные характеристики успешности выполняемой деятельности, но и определены стилевые особенности когнитивной деятельности испытуемых. В динамике мотивации экипажа выявлены спады и подъемы, отражающие значимость выбора отдельных видов мотивов, по сравнению с фоновыми значениями, но в целом результаты свидетельствуют об устойчивости мотивации на протяжении всей длительности эксперимента. Установлено, что в профиле мотивации доминируют витальные мотивы, альтруизм, самоактуализация, самосохранение; на первом и третьем этапах отмечена возрастающая роль нравственных мотивов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что изучение психической работоспособности и мотивации позволяет осуществлять прогноз надежности деятельности и эффективности работы экипажа, в том числе и в нестандартных ситуациях, и может способствовать совершенствованию системы отбора и разработки специальных программ подготовки специалистов, способных выполнять полетные задачи на высоком профессиональном уровне, что повышает эффективность системного психологического обеспечения деятельности в условиях длительной автономной изоляции.

МОТОРНО-ЭВАКУАТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРЕБЫВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ

**Седова Е.А.¹, Афонин Б.В.¹, Гончарова Н.П.¹, Коргун С.В.¹, Guardigli M., Mirasoli M.²,
Roda A.²**

¹ГНЦ РФ-ИМБП РАН

²Bologna (Italy), Department of Pharmaceutical Sciences, University of Bologna

Проведено исследование моторно-эвакуаторной активности желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) в условиях, моделирующих пребывание человека на межпланетном космическом корабле. Эвакуаторная активность (ЭА) желудка для жидкой пищи (ЖП) оценивалась по результатам ¹³С-ацетатного дыхательного теста, твердой пищи – по результатам ¹³С-октаноатной дыхательной методики с тест-завтраком Expiroger фирмы Sofar (Италия). Для исследования ЭА кишечника использовали Н₂

инулиновый дыхательный тест с газовым анализатором Gastrolyzer (Великобритания). Исследование наджелудочной электрической активности различных отделов ЖКТ проводили портативным гастроэнтерографом «Спланхограф» (РФ). В условиях гермообъекта объем эвакуации ЖП из желудка за 4 ч теста изменялся незначительно (с 72 до 76 %). Время 50 %-ной эвакуации сдвинулось с 180-й мин на 150-ю. На 10-, 120-, 240-е сутки отмечалось смещение пика ЭА на 90-ю минуту со 180-й (фон), а на 300-е сутки – на 120-ю.

В эти периоды отмечались более высокие показатели электрической активности желудка натощак и после приема пищи, и увеличение коэффициента ритмичности, указывающее на активацию ЭА. Объем эвакуации твердой пищи на 240- и 450-е сутки увеличился на 26 и 22 % соответственно. Пик ЭА на 120-е сутки сместился со 150-й (фон) на 90-ю мин, а на 240- и 450-е сутки на 90- и 105-ю мин. На 120-е сутки пребывания в условиях гермообъекта время 50 %-ной эвакуации сдвинулось с 240-й мин на 210-ю, а на 240-й и 450-е сутки – на 150-ю мин. На 10-е сутки эксперимента время транзита химуса по тонкому и время перехода в толстый кишечник существенно не изменилось. На 120-е сутки время транзита по тонкому кишечнику сократилось с 240- до 120-й мин, время перехода в толстый кишечник увеличилось с 60 до 90 мин. Отмечалось увеличение показателей электрической активности отделов тонкого и толстого кишечника и коэффициентов ритмичности. На 240- и 300-е сутки время транзита по тонкому кишечнику и показатели электрической активности вернулись фоновым к значениям.

ВОДОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКИПАЖА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Синяк Ю.Е., Демин Е.П., Четвергов К.С., Григорьева Е.С., Короткова Т.П., Канатова Г.В., Васильева Н.А.

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Водобеспечение экипажа в эксперименте «МАРС-500» было основано на использовании питьевой воды, прошедшей систему очистки с последующей ее регулярной санитарно-гигиенической оценкой.

Система очистки включала механический фильтр, сорбционный блок для удаления органических примесей и узел консервации (ионатор), обеспечивавший введение в питьевую воду ионов электролизного серебра.

Оценка воды по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям проводилась в соответствии с ГОСТ'ом Р 50804-95 «Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования» по 19 показателям: рН, цветность, мутность, запах, привкус, жесткость общая, кальций, магний, хлориды, сульфаты, аммиак, нитраты, нитриты, железо, ионное серебро, общий органический углерод, окисляемость перманганатная, количество микробных тел (колониобразующих единиц), электропроводность.

Результаты проведенных в течение 520-суточных (еженедельных) исследований показали, что качество потребляемой экипажем в эксперименте «МАРС-500» питьевой воды по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям в целом соответствовало нормативам ГОСТ'а Р 50804-95.

Интересной особенностью при этом отмечались пониженные концентрации консерванта – ионного серебра. Если после ионатора на входе в водные коммуникации концентрация серебра равнялась 0,4 мг/л, то на выходе перед отбором членами экипажа она равнялась 0,01 мг/л и ниже. Для выявления причины такого эффекта были проведены дополнительные исследования. В питьевую воду с концентрацией серебра 0,4 мг/л помещались отрезки металлических труб (аналогично материалам трубопровода в эксперименте «Марс-500») с последующим определением динамики концентраций серебра. В результате выяснилось, что содержание серебра резко снижалось и к концу первых суток достигало следовых количеств.

Следует особо подчеркнуть, что микробная обсемененность воды, употребляемой экипажем, при этом не превышала допустимых величин по ГОСТ'у Р 50804-95 «Среда обитания космонавтов в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования».

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗВЕНА ЭРИТРОНА ИСПЫТУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Скедина М.А.¹, Чаниева М.И.², Иванова С.М.¹, Погорелов В.М.²

¹ ГНЦ РФ–ИМБП РАН

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гематологический научный центр» Министерства здравоохранения и социального развития РФ, Москва

Длительные исследования морфологической картины крови в условиях космических полетов и после них свидетельствуют о наличии некоторых отклонений в системе красной крови. Эти отклонения проявляются в уменьшении количества эритроцитов, ретикулоцитов, гемоглобина и величины гематокрита, изменении морфометрических и морфологических свойств эритроцитов.

Целью исследований было изучение параметров эритроцитов, включая фракцию незрелых ретикулоцитов (IRF, %) периферической крови испытуемых в ходе 520-суточной изоляции. В эксперименте принимали участие 6 человек в возрасте от 27 до 38 лет, прошедших врачебно-экспертную комиссию. Венозная кровь бралась натощак в объеме 5 мл в стерильные пробирки Vacutainer (Becton Dickinson, USA) с К₃ ЭДТА и автоматически анализировалась на приборе SYSMEX XE-2100 (SYSMEX, Cobe, Japan). Из этих же проб крови готовились мазки для исследования морфологии эритроцитов на приборе «АСПЕК».

Результаты: на протяжении 520 сут изоляции количество эритроцитов у членов экипажа практически не изменялось, однако в период реадaptации снизилось до $4,7 \pm 0,2 \times 10^6$ /мкл по сравнению с фоновыми данными ($5,3 \pm 0,3 \times 10^6$ /мкл). Также отмечено недостоверное снижение содержания гемоглобина и величины гематокрита.

Наблюдалось волнообразное изменение количества ретикулоцитов и их незрелой фракции с увеличением на 60-е сутки ($p \leq 0,05$), на 300-е сутки изоляции, а также на 8-е сутки периода реадaptации. В ходе изоляции обнаружены морфологические изменения эритроцитов. Количество нормоцитов уменьшалось с 60-х суток на фоне появления стоматоцитов, эхиноцитов и других измененных форм эритроцитов. В дальнейшем происходило колебание количества нормоцитов и их измененных форм.

Таким образом, пребывание человека в условиях длительной изоляции приводит к изменениям в периферическом звене эритрона, которые лежат в пределах физиологической нормы, что можно связать с адаптационными реакциями организма к данным условиям.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗА УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Смагулов Н.К.

Караганда, Карагандинский государственный университет им.Е.А.Букедова

Работа выполнена в рамках спутниковых исследований программы «Марс-500» по исследованию адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний при длительном наблюдении за практически здоровыми людьми, находящимися в естественных условиях при воздействии разнообразных факторов среды – климатогеографических, производственных, социально-бытовых.

Медико-экологический мониторинг проводился ежемесячно с июля по декабрь 2011 года в отобранной группе практически здоровых мужчин-преподавателей ВУЗа г.Караганды в возрасте от 24 до 49 лет. Исследование выполнено по единой методике головной организации проекта «Марс-500» - ИМБП РАН [Баевский, 2009].

Анализ результатов показал, что у преподавателей в динамике отмечалось снижение показателей в летний период на фоне относительно высоких исходных значений артериального давления, частоты пульса, индекса напряжения (SI) и др. Отмечаемое напряжение функционального состояния организма объясняется пограничным состоянием преподавателей, заканчивающих учебный год и переходящих в трудовой отпуск.

Период снижения напряжения отмечался в отпускной период с дальнейшим повышением в осенний и зимний периоды. Проведенный корреляционный анализ с вычислением процента вклада входных показателей в общую дисперсию показал, что возрастной фактор и индекс функциональных изменений (ИФИ) обладали наибольшим вкладом – 21,5 % и 20,8 % соответственно. Далее шли с со значительным отрывом показатель нейротизма – устойчивости по анкете Айзенка (13,4 %) и личностная тревожность (12,7 %).

Из метрологических факторов значимыми оказались скорость ветра, температура воздуха и атмосферное давление (8,72 %, 5,82 % и 4,8 % соответственно). К значимым факторам можно отнести и фактор месяца обследования.

Таким образом, проведенный математический анализ позволил выявить ведущие факторы, обуславливающие определенный уровень функционального напряжения на момент исследования. Знание ведущих факторов и процента их вклада в функциональное состояние позволяет дать более точную оценку напряжения организма в конкретных условиях и составить долгосрочный прогноз.

К ВОПРОСУ О РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ МУЖЧИН В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Смирнов О.А.¹, Евдокимов В.В.², Ерасова В.И.², Воронков Ю.И.¹

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²ФГУ «НИИ урологии Росмедтехнологий»

По мере увеличения продолжительности космических полетов становятся актуальными задачи сохранения основных параметров и физиологических функций участников космических программ. Немаловажной задачей является изучение состояния репродуктивной функции мужчин, находящихся в длительной изоляции.

В программе «Марс-500» продолжалось изучение особенностей репродуктивной системы в условиях длительной половой дизритмии у 6 здоровых мужчин в возрасте 26–38 лет. Двое из участников проекта состояли в браке и имели здоровых детей, другие участники были не женаты.

Оценка функционального состояния половых желез проводилась в фоновый период и после окончания 520-суточной изоляции: репродуктивная функция по анализу эякулята, параметры которого оценивали по рекомендациям ВОЗ 4-го издания; семенные пузырьки и предстательную железу по данным секрета простаты, лабораторным диагностическим методам выявления инфекций уrogenитального тракта и ультразвуковыми обследованиями.

Сперматогенез в условиях замкнутого объема оценивался каждые 95–100 сут (всего 6 точек измерений). Биоматериал участники получали общепринятым способом с визуальной стимуляцией. Собранный материал в течение 60–70 мин доставлялся в лабораторию андрологии НИИ урологии для последующего изучения и анализа.

В фоновый период по обобщенным данным не было выявлено отклонений параметров фертильности от установленных нормами ВОЗ.

В период изоляции зарегистрированы заметные отклонения параметров от исходного уровня. Так, в течение первых 95–100 сут (времени, необходимого для появления сперматозоидов новой генерации), было отмечено увеличение объема эякулята и концентрации сперматозоидов. Остальные параметры имели тенденцию к снижению, которая сохранялась на протяжении всего срока наблюдения. Наиболее существенные изменения коснулись содержания живых форм сперматозоидов и нормальных половых клеток. Полученные результаты предстоит сопоставить с показателями уровня гормонов крови у участников эксперимента и заключительной спермограммой в периоде последствия.

ПРОБЛЕМА САМОУПРАВЛЕНИЯ В АВТОНОМНОМ ЭКИПАЖЕ

Смолевский А.Е.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Аспект автономного существования экипажа межпланетной экспедиции являлся одним из основных изучаемых вопросов в рамках проекта «Марс-500». Как указывал А.И.Григорьев с соавт. (2002), не получая, по объективным причинам (нарастающее расстояние, задержка связи), привычной для практики орбитальных космических полетов материальной и информационной поддержки от Центра управления, экипаж должен быть готов к принятию самостоятельных управленческих решений. В этом случае повышенная инициативность и определенная независимость должны стать неотъемлемой чертой группового поведения межпланетного экипажа. В то же время, известно [Новиков, 1984], что длительное пребывание в гермообъеме (сенсорная депривация, монотония, ограниченный объем) может приводить к нарушению социальных контактов как с внешними абонентами, так и внутри экипажа. Таким образом, неблагоприятные факторы длительной изоляции могут помешать эффективному общению в экипаже и совместному принятию управленческих решений.

В эксперименте «Марс-500» моделировались как нарастающая задержка связи в период с 51-х до 470-х суток, так и 7-дневная полная потеря связи с экипажем в результате магнитной бури. Кроме того, при разделении экипажа на период моделируемой высадки на планету, управленческие решения принимались отдельно орбитальным экипажем и группой марсианского десанта. Наконец, моделируемые в ходе эксперимента нештатные ситуации (пожар, отключение питания) требовали от экипажа быстрого принятия решений в экстремальных условиях.

Проведенные нами наблюдения свидетельствуют о том, что, несмотря на моделируемые аспекты автономности, экипаж эффективно и быстро принимал решения, в том числе, и в осложненных условиях максимальной задержки, а также в фазе высадки. Подтверждением этому является как успешно выполненная программа экспедиции, так и наличие в экипаже спокойных дружеских отношений. Особо следует отметить согласованную самостоятельную работу группы в ходе моделируемой экстремальной ситуации с отключением систем питания.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЕЧЕНИ В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРЕБЫВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ

Соловьева А.А.¹, Афонин Б.В.¹, Коргун С.В.¹, Кечин Е.В.¹, Mara Mirasoli², Aldo Roda²

¹ГНЦ РФ-ИМБП РАН

²Bologna (Italy), Department of Pharmaceutical Sciences, University of Bologna

Ультразвуковые исследования (УЗИ) печени проводились перед и после завершения эксперимента переносным ультразвуковым эхотомоскопом «Сономед-К» (РФ). Кроме этого на 120-, 240-, и 450-е сутки пребывания в условиях межпланетного космического корабля (МКК) исследовалась сократительная функция желчного пузыря на прием стандартного завтрака, а в крови натошак определяли билирубин и печеночные ферменты (АсТ, АлТ, ГГТ). По результатам ¹³С-метацетинового дыхательного теста оценивалась детоксикационная функция печени и ее метаболическая емкость для липидов. В условиях МКК существенных колебаний билирубина и печеночных ферментов не происходило. На 120-е сутки УЗИ выявили увеличение объема желчного пузыря натошак и смещение пика максимального сокращения с 30-й на 60-ю минуту, т.е. признаки снижения тонуса и замедления его сократительной способности. В этот период отмечено снижение пика максимальной скорости инактивации метацетина и метаболической емкости печени до нижней границы нормы. На 240-е сутки объем желчного пузыря натошак вернулся к фоновым значениям, сократительная способность снизилась, и пик максимального сокращения сместился на 90-ю минуту. Выявленные изменения указывали на повышение тонуса желчного пузыря, снижение и замедление его сократительной способности. Метаболическая емкость печени вернулась к исходному уровню, при этом наблюдалось еще большее снижение пика максимальной скорости инактивации метацетина и смещение его с 10-й на 30-ю минуту теста. На 450-е сутки тонус желчного пузыря натошак стал больше, чем перед экспериментом и отмечалось возвращение к исходным значениям его сократительной способности, при этом к 120-й минуте не происходило полного восстановления. При проведении ¹³С-метацетинового теста отмечалось снижение метаболической емкости печени менее выраженное, чем на 120-е сутки эксперимента, при этом наблюдалось возвращение пика максимальной скорости инактивации метацетина с 30-й на 20-ю минуту.

ПОКАЗАТЕЛИ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ У МУЖЧИН-СЕВЕРЯН УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р.

Сыктывкар, Россия, Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН

С июня 2010 года по ноябрь 2011 года обследовано 17 мужчин-северян (средний возраст около 32 лет), участвующих в проекте «Марс-500». Исследование выполнено по единой методике, разработанной Институтом медико-биологических проблем РАН (куратор Р.М.Баевский) с применением аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007». По массе тела и «индексу массы тела» многие испытуемые-северяне превышают норматив. По силе и «силовому индексу» основная масса испытуемых имеет «низкие» показатели, а по жизненной емкости легких и «жизненному индексу» – «ниже средних». Значения результатов проб с задержкой дыхания и «индекса Скибинской» находятся в пределах нормы. По времени простой зрительно-моторной реакции у северян выявляются замедленные процессы в ЦНС, а по значениям критической частоты слияния мельканий у большинства испытуемых можно говорить о снижении лабильности процессов в зрительном анализаторе. Показатели артериального

давления и ЧСС у испытуемых соответствуют нормативам, а отрицательные значения «вегетативного индекса Кердо» говорят о парасимпатической направленности влияния на кровообращение. По «индексу функциональных изменений» у большинства испытуемых выявлена «удовлетворительная адаптация», у некоторых из них имеет место «напряжение механизмов адаптации». По индексу дисперсионного картирования ЭКГ «Миокард» у половины группы отмечается нормальное значение, у другой половины – отклонение от нормы. По шкале Апанасенко у большинства обследованных северян можно говорить о «низком уровне» соматического здоровья. Значения показателей RMSSD, pNN50, SDNN свидетельствуют о доминировании центрального контура регуляции ритма сердца над автономным. Об этом же говорит и повышенный «индекс централизации». «Стресс-индекс» находится в пределах нормы. По «показателю активности регуляторных систем» у практически здоровых лиц в отдельные моменты долговременного мониторинга выявляются «донозологические», а иногда и «преморбидные состояния». При кратковременной физической нагрузке (проба Мартине) у испытуемых отмечается инерционность механизмов регуляции кровообращения. При ортопробе определяется повышенная реакция диастолического давления, что, по-видимому, является еще одной из особенностей организма северян.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ НАБЛЮДЕНИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Солонин Ю.Г.¹, Бойко Е.Р.¹, Маркин А.В.¹, Черникова А.Г.²

¹ Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Введение. Долговременные медико-экологические исследования группы практически здоровых было проведено в г. Сыктывкаре по единой методике, разработанной в Институте медико-биологических проблем РАН с применением аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007».

Методы и материалы. Обследовано 17 практически здоровых испытуемых, среди которых было 11 научных работников и 6 служащих МЧС. Полученные материалы в составе единой сводки данных ежемесячно электронной почтой пересылались в ГНЦ РФ–ИМБП РАН. Результаты анализа ВСР подвергались дополнительной обработке с использованием математической модели функциональных состояний и вероятностного подхода [Черникова].

Результаты исследований. На фазовой траектории, построенной по результатам математического моделирования с вычислением ежемесячных значений СН и ФР, хорошо отражаются изменения функционального состояния, связанные с сезонами года. Следует отметить, что все центры сезонных петель располагаются в зоне донозологических состояний. При этом они отличаются по значениям СН и ФР. Весенний и осенний центры различаются по значениям СН. В весенний период степень напряжения регуляторных систем выше, чем в осенний. Центры летней и зимней петель близки по координатам СН и ФР, но зимой степень напряжения регуляторных систем несколько выше при более высоком уровне функциональных резервов. Показатели СН и ФР позволяют вычислить вероятности каждого из четырех функциональных состояний. Это дает возможность определить риск развития патологии по увеличению вероятности донозологических и преморбидных состояний. Годовая динамика категорий риска исследованной группы испытуемых находится в пределах 2-й категории, что означает незначительный риск развития патологии.

Заключение. Показано, что в течение года имеются четко выраженные сезонные изменения вегетативного баланса. Функциональное состояние группы испытуемых характеризуется как состояние физиологической нормы, временами переходящее в донозологическое состояние. Показано, что анализ ВСР позволяет выявлять влияние изменений экологической обстановки на организм.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ «АДАПТОЛОГ» ДЛЯ ОТБОРА ЭКИПАЖА К ДЛИТЕЛЬНОМУ ПОЛЕТУ

Сорокин О.Г.

Москва, АНО «Сотек»

Результаты обследования членов экипажа до эксперимента «Марс-500» и в ходе него показали возможность использования методики, применяемой в системе «Адаптолог», для отбора команд к длительным полетам. Во время эксперимента члены экипажа испытывали физические и психологические нагрузки различной интенсивности. Система «Адаптолог» позволила оценить адаптационные возможности испытуемых по изменению их функционального состояния на оказываемые воздействия.

Проведенные исследования дали возможность сформировать критерии, определяющие готовность членов команды к проводимому эксперименту, и которые в перспективе могут быть использованы для отбора экипажей к полетам, в том числе и длительным. Такими критериями явились оценка адаптационного состояния до и после нагрузок, его динамика, энергоэкономичность включения резервов, восстановительные способности организма после нагрузок.

Наблюдения показали, что оптимальным характеристикам до эксперимента по данным критериям соответствовало функциональное состояние только трех членов экипажа под кодами L, I, M. Реакция организма на различные воздействия у них проявлялась адекватным включением резервов с умеренно высоким порогом активации (небольшое повышение коэффициента реакции на оптимальном втором адаптационном уровне). По сравнению с другими обследуемыми в ходе эксперимента у данных лиц существенно реже наблюдались неблагоприятные состояния, которые относились к группе риска и дезадаптации.

У обследуемых под кодами K, O до эксперимента при нагрузке сохранялось оптимальное адаптационное состояние на втором–третьем адаптационных уровнях, однако резервы в должной мере не были включены, коэффициент реакции оставался низким или недостаточно высоким по сравнению с оптимальным. В ходе эксперимента у данных лиц достаточно часто наблюдались состояния, относящиеся к группе риска и дезадаптации.

Худшие результаты в ходе исследования «Марс-500» показал участник под номером N. До эксперимента при нагрузке его организм достигал высокого 4-го адаптационного уровня, не имея возможности использовать резервы более низких, оптимальных, второго–третьего уровней.

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА НА ПЕРЕНОСИМОСТЬ УСЛОВИЙ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Сорокин О.Г.

Москва, АНО «Сотек»

Система «Адаптолог» позволяет оценить состояние обследуемого и отнести его к одной из групп: а) группе адаптации – человек здоров или имеющиеся изменения в организме хорошо скомпенсированы; б) группе риска – изменения в организме способствуют развитию заболевания человека или его обострению; в) группе дезадаптации – имеются нарушения защитно-компенсаторных функций организма, возможны скрытые или явные проявления заболевания.

Результаты исследования свидетельствуют о влиянии возраста членов команды на переносимость условий длительной изоляции. При проведении эксперимента «Марс-500» участники старше 35 лет под кодовыми номерами N и O вошли в тройку худших по переносимости таких условий. У данных лиц чаще, чем у других испытуемых, наблюдались состояния, которые несли угрозу здоровью, способствовали развитию заболевания. Относимые к группе риска и дезадаптации, данные состояния наблюдались соответственно в 32,4 % и 29,4 % всех результатов обследований. Причем, если у участника эксперимента под номером O ухудшение наступило после первых 7 мес удовлетворительного состояния, то у N неблагоприятное состояние наблюдалось уже с первых месяцев эксперимента, достигнув максимума в последние 6 мес, и сохранялось в течение двух недель после длительной изоляции, о чем свидетельствовало двукратное обследование после эксперимента.

Члены экипажа, возраст которых находился в диапазоне от 29 до 34 лет, перенесли условия эксперимента значительно лучше. Состояния, характерные для группы риска и дезадаптации, встречались у них гораздо реже, чем в старшей возрастной группе, и составляли соответственно 23,5 % и 11,8 %. После проведения эксперимента «Марс-500» двукратное обследование в течение 15 дней показало отсутствие каких-либо сдвигов в их состоянии по сравнению с последними месяцами пребывания в длительной изоляции.

Принимая во внимание полученные результаты, следует сделать вывод, что возрастной критерий должен стать одним из важнейших при отборе претендентов в экипаж для длительного полета.

ДИНАМИКА АДАПТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС- 500»

Сорокин О.Г.

Москва, АНО «Сотек»

Состояние организма членов экипажа «Марс-500» по данным системы «Адаптолог» в формализованном виде оценивалось в балльном представлении от +1 до -1. Максимальная адаптивность к воз-

действующим факторам характеризовалась +1, минимальная адаптация, или состояние дезадаптации (-1).

До эксперимента состояние его участников характеризовалось высокой адаптивностью, среднее ее значение для экипажа было близким к 1 и составило $0,88 \pm 0,13$. Анализ динамики адаптационного состояния членов экипажа при длительной изоляции позволил выделить три периода изменений функционального состояния организма.

Первый – период адаптации, привыкание к условиям длительной изоляции. Продолжительность его составляла 3 мес. Данный период характеризовался последовательным снижением адаптивности организма членов экипажа (по месяцам: 0,5; 0,42; -0,25) и в среднем за этот период составила $0,22 \pm 0,24$.

Последующий – период неполной компенсации. Длительность данного периода составила 7 мес. Адаптивность организма членов экипажа существенно возросла, до $0,47 \pm 0,09$, однако не достигла исходных значений. В этот период у членов команды наблюдалось преимущественно благоприятное для организма адаптационное состояние с умеренным напряжением защитно-компенсаторных функций, редкими случаями их снижения, которые у большинства участников эксперимента не носили выраженный характер.

Последние 5 мес можно определить как период истощения, снижения устойчивости организма к воздействию нагрузкам. У каждого из членов команды он протекал с разной степенью выраженности. В этот период наиболее явно проявились индивидуальные различия в адаптационных возможностях организма. Средняя адаптивность участников эксперимента за последние месяцы пребывания в условиях длительной изоляции составила $0,05 \pm 0,07$.

Индивидуальные различия носили выраженный характер, в порядке убывания адаптивность членов экипажа может быть представлена следующей последовательностью: у L – ($0,53 \pm 0,18$); I – ($0,41 \pm 0,20$); M – ($0,38 \pm 0,21$); K – ($0,32 \pm 0,21$); O – ($-0,03 \pm 0,22$); N – ($-0,12 \pm 0,21$).

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДО И ПОСЛЕ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТА НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ

Степанова Г.П., Пасекова О.Б., Дегтеренкова Н.В., Ещенко А.И., Скедина М.А., Воронков Ю.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Целью данной работы являлось исследование влияния длительной изоляции на сердечно-сосудистую систему и показатели ЭЭГ в ходе выполнения нагрузочного теста на ВЭМ.

Обследовано 6 мужчин (возраст 28–30 лет) до и на 2-е сутки после 520-суточной изоляции. Проба выполнялась на ВЭМ в положении лежа (-3°) с непрерывной ступенчато-возрастающей нагрузкой (на 25 Вт) до субмаксимальной. Во время пробы регистрировались показатели ЭКГ (12 отведений), АД, ЭЭГ и микроциркуляторного русла (МЦР) методом ультразвуковой высокочастотной доплерографии (УЗВД). Проба оценивалась по стандартным критериям.

В фоновый период переносимость нагрузочной пробы по данным ЭКГ, АД у всех обследуемых оценивалась как «хорошая». У двух обследуемых наблюдались особенности в виде умеренно выраженной гипертонической реакции. Показатели МЦР соответствовали уровню выполняемой нагрузки. После изоляции у 3-х обследуемых наблюдалась «хорошая» переносимость пробы (у 2 из них с особенностями). У 2-х – «удовлетворительная» (выраженная гипертоническая реакция); у одного – «сомнительная» (горизонтальная депрессия ST в отведении V2 до 0,5 мм на высоте нагрузки). При «удовлетворительной» и «сомнительной» переносимости теста отмечалось снижение объемной и линейной скоростей в МЦР по данным УЗВД. По данным ЭЭГ после изоляции значения суммарной мощности α -ритма: выше фоновых у 4; ниже – у 1; без изменений – у 1 обследуемого. Во время пробы на ВЭМ до и после изоляции у всех 6 обследуемых наблюдались разнонаправленные изменения показателей суммарной мощности α -ритма с «пиком» на максимальной ступени нагрузки и в период восстановления.

Ухудшение показателей гемодинамики указывает на вероятное напряжение механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы в условиях длительной изоляции. Функциональные изменения ЭЭГ в период субмаксимальной нагрузки требуют дальнейшего изучения.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Суворов А.В., Дьяченко А.И., Попова Ю.А., Шулагин Ю.А., Демин А.В., Колесников В.И.
ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В условиях длительной изоляции и при моделировании деятельности на поверхности Марса были выполнены разносторонние исследования сердечно-сосудистой системы и дыхания. Прежде всего, мы оценили легочные объемы и емкости. Они оказались достаточно стабильными и сохранялись в пределах физиологической нормы здорового человека, тогда как скоростные показатели дыхания имели разнонаправленные и индивидуальные колебания.

В условиях основного обмена газообмен отличался между первыми 250 сут и последующим периодом изоляции, что обусловлено изменениями в питании. Вентиляцию и газообмен измеряли во время ежемесячных тестов в покое и при субмаксимальной физической работе. Физическая работоспособность в ходе изоляции характеризовалась индивидуальными колебаниями в диапазоне от +40 % до –25 % (по сравнению с исходным уровнем) в зависимости от вида и интенсивности тренировок. Кроме того, у некоторых испытуемых в ряде исследований отмечали гипертонический тип реакции на нагрузку и изменения на ЭКГ.

Дополнительно, совместно с нашими коллегами из МГТУ им. Н.Э.Баумана (Анищенко Л.Н. и др.), было выполнено измерение ЧСС и частоты дыхания во время сна с помощью дистанционного биологатора «Биораскан», с Тихоокеанским океанологическим институтом РАН (Коренбаум В.И. и др.) – исследования оценки диагностической значимости дыхательных шумов. Состояние сердечно-сосудистой системы с помощью функциональных тестов оценивали до и после изоляции совместно с сотрудниками Института клинической кардиологии им. А.Л.Мясникова (Федорович А.А. и др.). Эндотелиальную функцию сосудов изучали российские и малазийские специалисты (Ismail T. и др.), капилляроскопию выполняли при участии сотрудников НКЦ ОАО РЖД (Гурфинкель Ю.И.). Состояние газотранспортной системы, помимо регистрации оксигенации крови, оценивали по транскутанному измерению напряжения O_2 и CO_2 , а при участии итальянских коллег выполняли анализ газового состава и кислотно-основного состояния крови (Imbriani M. и др.).

Большой интерес представляло мониторингирование ЧСС и АД при работе в скафандрах «Орлан Э», предоставленных ОАО «НПП «Звезда» им. Г.И.Северина», во время имитации выхода на поверхность Марса с помощью приборов, разработанных немецкими партнерами (Fietze I. и др.). Углубленный математический анализ результатов (Демин А.В. и др.) уже сейчас позволил выявить ряд особенностей вегетативной регуляции, которые будут положены в основу практических рекомендаций и представлены в дальнейших публикациях.

РЕТРОСПЕКТИВА ИССЛЕДОВАНИЙ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В РАМКАХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ГЕРМООБИТАЕМЫХ ОБЪЕКТАХ

Сычев В.Н., Левинских М.А., Гуцин В.И., Кареткин А.Г., Подольский И.Г.
ГНЦ РФ–ИМБП РАН

С целью разработки системы жизнеобеспечения (СЖО) межпланетных экспедиций с включением биологического звена на основе оранжереи, начиная с 60-х годов XX века, в нашей стране и за рубежом неоднократно проводились эксперименты по культивированию растений в условиях наземных модельных экспериментов в гермообитаемых объектах. В данной работе особое внимание уделено результатам экспериментов с высшими растениями в условиях наземного экспериментального комплекса ГНЦ РФ ИМБП. Впервые возможность роста высших растений в замкнутом объеме с человеком была доказана в годовом медико-биологическом эксперименте с тремя испытуемыми, который проходил в 1968–1969 годах.

Изучение высших растений в рамках 520-суточного моделируемого полета на Марс являлось продолжением проведенных ранее исследований по программе международных экспериментов ЭКОПСИ–95, SFINCSS-99 и 105-суточного сателлитного эксперимента. Задачами эксперимента являлось исследование роста, развития и метаболизма растений в условиях длительного непрерывного культивирования в обитаемом гермообъекте, диетологических предпочтений членов экипажа при наличии выбора растительных культур и разработка технологических аспектов их выращивания. В программу исследований также включено изучение экопсихологических особенностей пребывания в замкнутых условиях, где человек по отношению к другому человеку является и составной частью искусственной среды обитания, и объектом воздействия этой среды, в том числе и входящих в нее растений.

На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы. В условиях замкнутого гермообъема возможно получение полноценной биомассы растений для ежедневного пополнения рациона питания. Продуктивность растений не отличалась или была недостоверно выше по сравнению с аналогичными показателями, отмеченными в предварительно проведенных лабораторных контрольных экспериментах. Анализ качества растительной биомассы выявил ее соответствие принятым нормативам по показателям микробиологической безопасности и содержанию нитратов и витаминов. По результатам исследования выявлены диетологические предпочтения членов экипажа. Выявлена высокая заинтересованность членов находящегося в гермокамере экипажа в растениях, которые можно использовать в качестве добавок к рациону питания и как средство релаксации.

ЗАТЯЖНОЙ ПРЫЖОК С ПАРАШЮТОМ КАК МОДЕЛЬ СТРЕССОБРАЗУЮЩЕЙ СИТУАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КОСМОНАВТОВ

Тимме Е.А.¹, Волобуева И.В.²

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Москва, РГУФКСМиТ

Исследования с целью возможности использования прыжков с парашютом для моделирования целенаправленной деятельности в стрессовых условиях при подготовке космонавтов, проводятся довольно давно [Артюхин, Гримак, Колесников, 1975], но при этом в основном использовались прыжки с небольших высот.

Затяжные прыжки с высот более 4000 м и временем свободного падения более одной минуты открывают дополнительные возможности для исследований и экспериментов при подготовке космонавтов: визуальный поиск, обнаружение и распознавание наземных объектов; оценка объема оперативной памяти и внимания; оценка качества речевого обмена; решение задач по приборной ориентировке; оценка возможности управления линией визирования. При этом возможна непрерывная регистрация физиологических параметров и их сопоставление с характеристиками деятельности во время свободного падения.

При выполнении прыжков может быть использован ускоренный курс обучения свободному падению по системе Accelerated Freefall (AFF), где прыжок совершается с парашютом типа «крыло» с двумя инструкторами. Разработана система фиксации и анализа ошибочных действий во время обучения, выявлению их причин и последствий, предотвращению аварийных ситуаций.

Прыжку с парашютом сопутствует ряд факторов, которые в совокупности могут ввести человека в стрессовое состояние: опасность для жизни, боязнь высоты, изменения парциального давления кислорода и температуры с высотой, перепады атмосферного давления, перегрузки, безопорное падение, необходимость выполнения действий в необычных условиях, дефицит информации и строгий лимит времени для выполнения необходимых действий, ответственность, невозможность оказания помощи со стороны в случае аварийной ситуации, возможность получения травмы при неправильном приземлении. Причем ведущим фактором, вызывающим сенсорно-вегетативные сдвиги у парашютистов, являются не физические явления, сопутствующие прыжку, а ожидание опасности [Попович, Губинский, Колесников, Савиных, 1994].

Эксперименты при выполнении затяжных прыжков с парашютом позволяют сформировать модель целенаправленной деятельности человека в опасных условиях и применить ее при оценке эргономического риска в космических полетах.

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНСКОГО КОНТРОЛЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Тихонова Г.А., Воронков Ю.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Разработка и внедрение алгоритмов медицинского обследования, расширение и совершенствование системы медицинского обеспечения за счет привлечения диагностической базы ведущих клинических медицинских центров РФ, использование новейших перспективных научных и практических методов диагностики патологических состояний на этапах отбора участников экспериментов составили основу медицинского контроля эксперимента.

Важнейшим элементом системы медицинского обеспечения эксперимента явилось создание единой электронной базы научно-практического материала с привлечением результатов текущих экспериментов и заключений отдельных научных экспертов.

Апробирована тактика дублирования медицинской поддержки внутри экипажа (наличие в составе экипажа 2 врачей, имеющих различную специализацию), что повысило эффективность при выполнении части научно-практических программ и внесло дополнительные преимущества в оценку перспектив использования данного опыта применительно к освоению дальнего космоса.

Отработаны меры медицинского контроля и взаимопомощи на этапах имитации высадки на поверхность Марса, освоен и внедрен опыт телемедицинских видеоконференций членов экипажа с наземными медицинскими службами в условиях задержки радиосигнала, внедрена система специализированной конфиденциальной связи с врачами экипажа.

Продолжено формирование системы наземной и бортовой медицинской документации, разработана и усовершенствована база справочного медицинского методического материала с учетом индивидуальных особенностей состояния здоровья членов экипажа, включая систему оказания мер неотложной помощи.

Разработана и внедрена система специализированной медицинской подготовки и формирования членов дежурных бригад.

Создание комплекса мер медицинского контроля позволило обеспечить сохранность здоровья участников эксперимента и создало предпосылки для дальнейшей отработки концепции медицинского обеспечения длительных космических полетов.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРЕДСТОЯЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДЛИТЕЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Усов В.М.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Значимый эффект в формировании у человека знаний и представлений об условиях, способствующих проявлению нарушений поведенческой активности в усложненных условиях жизнедеятельности, может быть достигнут построением экспериментальных психологических моделей. Один из примеров – комплексный эксперимент «Марс-500», который, в числе прочего, правомерно рассматривать и в контексте задач формирования профессионализма космонавта на основе целостных представлений о рисках развития психических нарушений, которые свойственны профессии и которые могут проявить себя в длительных автономных полетах. С методической точки зрения при построении сложных моделей деятельности экипажа, помимо задач выполнения конкретных действий в рамках циклограммы полета, необходимо проводить изучение, насколько у конкретного человека складываются обобщенные «представления» о предстоящей деятельности – психические конструкты, которые составляют важную часть регуляторной основы действий космонавта для актуализации психических процессов, обеспечивающих познавательную активность человека в сложной ситуации выбора линии поведения. Как известно, *регулирующая функция представлений* состоит в отборе нужной информации о предмете или явлении [Маклаков, 2001]. Следуя этому автору, представление можно определить как психический процесс отражения предметов или явлений, которые в конкретный момент могут не попадать в поле восприятия индивида, но легко воссоздаются на основе предыдущего опыта. Существенно, что при таком понимании «представления» – это не просто наглядные образы действительности, а всегда в известной мере *обобщенные образы*, но которые отталкиваются от конкретной действительности. В этом смысле, представления являются как бы переходом от *сенсорных и перцептивных образов* к *понятиям*. Собственно на этой основе могут быть предложены средства и способы формирования представлений на экспериментальной модели деятельности экипажа и в этом их роль в успешной реализации предстоящей деятельности в реальном полете.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ (ОРБИТАЛЬНЫЕ И МЕЖПЛАНЕТНЫЕ ПОЛЕТЫ)

Ушаков И.Б.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В докладе приводится обзор исследований психофизиологии организма в экстремальных условиях на Земле и в Космосе и основных научных школ, оставивших глубокий след в изучении этих проблем.

Рассмотрена резистентность поведенческих навыков: от генетически закрепленных до созданных впервые. Описывается интегральный прогностический показатель резистентности к любому виду стресса. Совпадение экспериментальных данных по индивидуальной резистентности животных и человека – основа межвидовой экстраполяции в физиологии экстремальных факторов.

Приводятся типичные гиперболические зависимости вероятностей возникновения поведенческих стрессовых расстройств у животных в системе координат «интенсивность – длительность» раздражающего ионизирующего воздействия. Аналогичные зависимости равных эффектов типичны и для других физических факторов. Приводятся примеры кривых равных физиологических эффектов у человека (например, нарушений зрения при действии экстремальных перегрузок). На этой основе разработан способ определения эквивалентных и эффективных уровней экстремальных воздействий в любой момент времени.

Дается определение адаптационного потенциала (АП) организма с двумя основными характеристиками – коэффициенты реакций и адаптационные уровни. Это позволило дать трехмерное изображение более 100 клинико-физиологических показателей у здоровых людей. Вероятность изменения состояния организма при разных характеристиках АП носит чаще всего «куполообразный» характер. Использование АП позволяет подойти к индивидуальной физиологии и далее к индивидуальной медицине, что особенно важно в условиях космического полета.

Выделены 5 паттернов функциональных состояний человека при стрессе – тревожность, монотония, психоэмоциональный стресс, психическая напряженность, утомление. Они рассматриваются в комплексе с психофизиологической напряженностью (психофизиологические резервы, вегетативное обеспечение, механизмы регуляции) и надежностью деятельности человека. Приводятся соответствующие примеры искусственного интеллекта по созданию интеллектуализированных систем на основе психофизиологического построения (биоробототехнические устройства, нейропротезы, мозгомашинные интерфейсы). Специально рассматриваются физиологические риски в длительных космических полетах и моделях межпланетных экспедиций (проект «Марс-500»).

Предварительные выводы по 520-суточному эксперименту, моделирующему межпланетную экспедицию на Марс, можно сформулировать следующим образом.

1. Международный экипаж оказался устойчивым к большинству психофизиологических факторов, общих условий экспедиции и условий замкнутой среды обитания.
2. Не выявлено значимых отклонений в состоянии здоровья испытателей (при расчетном риске 0,63 для одного члена экипажа за данный период воздействия).
3. Уровень работоспособности, включая различные когнитивные тесты, оставался адекватным на важнейших этапах эксперимента и в нестандартных ситуациях.
4. Примененная система использования физических тренировок позволила сохранить необходимый уровень общей работоспособности всех участников эксперимента, при этом экипаж функционировал как единое целое.
5. Очевидных конфликтов, в том числе при моделировании двух серьезных нестандартных ситуаций (суточное отключение электроэнергии и недельное отсутствие связи с экипажем), выявлено не было.
6. Превалирование числа радиogramм и сообщений от наземного центра управления и по каналу личной переписки по вектору «экипажу» свидетельствует об эффекте преимущественно автономной жизнедеятельности марсианского экипажа и стойкой перестройке соответствующих психофизиологических механизмов регуляции.
7. Эксперимент «Марс-500» — показательный пример интегративной физиологии человека и биомедицины, позволяющий на различных уровнях оценивать значимость разнообразных физиологических маркеров и характеристик стресса при выполнении высокомотивированной социально значимой деятельности в экстремальных условиях, носящей в отдельные периоды творческий и эвристический характер.

НЕИНВАЗИВНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МИКРОСОСУДИСТОГО РУСЛА КОЖИ

Федорович А.А.^{1,2}, Рогоза А.Н.¹, Полукаров И.А.²

¹ Москва, РКНПК МЗиСР РФ

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Поддержание тканевого гомеостаза обеспечивается адекватностью обменных процессов, которые осуществляются на уровне микрососудистого русла, поэтому одной из актуальных задач медицинского

обеспечения длительных космических полетов является контроль эффективности микроциркуляторных процессов. Наиболее доступным для неинвазивного исследования системы микроциркуляции у человека является микрососудистое русло кожи.

Метод компьютерной капилляроскопии (ККС) позволяет оценивать в области ногтевого ложа следующие параметры: количество функционирующих капилляров и их размеры, скорость кровотока в артериальном и венозном отделах капилляра, размер перикапиллярной зоны (ПЗ), который отражает степень гидратации интерстициального пространства – показатель эффективности фильтрационно-реабсорбционного механизма обмена.

Метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) дает информацию о характере кровотока в артериально-венулярном отделе микроциркуляторного русла, так как вклад в суммарную мощность отраженного сигнала кровотока в капиллярах не превышает 20 %. Применение вейвлет анализа осцилляций кровотока позволяет получать информацию о функциональном состоянии как путей притока (артериолы) крови к капиллярному руслу, так и путей ее оттока (венулы). Микроциркуляторные расстройства не всегда проявляются в условиях покоя, поэтому для определения состояния механизмов регуляции тканевого кровотока, выявления адаптационных резервов и скрытых нарушений выполняется ряд констрикторных и дилататорных функциональных тестов.

Комплексная оценка системы микроциркуляции (ККС+ЛДФ) позволяет получать информацию о характере кровотока в обменном звене сосудистого русла – противоположном сердцу «полюсе» сердечно-сосудистой системы.

У одного из испытуемых после окончания эксперимента по данным ККС отмечается существенное увеличение размера ПЗ, что свидетельствует о нарушении фильтрационно-реабсорбционного механизма обмена со склонностью к задержке жидкости. Данное состояние, вероятнее всего, обусловлено умеренно выраженной функциональной недостаточностью венулярного отдела сосудистого русла, которые выявляются в результате функциональных тестов при ЛДФ. У остальных пяти испытуемых в процессе эксперимента по моделированию длительного полета данных о нарушении функционального состояния артериально-венулярного и капиллярного отделов сосудистого русла кожи не отмечается.

ОСОБЕННОСТИ ЛОКОМОЦИИ И ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СКАФАНДРЕ «ОРЛАН-Э»

Филипенков С.Н., Элбакян А.Ц.

Пос. Томилино, Московской обл., ОАО «НПП «Звезда» имени академика Г.И.Северина»

С целью имитации десантирования на планету использовали два экспериментальных скафандра (СК) массой 32 кг с избыточным давлением под оболочкой 0,1–0,2 кг/см², снабженных системой обеспечения жизнедеятельности, имеющей расход воздуха 250 л/мин для вентиляции подскафандрового пространства. Экспертная оценка темпа ходьбы и возможности выполнения ручных операций проводилась на базе НПП «Звезда» 5 испытуемыми-добровольцами, космонавтом-исследователем РКК «Энергия» и 11 кандидатами в эксперимент. Кроме того, трое из испытуемых перед началом эксперимента «Марс-500» отработали в СК на марсодроме операции 2-часовой циклограммы шлюзования, высадки и научных исследований.

В результате были продемонстрированы навыки самостоятельного входа/выхода из скафандра и из шлюза, проверена возможность самостоятельного размещения в кресле для отдыха, определена допустимая скорость движения 1–2 км/ч, подтверждена устойчивость ходьбы по горизонтальной поверхности с частотой до 20–30 шагов в минуту (в зависимости от индивидуальных антропометрических параметров), найдена устойчивая поза отдыха в положении стоя с наклоном корпуса тела вперед для частичного снятия весовой нагрузки с мышц испытуемого при создании в СК избыточного давления 0,1–0,2 кг/см². Во избежание перегрева организма и утомления испытуемых было рекомендовано предусмотреть контроль температуры тела испытуемых, которая должна поддерживаться в пределах 36,0–37,5 °С, и предлагалось в циклограмме десантирования запланировать чередование 10–15-минутных циклов операторской деятельности с 15–20-минутными периодами отдыха в кресле. Сначала на марсодроме испытуемыми НПП «Звезда» были отработаны операции по разрушению конгломератов реголита, взятию проб грунта и песка с упаковкой их в капсулы и контейнер, подтверждена возможность опускания на колени. Также был проверен аварийный вариант падения испытуемого на грунт и вставания из положения лежа с использованием подручных инструментов или при поддержке второго оператора. По их оценкам деятельность в СК соответствовала средней тяжести при работе с инструментами и достигала уровня тяжелой при вставании из положения лежа с помощью второго

оператора. При работе с инструментами требовалось 2–3-кратное повторение ручных операций для закрепления навыков отбора проб и координации движений для сохранения устойчивого равновесия при ограниченной подвижности СК.

ПРОФИЛАКТИКА НЕГАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ ИЗОЛЯЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Фомина Е.В., Чернова М.В., Лысова Н.Ю., Уськов К.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Существует несколько моделей, позволяющих имитировать на Земле факторы космического полета. К ним относятся иммерсия, наиболее полно воспроизводящая физиологические эффекты невесомости, антиортостатическая гипокинезия и изоляция. Эксперименты с изоляцией в большей степени направлены на изучение психофизиологических аспектов длительных космических полетов, в частности, депривации. Физические упражнения являются основным средством профилактики негативных эффектов космического полета, и при этом расширение арсенала методов и средств позволяет предотвратить монотонию и обеспечить реализацию индивидуальных предпочтений космонавтов в отношении поддержания достаточного уровня физической работоспособности. Исследование «Отработка ключевых вопросов профилактики для марсианской экспедиции» было реализовано в рамках эксперимента с 520-суточной изоляцией, в нем приняли участие 6 мужчин в возрасте 32 ± 4 года.

Цель исследования – создание высокоэффективной и надежной системы профилактики для межпланетных космических полетов. В задачи эксперимента входила оценка эффективности экспериментальных режимов физических тренировок в сохранении работоспособности членов экипажа; анализ влияния длительных (1 мес) перерывов в физических тренировках на двигательные функции и работоспособность. Члены экипажа выполняли предписанные тренировки в течение 2 мес, чередуя следующие тренажеры: две бегущие дорожки (с активным и пассивным движением полотна), велоэргометр, комплект эспандеров, силовой тренажер MDS и вибротренажер Galileo. Через каждые 30 сут проводилась оценка уровня физической работоспособности и состояния висцеральных систем. Показано, что перерывы в тренировках приводили к значительному снижению уровня физической работоспособности. Тренировки с использованием бегущей дорожки с пассивным режимом движения полотна и тренажер MDS оказались наиболее эффективными для поддержания силы ног. Субъективно на основе оценки психологических эффектов от тренировок – наибольшим предпочтением у членов экипажа пользовались бег в активном режиме, резистивные тренировки на тренажере MDS и виброплатформа Galileo. Таким образом, предложена эффективная система физической профилактики, обеспечившая достаточный уровень физической работоспособности в условиях изоляции, сопровождающейся снижением уровня физической активности.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

Хайбуллин М.Р.¹, Мякишева Ю.В.²

¹Алматы, Институт физиологии человека и животных

²ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Нами проводились параллельные исследования в рамках эксперимента «Марс-500» «Оценка эффективности психофизиологической саморегуляции (на базе аутогенной тренировки по Шульцу)» для выявления роли психологической подготовки также и в спорте. Это позволит определить основные направления и перспективы применения результатов, полученных при выполнении программы «Марс-500». Известно, что наиболее высокий результат регулярно показывают спортсмены, которые научились контролировать свое функциональное состояние и управлять им с помощью психологических методов саморегуляции в подготовительный, соревновательный и восстановительный периоды. Поэтому представляет интерес изучение влияния аутогенной тренировки (АТ) на психофизиологическое состояние высококвалифицированных спортсменов, а также выбор доступных способов контроля эффективности применения методики АТ.

Нами были обследованы 2 группы высококвалифицированных спортсменов по художественной гимнастике. Психофизиологическое тестирование включало оценку показателей простой (ПЗМР) и сложной (СЗМР) зрительно-моторной реакции, показателей психоэмоционального состояния (уровень личностной и реактивной тревожности по Спилбергу, тест Люшера), аутохронометрию. В результате

анализа полученных результатов были сделаны следующие выводы: 1. Применение методов психофизиологической саморегуляции (на базе АТ) оказывает существенное влияние на снижение уровня тревожности. 2. При оценке уровня адаптации к выполняемой физической нагрузке психологические показатели уровня тревожности спортсменов неинформативны, в то время как психофизиологические показатели (ПЗМР, СЗМР и аутохронометрия) позволяют оценить уровень восстановления после физической нагрузки. 3. Различия психофизиологических показателей у спортсменов, практикующих и не практикующих АТ, более достоверны после выполнения тренировочной нагрузки в сравнении с уровнем покоя.

ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЕТА НА МАРС

Царьков Д.С., Марданов Р.Г.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В рамках данной работы проводилось изучение состава летучих органических соединений (ЛОС) в выдыхаемом воздухе здорового человека в условиях длительного пребывания в изолированном гермообъеме в контролируемых условиях среды и при стандартном питании.

Для изучения влияния окислительного стресса на состав выдыхаемого воздуха у каждого испытуемого проводился отбор трех проб воздуха: до дозированной физической нагрузки, сразу после нагрузки и спустя 1 час после нагрузки. На велоэргометре испытуемый производил педалирование в среднем темпе (60 ± 5 об/мин), увеличивая каждую минуту мощность нагрузки на 15 Вт (начальная нагрузка 30 Вт). Мощность нагрузки последней ступени составляла 165 Вт. После достижения последней ступени нагрузки по окончании педалирования проводили отбор второй пробы выдыхаемого воздуха.

Пробы выдыхаемого воздуха отбирали в мешки из нейтрального полимерного материала объемом 5 л. Пробы воздуха концентрировали в стеклянных трубках, содержащих 200 мг сорбента Tenax TA, прокачивая через них с помощью аспиратора Draeger Ascuго объемы воздуха по 200 мл. Затем пробы анализировались методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

В результате показано, что концентрации изопрена и ацетона, как и других кетонов и оксикетонов, в выдыхаемом воздухе обследованных достоверно снижаются, что связано, по-видимому, с реакцией на окислительный стресс. Также показано, что показателем для оценки реакции организма на окислительный стресс могут быть уровни изопрена и его димера – олефинов, ацетона и ацетола, которые могут являться индикатором тренированности человека, адекватности физических нагрузок и развития гипоксических состояний.

ПОД ВЕТРОМ МАРСА

Цыганков О.С.

Королев, Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П.Королева

Исследование объектов Солнечной системы в интересах их вовлечения в цивилизованный организм Земного шара декларируется мировым научным сообществом как преобладающий тренд развития космической деятельности.

Марс, по-видимому, это первое и единственное тело планетного типа, которое будет все-таки, раньше или позже, достигнуто непосредственно человеком в космическом пространстве в обозримом времени. Поэтому космонавты десантной группы первой марсианской экспедиции должны быть готовы какой-то отрезок времени поработать в природных условиях марсианского климата и рельефа.

Одно из известных природных явлений – марсианские ветры. Озабоченность вызывает воздействие ветровых нагрузок на марсонавта. Аналитическая оценка ветровой нагрузки на фронтальную плоскость скафандра при скорости набегающего потока углекислого газа 30 м/с и атмосферном давлении 6,1 мбар получена величиной 16,5...30 Н. В оценочном эксперименте в наземных условиях сосредоточенная нагрузка прилагалась в точке расположения центра тяжести системы «человек–скафандр». При приложении силы 30–35 Н и наклоне на 12° – 15° от вертикали происходило падение испытателя. Вопросам безопасности при падениях следует уделять особое внимание, учитывая массу связки «человек–скафандр» и марсианское ускорение силы тяжести 371 см/сек^2 , а также характер поверхности в виде каменистой россыпи и даже застывшей лавы. На Земле известны подобные породы под названи-

ем «вулканическое стекло», которые имеют раковистые режущие изломы или игольчатые образования, например, обсидиан (*obsidianus lapis*). Придется позаботиться о защите перчаток, где на кончиках пальцев только однослойная оболочка, органов управления, остекления гермошлема. Эти результаты, несмотря на отличие условий эксперимента от ожидаемых на Марсе, дают пищу для осмысления проблемы и, возможно, распространения их на реальную ситуацию или использования для подготовки более корректных экспериментов, например, в аэродинамической трубе.

Проведение исследований и разработок по теме ВКД на поверхности небесных тел, которые опережали бы проектирование конкретного экспедиционного комплекса, не является преждевременным, будет способствовать накоплению знаний и может стать вкладом России в международные проекты, в том числе, полета на Марс.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА НА ПОВЕРХНОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Цыганков О.С.¹, Демин Е.П.²

¹Королев, Ракетно-космическая корпорация им. С.П. Королева

²ГНЦ РФ–ИМБП РАН

С начала третьего тысячелетия Марс становится приоритетным объектом исследований в ближнем космосе. Деятельность человечества в этом направлении не ограничивается приборными исследованиями посредством автоматических аэроорбитальных и посадочных аппаратов, но воплощается в разработках концепций и аванпроектов пилотируемой экспедиции, а также в проведении наземных экспериментальных работ. Крупнейшим мероприятием последнего направления в общемировом масштабе является эксперимент «Марс-500».

В программу входила «посадка» на планету и выход экипажа на имитатор поверхности. Успех деятельности десантной группы на поверхности Марса определяет следующие условия: состояние организма космонавтов и степень их адаптации к силе тяжести на Марсе; конструктивные и эксплуатационные характеристики защитного снаряжения; технико-эргономические свойства инструментов, аппаратуры и оборудования. Как модулировались эти условия в эксперименте «Марс-500»? Для некоторого возможного приближения организма испытуемых к состоянию как после перелета в условиях $g \approx 0$, члены десантной группы в течение 3 сут, под наблюдением врача, снаряженные во фрагменты противоперегрузочного костюма «Кентавр», находились во время сна в положении к горизонтали (-15°). В эксперименте задействован скафандр «Орлан-Э», который почти в 2 раза легче орбитального скафандра «Орлан», комплект инструментов для геологических исследований и вспомогательное оборудование.

В моделировании внекорабельной деятельности (ВКД) использован опыт, накопленный в этой области космонавтики в РКК «Энергия», НПП «Звезда», ИМБП, ЦПК. Экипаж посадочно-взлетного модуля (ПВМ) – осуществил 3 выхода двумя парами испытуемых. Перечень операций соответствовали задаче взятия геологических проб на случай внезапного и срочного старта с поверхности планеты. Программа деятельности испытуемых на имитаторе поверхности была выполнена в полном объеме.

Степень приближения к натурным условиям, осуществленная при имитации ВКД в эксперименте «Марс-500», пока не является достаточной для прогностической оценки дееспособности экипажа, десантированного на поверхность планеты.

ВКД на поверхности Марса является локальным фрагментом пилотируемой экспедиции. Исследования в этом направлении можно и целесообразно разворачивать уже в настоящее время с целью формирования концептуальных и методических подходов к решению этой многоаспектной проблемы.

ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗАДАЧИ ЭКИПАЖА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»

Цыганков О.С.¹, Артемьев О.Г.², Демин Е.П.³

¹ Королев, Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П.Королева

² Звездный городок, Центр подготовки космонавтов

³ ГНЦ РФ–ИМБП РАН

При разработке стратегии и планировании пилотируемого полета к Марсу фактор технического обслуживания марсианского экспедиционного комплекса (МЭК), то есть поддержания, а при необходимости, и восстановления его работоспособности в процессе полета, является одним из определяющих в отношении самой возможности реализации проекта. Проблема может быть решена на основе опыта

РКК «Энергия» по эксплуатации орбитальных станций, но с учетом принципиальных отличий межпланетного полета от геоорбитального полета сопоставимой продолжительности.

Операции технического обслуживания и ремонта относятся к такому виду работ, выполнение которых практически невозможно полностью обеспечить автоматическими средствами, и поэтому они включаются в полетные задачи экипажа. В этой связи профессиональная подготовка космонавта, его функциональная готовность играет первостепенную роль в осуществлении полноценной технологической деятельности. Кроме технического аспекта, возможность осуществления ремонта имеет и психологическое значение, так как это вселяет в экипаж уверенность в свои силы, в успешное выполнение программы экспедиции и благополучное завершение полета.

Указанные обстоятельства в полной мере относятся к медико-техническому комплексу (МТК) эксперимента «Марс-500». Высокий уровень укомплектованности МТК научной аппаратурой и служебными системами, длительный срок эксперимента, высокая степень самостоятельности экипажа обусловили необходимость организации бортовой мастерской внутри МТК и ее инструментального оснащения для выполнения регламентных и ремонтных работ силами экипажа.

Важное значение имел опыт инженерных мероприятий и операционных действий, выполненных на техническом и 105-суточном этапах эксперимента непосредственно испытателями – членами экипажа.

На основе анализа компоновки и состава оборудования, а также подготовки испытателей, была разработана и реализована продуктивная концепция участия экипажа в техобслуживании МТК.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕЕСПОСОБНОСТИ КОСМОНАВТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МАРСА

Цыганков О.С.¹, Демин Е.П.²

¹ Королев, Ракетно-космическая корпорация им. С.П. Королева

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В концепциях пилотируемого полета на Марс «белым пятном» является дееспособность экипажа на поверхности планеты в связи с проблемой послеполетной ортостатической неустойчивости, атаксии и др. синдромов микрогравитации. Доклад посвящен заполнению этого пробела научно-практической информацией, что могло бы рассматриваться как пролонгация эксперимента «Марс-500».

Сможет ли человек, без реадaptации к 0,38 g, сохраниться как *Homo erectus*, поддерживать вертикальное положение тела, способность к пешему передвижению, а также к подъему на ноги в случае падения? Ответ на поставленный вопрос может быть получен нами на Земле. Реальным шагом в прогнозировании состояния человека может стать исследование на основе экспериментального подхода, два этапа которого носят итеративный характер.

1. Моделирование состояния при переходе организма человека от $g \approx 0$ к марсианской гравитации осуществляется использованием метода АНОГ.

2. Более полное приближение к реальности – это участие в экспериментах космонавтов из состава экипажа РС МКС после 0,5 – годового (или более) геоорбитального полета.

Испытатели и возвращенные на Землю космонавты облачаются в скафандры с пониженным весом и выполняют операции по сценарию деятельности после посадки.

В том случае, если в результате экспериментов выяснится, что существующие методики не обеспечивают приемлемый уровень работоспособности космонавтов, в повестку дня встанут вопросы о создании дополнительных или новых медико-технических средств и технологий, в том числе и искусственной тяжести (ИТ). Введение в структуру экспедиционного комплекса сегмента для создания ИТ значительно усложняет конструкцию и управление комплексом. Реализация ИТ в виде короткорadiusной центрифуги и возникающие при этом кориолисовы силы порождают для экипажа дискомфортные, труднопереносимые вестибулярные нагрузки. Исследование всех возможностей, позволяющих избежать создание ИТ, является насущной задачей для проекта экспедиционного комплекса.

Предлагаемый эксперимент – это не только реальный способ предвидеть дееспособность экипажа на Марсе. Это единственный способ в настоящее время.

ИНДИВИДУАЛЬНО-ЛИЧНОСТНАЯ СТРУКТУРА И ДИАМИКА СТРЕССОРОВ У ЭКИПАЖА ПРИ НАЗЕМНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПИЛОТИРУЕМОГО ПОЛЕТА К МАРСУ

Чекалина А.И., Виноходова А.Г., Гуцин В.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Известно, что продолжительное пребывание людей в экстремальных условиях гермообъема, примером которых является межпланетный космический полет, само по себе является мощным стрессор-

ным воздействием и оказывает существенное влияние на психоэмоциональное состояние членов экипажа [Мясников, Степанова и др., 2000].

Изучалась индивидуально-личностная структура источников стресса в зависимости от социометрического статуса в группе у 6 обследуемых – членов экипажа «Марс-500». Для изучения применялись 8-цветовой тест Люшера и классический социометрический тест. Периодичность проведения теста Люшера – 1 раз в две недели, социометрического теста – 1 раз в месяц.

Описана индивидуально-личностная структура стресс-факторов у каждого из 6 членов экипажа «Марс-500». У популярных (имеющих высокий социометрический статус) членов экипажа было выявлено меньше индивидуально-личностных стресс-факторов, по сравнению с менее популярными обследуемыми.

Показаны индивидуальные различия в динамике стресс-факторов в зависимости от периода наземного моделирования пилотируемого полета к Марсу. Выявлены критические периоды экспедиции, оказавшие существенное влияние на изменение психоэмоционального состояния членов экипажа: период адаптации, третья четверть, имитация высадки на Марс и период общения с родственниками. У экипажа посадочного модуля обнаружено повышение выраженности влияния стресса, связанного с тревогой за выполнение поставленной перед ними сложной, ответственной и публичной задачи высадки на Марс.

Исследование поддержано грантом РФФИ (проект № 10-06-00566а).

ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РИСКА РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИИ В ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Черникова А.Г., Баевский Р.М., Берсенева А.П.

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Введение. Развитие заболеваний у практически здоровых людей происходит постепенно в результате снижения адаптационных возможностей организма и вследствие истощения его функциональных резервов. Хроническое стрессорное воздействие условий окружающей среды, включая производственные, социально-бытовые, геофизические факторы, вызывает напряжение механизмов регуляции и повышенное расходование энергетических и метаболических ресурсов. Поэтому долговременный донозологический контроль функционального состояния представляет как научный, так и практический интерес.

Методика. В исследование включены 12 контрольных групп в различных регионах мира: в России (Москва, Воронеж, Сыктывкар, Екатеринбург, Ижевск, Магадан), в Белоруссии (Минск), в Казахстане (Алмааты), в Чехии (Пльзен), в Германии (Штутгарт), в Канаде (Торонто) и в США (Поулсбо). Группы практически здоровых людей-испытателей численностью в 10–15 человек (мужчины в возрасте 25–50 лет), в каждой из контрольных групп отобраны на основе анамнестических данных и поликлинического медицинского осмотра.

Для проведения медико-экологических исследований использовался аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007», аналогичный такому же комплексу, применяемому в основном эксперименте в гермокамере для обследований членов «марсианского» экипажа.

Результаты. Показано, что индивидуальная динамика физиологических показателей в значительной мере зависит от влияния факторов окружающей среды. В большинстве случаев максимальные уровни риска развития патологии наблюдаются в осенний период, однако у практически здоровых людей они не превышают безопасного порога. Динамика изменений функционального состояния и отдельных его показателей у испытателей, находящихся в условиях гермообъекта, была более стабильной, чем в контрольных группах, живущих и работающих в естественной социально-производственной обстановке.

Заключение. Долговременный донозологический контроль функционального состояния практически здоровых людей, проводившийся в различных регионах мира одновременно с экспериментом «Марс-500» показал, что уровень риска развития патологии во многом зависит от изменений экологических условий (климатические, производственные, социально-психологические факторы). Показано, что показатели вегетативной регуляции могут быть успешно использованы в качестве чувствительных индикаторов риска развития патологии.

ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ МИРА

Черникова А.Г., Зенченко Т.А., Слепченкова И.Н., Баевский Р.М.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Введение. Медико-экологические исследования, которые проходили в течение 520 сут параллельно с исследованиями членов «марсианского экипажа» в макете межпланетного корабля, были организованы в 12 регионах мира (Россия, Казахстан, Белоруссия, Германия, Чехия, Канада, США). Одной из целей этой работы была разработка критериев оценки риска развития патологии при длительном наблюдении за практически здоровыми людьми.

Методика. Использовался аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007», обеспечивающий регистрацию ЭКГ в покое и при функциональных пробах, а также анамнестические и антропометрические исследования, которые проводились ежемесячно. В США и в Канаде аналогичные исследования проводились каждые две недели с помощью модернизированного прибора Heart Wizard с использованием Интернета.

Результаты. Среди множества получаемых показателей особого внимания заслуживает оценка риска развития патологии на основе данных анализа вариабельности сердечного ритма. Использовалась математическая модель функциональных состояний организма и по соотношению их вероятностей определялась категория риска. Самая низкая 1–2-я категория риска отмечалась в Екатеринбурге и в Москве. Более высокие ее значения (2–2,5 балла) были у испытуемых Ижевска и Минска. У испытуемых северных городов Магадана и Сыктывкара категория риска достигала 2,5–3 балла. В Германии средняя категория риска превышала 3 балла, однако там испытуемые отличались избыточной массой тела. Показано, что категория риска имеет выраженную динамику и существенно изменяется в зависимости от самочувствия, погодных факторов и социально-производственной обстановки. В США и Канаде более частые измерения подтвердили наличие такой зависимости и показали эффективность индивидуального динамического телемедицинского донозологического контроля.

Заключение. Долговременные медико-экологические исследования позволили оценить региональные и индивидуальные особенности адаптационных реакций организма разработать критерии их оценки, в том числе критерии для оценки риска развития патологии.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В ГЕРМООБЪЕКТЕ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ДЛИТЕЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ПОЛЕТ (ПРОЕКТ «МАРС-500»)

Черногоров Р.В., Поляков А.В., Орлов О.И., Переведенцев О.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Одной из важнейших задач, решаемых при проведении экспериментальных исследований с участием человека в условиях гермообъектов, является организация медицинского обеспечения. При этом основные трудности связаны с ограниченным перечнем имеющегося в гермообъекте лечебно-диагностического оборудования и средств оказания медицинской помощи, отсутствием, как правило, в составе испытуемых специалистов-медиков требуемой квалификации. По условиям эксперимента врачи бригады медицинского обеспечения обычно не имеют возможности принять непосредственное участие в обследовании или оказании медико-санитарной помощи испытуемым. С другой стороны, получаемая из гермообъекта объективная медицинская информация, в том числе и при возникновении медицинских ситуаций, не всегда обладает достаточным объемом и качеством для постановки диагноза и принятия правильного решения по проведению адекватного лечения.

Использование в эксперименте «Марс-500», в том числе и при моделировании временной задержки связи, комплекса телемедицинских средств позволило повысить эффективность взаимодействия экипажа и специалистов службы медобеспечения при проведении медицинских обследований в условиях гермообъекта, получать более полный объем медицинской информации, необходимой для объективной оценки текущего состояния здоровья экипажа, а также стандартизировать процедуры проведения лечебно-диагностических мероприятий.

Получаемые в ходе диагностических процедур медицинские данные накапливались в базе данных для дальнейшей обработки и, при необходимости, использовались для проведения телемедицинских консультаций со специалистами ЦКБ РАН, рекомендации которых в последующем передавались экипажу гермообъекта в ходе отсроченных телеконсультаций.

Таким образом, использованный в эксперименте «МАРС-500» комплекс телемедицинских средств позволил не только организовать эффективную медицинскую поддержку членам экипажа гермообъекта, но и получить экспериментальные результаты, которые могут быть положены в основу медицинского обеспечения межпланетных пилотируемых космических полетов.

СТРАТЕГИИ КОММУНИКАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ НА ДЕПРИВАЦИЮ ПОТРЕБНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ИЗОЛЯЦИИ

*Швед Д.М., Гуцин В.И., Виноходова А.Г., Ничипорук И.А., Васильева Г.Ю.,
Комаревцев С.В.*

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Условия космического полета, моделируемые в гермокамерных экспериментах с длительной изоляцией, подразумевают достаточно значительное ограничение возможностей участников полета в сфере удовлетворения потребностей: как витальных, так и более высокого порядка (потребности в общении, самореализации и пр.) (Леонов А.А., Лебедев В.И. и др. авт.). Депривационные феномены вызывают неблагоприятные изменения психофизиологического состояния членов экипажей и влияют на содержание коммуникации с Центром управления.

Изучение потребностной сферы участников модельного эксперимента «МАРС-500» посредством контент-анализа их письменных отчетов и радиограмм показало, что степень удовлетворенности различных потребностей, а также быстрота и характер реагирования внешними абонентами на их выражение являются важными факторами, оказывающими влияние на психологическое состояние и речевое поведение большинства членов экипажа. Были выявлены индивидуальные особенности реагирования на неудовлетворенность потребностей, которые укладываются в рамки двух основных коммуникативных стратегий: стратегии закрывания (отсутствие обсуждения потребностей с внешними абонентами: «все равно не удовлетворят») и стратегии, направленной на активное выражение потребностей, стремление добиваться их удовлетворения. Стратегия закрывания (замыкания в себе, погружения в собственные переживания) была сопряжена с ухудшением настроения и самочувствия, повышением экскреции стрессовых гормонов. У обследуемых, стремящихся в общении с Центром управления открыто обсуждать проблемы и добиваться их решения, напротив, наблюдались преимущественно повышение настроения и самочувствия, а также снижение психофизиологической напряженности. Кроме того, было показано, что наиболее оптимальным типом поведения в данной среде является замещение базовых потребностей (в комфорте, в разнообразии, полноте социальных контактов и пр.) потребностью в самореализации (на такую возможность указывал еще А. Маслоу).

Можно предположить, что тип коммуникативной реакции на неудовлетворенные потребности является отражением индивидуальных особенностей адаптации к обедненной информационной среде гермообъекта.

ЭКОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОГРАММЕ «ОРАНЖЕРЕЯ» В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Швед Д.М., Гуцин В.И., Левинских М.А., Сычев В.Н., Виноходова А.Г., Смолевский А.Е.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В эксперименте «Марс-500» проводилось изучение влияния длительного присутствия высших растений на психоэмоциональное состояние членов экипажа и внутригрупповые взаимоотношения. Обследование проводилось до, во время и после 520-суточной изоляции в НЭК ГНЦ РФ – ИМБП РАН с участием всего экипажа из 6 мужчин в возрасте от 28 до 39 лет. В качестве инструментов обследования использовались: опросник, совместно разработанный с американскими психологами; короткий опросник для оценки значимости оранжереи для обследуемых; WLGS-датчики для оценки дистанций членов экипажа от малой цветочной оранжереи «Аэрогарден»; личностный опросник Айзенка; анализ фото- и видеоматериалов, снятых обследуемыми в гермообъекте; проведение коротких интервью с членами экипажа.

Участники проекта «Марс-500» априорно (до эксперимента) отметили возможность позитивного влияния наличия на борту растений на свое психоэмоциональное состояние. При описании потенциальной значимости оранжереи, был отмечен как эстетический компонент, так и возможность реализации заботы о живом, проявления позитивных чувств, сохранения связи с домом, природой. При анализе полученных в ходе и после эксперимента данных, было показано, что степень вовлеченности в

работы по оранжерее определяет величину и направленность экopsихологического эффекта присутствия в гермообъекте высших растений. Большая вовлеченность в работы по уходу за растениями приводит к более положительному эффекту растений на психоэмоциональное состояние членов экипажа. Личностные особенности членов экипажа влияют на степень их вовлечения во взаимодействие с растениями. Обследуемые с высокой психологической устойчивостью (низким нейротизмом) и доминированием интроверсии более склонны к взаимодействию с растениями. Удаленное расположение объекта оранжерея от мест рекреации снижает экopsихологический эффект от его присутствия в гермообъекте. В то же время, расположение в кают-компании устройства Аэрогарден имеет позитивный психологический эффект. С целью максимизации положительного влияния растений на психологическую рекреацию следует использовать не требующие большого ухода цветы яркой окраски и большого размера. При решении вопросов о выборе растений для их последующего включения в рацион питания автономного экипажа, следует учитывать культурно обусловленные предпочтения его членов.

СТРУКТУРА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА И ПОДГОТОВКИ ЭКИПАЖЕЙ В ПРОЕКТЕ «МАРС-500»

Шевченко О.И.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Специфика сверхдлительной изоляции при моделировании полета на Марс накладывает на систему отбора дополнительные требования, связанные не только с углублением самого отбора, но и с необходимостью выделения прогностических критериев для оценки возможных изменений личностных характеристик человека, обусловленных автономизацией экипажа, развитием астенизации и т.п. Система, предложенная для отбора кандидатов в проект «Марс-105» и использованная при отборе в проект «Марс-520», состояла из трех этапов: *углубленный психологический отбор по личностным качествам*, который проводился специалистами трех независимых организаций; *групповой психологический отбор* и рациональное комплектование экипажа; *мероприятия по психологической подготовке экипажа*. *На первом этапе* была проведена апробация системы углубленного психологического отбора испытуемых по личностным качествам для работы в условиях сверхдлительной изоляции. Полученные оценки сравнивались и обобщались с результатами других независимых экспертов для получения единого психологического заключения. Были созданы две группы по 6 человек, которые рассматривались как потенциальные основной и дублирующий экипажи. *Второй этап* включал в себя мероприятия по проведению группового психологического отбора и рационального комплектования экипажа. Он был направлен на обеспечение эффективного функционирования экипажа в условиях специфических ограничений, присущих межпланетному полету. Кроме того, выявлялись наиболее перспективные сочетания кандидатов для формирования экипажа. После окончания мероприятий по отбору и психологической подготовке испытуемые-добровольцы были разделены на две группы (экипажи со своим командиром), которые приняли участие в тестировании «на выживание» на базе РГУФКа, которое было направлено на проверку сплоченности и работоспособности экипажей в полевых условиях.

Результаты исследования групповой динамики в ходе эксперимента «Марс-500» подтвердили эффективность новых критериев индивидуального и группового отбора.

По результатам исследований в эксперименте «Марс-500» был сформулирован ряд принципов, направленных на совершенствование системы личностного и группового психологического отбора и подготовки экипажа с учетом основных ограничений, присущих пилотируемой межпланетной экспедиции.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ В ПРОЕКТЕ «МАРС-500»

Шевченко О.И., Кузнецова Е.П., Волосюк Ю.А., Волошин О.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Организация психологической поддержки в условиях сверхдлительной изоляции и автономности экипажа требует специального подхода, так как ограничения по связи приводят к необходимости организации автономной стационарной системы психологической поддержки, которая может быть расширена за счет допоставки требуемых материалов (фильмов, новостей, музыки и т.п.) в ходе полета по каналам связи. *Целями психологической поддержки являлись борьба с сенсорной депривацией,*

сохранение психического здоровья, направленная регуляция эмоциональной сферы (формирование положительных эмоциональных состояний), организация досуга. В задачи входили информационное обеспечение непрофессионального характера, восполнение дефицита социальных контактов, удовлетворение эстетических потребностей. *Основной принцип организации психологической поддержки многонационального экипажа – рассмотрение его как единого целого, вне зависимости от принадлежности к различным национальным космическим агентствам или странам.* Для реализации данного принципа была создана единая психологическая группа специалистов ИМБП и ЕКА, при участии китайских специалистов. Во время эксперимента постоянно проводилась работа по анализу замечаний и пожеланий экипажа, расширение мероприятий и средств психологической поддержки, поиск новых возможностей и новых технологий, подбор материалов для расширения фонотеки, библиотеки, кинотеки, а также приватные психологические конференции по переписке, направленные на выявление проблемных ситуаций в экипаже. Был создан отдельный конфиденциальный канал связи для личной переписки, переписки с психологами и реализации мероприятий по психологической поддержке. Проводился анализ отчетов дежурных испытателей и радиограмм, передаваемых испытателям по официальным каналам, выявление замечаний испытателей по методикам, сортировка замечаний, оценка эмоционального фона данных материалов, поскольку тон радиограмм или не очень удачная шутка могут приводить к негативным реакциям членов экипажа и раздражению. Также в обязанности группы входили обсуждение и выработка консолидированных решений по организации информационных потоков, мероприятий для всего экипажа и для отдельных его членов, мониторинг психологического состояния группы на протяжении всего эксперимента, решение оперативных задач по запросам экипажа. Связь с экипажем через приватный канал проводилась в соответствии с разрешенными сеансами связи и с учетом всех временных задержек. При этом личная переписка передавалась по мере ее поступления, а материалы по психологической поддержке три раза в неделю.

ДИНАМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИВАТНОГО КАНАЛА СВЯЗИ В ПРОЕКТЕ «МАРС-500»

Шевченко О.И.¹, Файхтингер Е.²

¹ГНЦ РФ–ИМБП РАН

²Европейское Космическое Агентство (ЕКА), Россия, Москва

Связь с сервером наземного центра управления осуществлялась командиром экипажа или дежурным только через один центральный компьютер на ГП объекта. Такая организация связи позволила исключить несанкционированный обмен информацией, дублирование информации при ее передаче, необходимость поиска по различным папкам сервера и т.п. Кроме того было минимизировано количество человек, имеющих доступ к серверу на Земле и в объекте. Связь с экипажем через приватный канал проводилась в соответствии с разрешенными сеансами связи и с учетом всех временных задержек. При этом личная переписка передавалась по мере ее поступления, а материалы по психподдержке три раза в неделю. Испытатели могли также использовать канал видеосообщений как для общения с ЦУПом, так и для получения дополнительной информации от семей и друзей. Сразу после отключения телефонной связи, был отмечен минимальный уровень использования данного канала, затем его использование резко возросло. Это связано с тем, что передать необходимую информацию словесно легче, чем передавать официальные радиограммы. На это было обращено внимание как испытателей, так и наземных служб. В дальнейшем этот канал использовался практически равномерно, хотя испытатели пользовались им чаще, несмотря на задержки связи и ограниченное количество сеансов. Второй пик использования данного канала связан с подготовкой к выходу на «поверхность Марса» и проведением данной операции, поскольку он дает возможность более оперативного реагирования в сложной ситуации. Данный канал мало использовался для организации встреч с семьями и друзьями, так как только у одного члена экипажа семья находится в Москве. Соблюдался паритет в предоставлении такого рода информации для всех членов экипажа. Дефицит визуального общения с семьями и друзьями восполнялся допоставкой видеороликов, аудиофайлов и фотографий от семей и друзей через приватный канал связи как дополнение к переписке. Необходимо отметить и тот факт, что потоки информации европейских членов экипажа превышали объемы информации остальных испытателей. Это связано с тем, что круг заявленных респондентов общения у них был шире, и переписка велась более интенсивно. Российские члены экипажа ограничили свой круг общения семьей и 3–5 друзьями и переписывались реже, не стремясь к расширению этого круга общения. Эта же

тенденция отмечалась и у китайского члена экипажа (круг общения оставался стабильным в ходе всего эксперимента).

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ СОСТАВА КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

*Шестаков С.В.¹, Бабыкин М.М.¹, Григорьев А.И.², Зинченко В.В.¹, Кирпичников М.П.¹,
Коробан Н.В.¹, Мазур А.М.¹, Марданов А.В.³, Новикова М.Д.², Прохорчук Е.Б.³,
Равин Н.В.^{1,3}, Скрябин К.Г.^{1,3}*

¹ Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

² ГНЦ РФ–ИМБП РАН

³ Центр «Биоинженерия» РАН, г. Москва

Для оценки влияния факторов длительного пребывания в изолированном модуле, имитирующем условия межпланетного космического полета, на физиологическое состояние членов экипажа исследовали динамику метагеномного состава микробиоты кишечника у пяти участников эксперимента МАРС-500. Таксономический состав микробиоты определяли по результатам пиросеквенирования фрагментов генов 16S рибосомной РНК на GS FLX. Для двух участников в результате полногеномного секвенирования микробиоты на SOLID проводили функциональную и таксономическую классификацию белок-кодирующих генов. Определяли представленность на родовом уровне основных филумов (*Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Fusobacteria*), составляющих более 95% микробиоты, а также ряда минорных филогрупп. Установлено, что (1) каждый участник имел индивидуальный начальный состав микробиоты одного из трех энтеротипов; (2) в ходе эксперимента таксономический состав микробиоты существенно изменялся, но сохранялся исходный энтеротип; (3) в динамике изменений не отмечено линейного однонаправленного тренда, сохранявшегося от начала до конца эксперимента; (4) заметные изменения в соотношении различных таксонов наблюдались уже в первые 14-30 дней, что можно связать с ответом на стрессовые воздействия условий начала эксперимента; (5) ни у одного из участников не происходило полного восстановления исходного состава микробиоты через 14 дней после выхода из модуля. Вероятно, в ходе эксперимента у участников шла адаптивная перестройка таксономического состава микробиоты, отражавшая как смену рациона питания и периодический прием пробиотиков, так и воздействие специфических условий длительного пребывания в модуле. При этом формировался новый сбалансированный состав микробиоты с функциональной компенсацией на уровне генных семейств целостного микробного сообщества. Обсуждаются перспективы применения анализа микробиоты кишечника для тестирования физиологического состояния кандидатов для работы в условиях длительного стрессового воздействия.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500» В ПЕРИОД РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЙ С ИМИТАЦИЕЙ ВЫХОДА НА ПОВЕРХНОСТЬ МАРСА

Шумилина Г.А., Зарубина К.В., Шумилина И.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

Санитарно-гигиеническое обеспечение космических полетов рассматривается в данной работе как комплекс мероприятий, направленных на удовлетворение требований личной гигиены экипажа и поддержание оптимальных бытовых условий в обитаемом отсеке. Значение этих вопросов существенно возрастает при увеличении продолжительности полетов и усложнении программы, связанном с выходами экипажа из корабля. Поэтому для поддержания высокой работоспособности в экстремальных условиях обитания для эксперимента «Марс-500» был разработан специальный режим проведения санитарных мероприятий с использованием гигиенических средств и белья.

Были подготовлены рекомендации по ежедневному уходу за кожей операторов и смене белья. Эффективность гигиенического режима оценивали по состоянию кожи и белья по ряду показателей, включая микробиологические. Особое внимание уделялось поддержанию чистоты в объекте и проведению уборки с использованием дезинфицирующих средств.

После каждой из 2 имитаций выхода на поверхность Марса и работ в имитаторе спускаемого аппарата был произведен сбор белья операторов, образцов ткани от данного белья и произведена оценка загрязнений текстильных материалов по общепринятым методикам. Результаты исследований показали существенную загрязненность белья во время работ, связанных с имитацией выхода на поверхность Марса, что могло зависеть от повышенной эмоциональной и физической нагрузок. Микроб-

ная обсемененность белья составляла 10^2 – 10^3 КОЕ на см^2 ткани с наличием значительного количества грамотрицательных бактерий семейства Enterobacteriaceae. Выполнение гигиенических мероприятий способствовало поддержанию нормального функционирования кожи и предупреждению воспалительных заболеваний. Результаты исследований будут способствовать созданию оптимальных санитарно-гигиенических условий в пилотируемых летательных аппаратах, позволят сохранить здоровье и работоспособность членов экипажей при увеличении продолжительности полетов и усложнении их программ.

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

Шумилина Г.А., Шумилина И.В., Соловьева З.О.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В эксперименте с 500-суточной изоляцией для моделирования пилотируемого полета на Марс в наземном экспериментальном комплексе исследовали эффективность современных перспективных средств и способов санитарно-гигиенического обеспечения 6 испытателей-добровольцев. Санитарно-гигиеническое обеспечение жизнедеятельности людей в эксперименте включало в себя комплекс мероприятий, направленных на удовлетворение требований личной гигиены, включая проведение душевых процедур, пользование умывальником и поддержание оптимальных бытовых условий, в том числе санитарно-гигиенического и противоэпидемиологического режима.

В процессе эксперимента исследовали эффективность комплекса средств личной гигиены (СЛГ), нательного и постельного белья, одежды, средств поддержания чистоты в объекте – свыше 100 наименований во все периоды моделирования полета на Марс, включая процедуру имитации спуска на его поверхность. В процессе подготовки эксперимента были составлены перечни СЛГ для каждого члена экипажа с учетом индивидуальных особенностей каждого оператора, а также комплект документов, содержащий инструкции по личной гигиене и поддержанию чистоты в объекте, индивидуальные анкеты-опросники по оценке состояния кожи, полости рта, волос и тестированию СЛГ, анкеты-опросники, которые позволяют оценить весовые характеристики запасов одежды, белья, СЛГ.

Таким образом, в процессе эксперимента по проекту «Марс-500» проводился мониторинг применения СЛГ, белья и одежды с учетом норм их расходования в условиях космического полета на Международную космическую станцию (МКС). Для оценки мониторинга служили результаты субъективной оценки средств гигиены, белья и одежды и режимов их использования каждым оператором, а также гигиенические и микробиологические методы исследований. Основные результаты показали эффективность системы санитарно-гигиенического обеспечения и ее функциональную значимость, хотя имеется ряд существенных недостатков, связанных с отсутствием в объекте системы водообеспечения регенерационного типа, блока для стирки и сушки одежды и белья, что исключает возможность учета расходуемой воды и СЛГ как во время эксперимента, так и при подготовке к реальному полету на Марс.

ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ БЕЛЬЯ И ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»

Шумилина И.В.

ГНЦ РФ–ИМБП РАН

В настоящее время в условиях космических полетов не осуществляется стирка одежды, белья, средств личной гигиены (СЛГ). Новая одежда, белье, СЛГ (салфетки и полотенца для личной гигиены и т.д.) поступают на корабли и орбитальные станции с Земли, а затем, после кратковременного использования, удаляются в сборник отходов, где происходит их накопление в значительных по массе и объему количествах. В условиях межпланетных полетов невозможно пополнение запасов, в том числе одежды и белья, поэтому возможность проведения экспедиции напрямую зависит от грузоподъемности космического корабля и при ее ограниченности возможность экспедиции становится проблематичной. На современном этапе до сих пор остаются нерешенными вопросы, связанные с обеспечением оборудованием для водных процедур в условиях космического полета и устройствами для обработки (стирки и сушки) текстильных материалов (полотенец, одежды, белья), входящих в состав санитарно-гигиенического обеспечения экипажей, изучением совместимости с оборудованием для водных процедур, стирки и сушки с системами жизнеобеспечения, в частности с системой регенерации воды.

В эксперименте «Марс-500» по моделированию полета на Марс осуществляется изучение потребления белья и одежды в условиях 520-суточной изоляции (шифр исследования Нг 4.4.). Эксперимен-

тальные данные за июнь 2010 года – февраль 2011 года охватывают около половины всего времени исследования от начала изоляции до условного прилета на Марс. Данные за июнь 2010 года – ноябрь 2011 года охватывают весь срок 520-суточной изоляции.

Заполненные операторами анкеты регулярно передавались из наземного экспериментального комплекса (НЭК). Получено свыше 150 заполненных анкет-опросников, которые позволяют оценить весовые характеристики запасов одежды, белья, СЛГ, необходимые для осуществления полета на Марс, будут способствовать созданию оптимальных санитарно-гигиенических условий герметично-замкнутых объектов, в том числе пилотируемых летательных аппаратов и позволит сохранить здоровье и работоспособность членов экипажей при увеличении продолжительности полета.

РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ ПРИ ПИЛОТИРУЕМОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА МАРС: МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Шуршаков В.А.

ГНЦ РФ – ИМБП РАН

Радиационная опасность при полете к Марсу является одной из основных проблем, которые ограничивают его возможность и даже ставят под вопрос сам факт осуществления такого полета без причинения существенного вреда здоровью человека.

Доза облучения экипажа будет зависеть от длительности полета, солнечной активности и определяемого ей уровня космической радиации в обитаемых отсеках, используемых технологий радиационной защиты и других факторов. Если уровень облучения человека за карьеру не превышает установленного предела (1 Зв), то по современным радиобиологическим данным, ожидаемое сокращение жизни не превысит три года. Однако для любого практически достижимого варианта физической защиты космического корабля от радиации доза облучения экипажа за 500-суточный межпланетный полет будет на грани допустимой, а если во время полета произойдут мощные солнечные протонные события, то может с ненулевой вероятностью и существенно превзойти допустимую величину.

Защиту космонавтов от радиации во время миссии на Марс могут обеспечить новые технологии, сочетающие применение физической (активной и пассивной), а там, где ее возможности исчерпаны, – и биологической защиты.

Одной из перспективных технологий физической защиты является создание вокруг корабля искусственного магнитного поля, которое защищало бы экипаж, отклоняя космическую радиацию. Другая разработка, которая обязательно найдет свое применение на «марсолете», – это система радиационного контроля, предупреждающая космонавтов об опасности для своевременного перехода в радиационное убежище или отсек имеющий «дополнительную» защиту.

Прототип такой системы уже используется на Служебном модуле Российского сегмента МКС [Benghin V.V., et al., 2005].

До конца влияние тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ) космического излучения на психику, поведение и физическое состояние организма человека не исследовано. Для преодоления эффектов ТЗЧ необходимы и биологические методы защиты экипажа, разработка которых потребует много времени и ресурсов на проведение дополнительных исследований.

Benghin V.V., et al. Analysis of Radiation Dose Increases Caused by Solar Cosmic Ray Events Observed by the Radiation Monitoring System on the Russian Segment of the International Space Station. *Advances in Space Research*. 2005, v. 36, 1749-1752.

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКАФАНДРОВ «ОРЛАН-Э» И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ НА ИМИТАТОРЕ МАРСИАНСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Элбакян А.Ц., Филипенков С.Н.

Пос. Томилино, Московской обл., ОАО «НПП «Звезда» имени академика Г.И.Северина»

В период 2008–2009 годов в ОАО «НПП «Звезда» было разработано оборудование для проведения работ по имитации ВКД на марсианской поверхности на стенде ГНЦ ИМБП РАН. Следует отметить, что эта работа представляла значительные трудности, так как члены международного экипажа не были специалистами по работе в скафандрах, их опыт тренировок в ОАО «НПП «Звезда» был очень незначителен, к тому же их 9-месячная изоляция при имитации полета к Марсу доставляла трудности в плане физического состояния и подготовки к работе. В составе оборудования скафандров были следующие основные элементы: жесткая металлическая и мягкая прорезиненная оболочка, ранец, гер-

модверь, система вентиляции СК, регулятор давления, система регулирования (подгонки) рукавов и ног, защитно-декоративная одежда, прозрачный шлем со светофильтром, система освещения.

Дополнительное оборудование включало:

- тележка-тренажер для надевания и подгонки СК;
- индивидуальное снаряжение оператора;
- место отдыха оператора;
- переговорное устройство;
- автономная система вентиляции (компрессоры, шланги, краны – регуляторы, шумопоглощающие контейнеры).

Шланги вентиляции и кабели связи, объединенные в чехле, подвешенные к тросу, позволяли операторам свободно перемещаться вдоль «марсианской» поверхности вслед за операторами в СК. Переговорное устройство, установленное в шлюзовой камере, обеспечивало проводную связь между операторами СК, членами экипажа, оператором системы вентиляции, Центром управления ИМБП, специалистами центра управления полетом.

Операторы, участвовавшие в выходах, переходили из имитатора посадочного модуля (ЭУ-50) в скафандровую.

Они готовили скафандры и затем переходили на поверхность имитатора «Марса». В каждом «выходе» участвовали 2 из трех членов международного экипажа: оператор России, оператор ЕКА и оператор КНР.

Разработанные циклограммы Выходов обеспечили качественную работу операторов, причем в каждом последующем выходе они работали более уверенно.

По окончании работ операторы возвращались в шлюзовую камеру, открывали скафандры, выходили из них и возвращались в ЭУ-50.

МАТЕРИАЛЫ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

ASSESSMENT OF THE MAIN PERIPHERAL ARTERY and VEIN DURING MARS-500 USING ECHOGRAPHIC VOLUMIC CAPTURE AND 3D PROCESSING

Arbeille P.¹, Provost R.¹, Georgescu M.¹, Salez F.¹, Porcher M.¹, Dimouro D.¹, Moreau V.¹, Boucher A.², Vincent N.², Aubert A.³

¹UMPS-CERCOM – Unite Med Physiol Spatiale – EFMP CHU Trousseau 37044 – Tours

²CRIP Laboratoire d'informatique – Faculte de Medecine – Paris V – France

³University Hospital Gasthuisberg, O&N Lab. of Experimental Cardiology Herestraat 43000 Leuven, Belgium

ABSTRACT: The objective was to check if long term exposure to reduced activity and confinement during MARS-500, may be associated with change in the main peripheral arterial diameter and wall thickness as well on the main vein sizes.

Method: During their stay inside the MARS-500 facility the 6 subjects performed echographic capture of images of the main arteries and veins. Echography practice require several month of training, but for the MARS-500 subjects we designed a special procedure which allow non trained person to capture enough echographic data to reconstruct the vessel of interest. The acoustic window of the Common carotid and Jugular vein, the Femoral artery and vein, the Portal vein and the Calf vein were identified on 300 subjects using well known anatomical lines (Mammary, xyphoid, axiliary lines..). Each of the 6 subjects were minimally trained 1h to locate the probe on top of the acoustic window, then they applied to the echographic probe a TILT of +40 to -40° from the vertical to the skin in approximately 5 seconds. All the images collected during this scan were stored on a DVD and processed after the end of the MARS 500 experiment. The processing consisted in the re construction in 3 dimension (3D) of the space scanned during the TILT in 3D. Then a virtual plan was moved into this space until we get the view of the vessel appropriate for measurements. On the common carotid and femoral artery diameter and wall thickness were measured, on the Portal, Femoral and calf veins the diameter was measured.

Results: During the MARS-500 experiment the subjects performed 6 session among which 80% were of sufficient quality to be processed. This confirm that even untrained to performed echography the MARS 500 subjects were able to capture echographic data from which the expected parameter were measured. Preliminary results will be presented.

SOCIOMAPPING OF CREW COMMUNICATION IN EXPERIMENT MARS-500

Bahbouh R., Sýkora J., Höschl C., Lačev A., Lukáš R.

QED GROUP a.s., Prague

During the whole Mars-500 experiment the crew was monitored in regular approximately 14 days long intervals. The crew evaluated its mutual frequency of current communication, desired frequency of optimal communication as well as development trends and quality of this communication on given scales. Results are transformed to summarizing parameters which allowed to study communication and to detect significant changes which in turn are predictors of possible failures and misunderstandings [Bahbouh, 2011]. We comment on the ability of scales to reliably notice changes of communication and other important moments of team dynamics. Mutual relations are also depicted in the form of Sociomaps which allow visualization of continuous communication approaching and drifting apart between individual crew members.

These results are further compared with results from previous experimental simulation of long space-flights. Psychometric assessment of Sociomapping as a diagnostic tool for analysis of communication dynamics leads to proposal to use it for continuous regulation analysis, short-time prediction and eventual intervention which protects from critical deterioration of communication and team atmosphere.

"EARTH OF WELLBEING": A POSITIVE TECHNOLOGY TO PROMOTE PSYCHOLOGICAL WELLBEING

Baños R.M.¹, Botella C.², Alcañiz M.³

¹ University of Valencia (Valencia)

² University Jaume I (Castellón de la Plana)

³ University Polytechnic University of Valencia (Valencia)

"EARTH of Wellbeing" is a self-applied system designed to promote positive emotions and emotion regulation which in turn help the crew respond more effectively to potential psychological problems and minimize the risk of emotional problems. Experiencing and training positive emotions such as joy, relaxation, optimism, courage, etc., do not only bring about short-term beneficial effects, rather, their continued practice becomes a long-term psychological resource which serves to protect individuals who face adversity [Seligman, 2002; Vazquez & Hervas, 2008]. To achieve this objective, EARTH of Wellbeing includes 4 virtual environments and a "reminiscence" tool. These five elements have been designed specially for the Mars-500 project and are included in 3 activity modules. The first module ("Wellness Park") has been designed to offer the opportunity to experience positive emotions through two virtual environments (one for joy and another for calm and relaxation) which use different Mood Induction Procedures (MIPs). The second module ("Wellbeing in Nature") consists of two virtual environments consisting of landscapes specially designed for the user to feel joy and relaxation. In each of these landscapes the system offers the user various psychological techniques to facilitate proper emotional regulation. Virtual environments allow crew members to learn and practice these techniques in a systematic and self-applied way. The third module ("The Book of Life") is a personal diary made up of several chapters. Each chapter offers a psychological exercise in which the astronaut must draw attention to important moments of his life in order to train different psychological strengths. In each exercise the user must carry out personal writing exercises and attach multimedia elements such as images, music and videos.

In the present experiment, it has been hypothesized that after using the "EARTH of Wellbeing" system, the participants would report increases in positive emotions and decreases in negative emotions and that astronauts would show high scores regarding the level of satisfaction with the system. A within-subject experimental design was established with 2 experimental conditions (use versus non use of EARTH of Wellbeing) with a duration of 4 months. During the period of use (the 2nd and 4th months of the experiment) the astronauts used the system at least 3 times per week in sessions of at least 40 minutes. Astronauts completed weekly and monthly evaluation with an "Assessment Application" specifically designed for the experiment. The results obtained during the experiment and the remarkable emotional stability showed by the astronauts attest to the usefulness of the "EARTH of Wellbeing" system.

REST-ACTIVITY PATTERN CHANGES IN A 520-DAY SIMULATED MARS MISSION

Basner M.¹, Dinges D.F.¹, Mollicone D.J.², Savelev I.³, Ecker A.J.¹, Di Antonio¹, Jones C.W.¹, Hyder E.¹, Kan K.², Morukov B.V.⁴, Sutton J.P.^{3,5}

¹University of Pennsylvania Perelman School of Medicine, Philadelphia, PA, USA

²Pulsar Informatics, Inc., Philadelphia, PA, USA

³National Space Biomedical Research Institute, Houston, TX, USA

⁴Institute for Biomedical Problems, Moscow, Russia

⁵Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA

Introduction The Mars 520-day project of the Russian Institute for Biomedical Problems (IBMP) focused on the effects of 520 days of isolation and confinement on a crew of 6 astronaut surrogates living in a facility that simulated a spaceflight to/from Mars. It is the longest simulated high-fidelity mission conducted to date.

Methods Each of the 6 crewmembers continuously wore a wrist actigraph (Philips Actiwatch Spectrum, Philips Respironics, Bend, OR, USA) to measure changes in physical rest-activity patterns throughout the mission. Data were harvested electronically on a weekly basis and jettisoned from the facility for retrieval, electronic upload to a secure site, quality control evaluation, variable extraction, and data graphics and archiving. Data acquisition rates were >98.0% complete, yielding 4,396,333 minutes of valid actigraphy data obtained throughout the 520-day study. Actigraphic data were automatically scored and binned into three states: wake, rest and sleep.

Results Physical activity showed a consistent profile of change across the 520-day mission, and cumulative functions revealed differences among crewmembers. The amount of sleep varied among crewmembers, as did the timing of the sleep-wake cycle. Sleep-wake patterns included the typical 24h cycle, a biphasic (anchor sleep plus nap sleep) 24h cycle, and a prolonged sleep-wake period (circa 25h).

Conclusions Crewmembers on a simulated mission to Mars exhibited substantial differences in rest-activity pattern variability that may pose a challenge to effective crew coordination and performance during long-duration missions.

Acknowledgments Research supported by the National Space Biomedical Research Institute through NASA NCC 9-58, and in part by the Institute for Experimental Psychiatry Research Foundation. J.P. Sutton is the Friedkin Chair for Research in Sensory System Integration and Space Medicine and Director of the Center for Space Medicine, Baylor College of Medicine. We thank the crewmembers of the 520-day study for their participation and for providing the data; the crewmembers of the 105-day pilot study for helping identify the optimal data acquisition techniques for the 520-day study; A.I.Grigoriev, I.B.Ushakov, E.P.Demin and M.S.Belakovskiy of the Institute for Biomedical Problems in Moscow for creating the simulation.

AMBULATORY BLOOD PRESSURE MONITORING DURING THE MARS520 CAMPAIGN: PRELIMINARY RESULTS

Beck L.¹, Gauger P.¹, Mulder E.¹, May F.¹, Chernogorov R.², Vassilieva G.²

¹ German Aerospace Center (DLR), Institute of Aerospace Medicine, Space Physiology, Cologne, Germany

² State Research Centre of the Russian Federation, Institute of Biomedical Problems, Moscow, Russia

Both blood pressure (BP) level and its circadian rhythmicity result from complex interactions between genetic and macro-environmental factors, such as lifestyle, psychosocial stressors and diet. Knowledge about blood pressure behaviour during long-term confinement and isolation is limited, but the identification of key influencing factors is paramount to future long-term space mission success. Based on the scanty available literature, and on own results of short-term studies, we hypothesised that confinement with an organised life style and clearly defined roles in a carefully assembled small crew would lead to a measurable decrease in blood pressure. We monitored 24h arterial blood pressure [Ambulatory Blood Pressure Monitoring (ABM)] once before (B1), eleven times during (Conf-01 through Conf-11) and twice (Post-1 & Post-2) after 520 days of confinement. We obtained all 84 foreseen ABM records, which show considerable between-subjects variability related both to absolute BP and HR values and to evolving trends during confinement. To minimize the impact of between-subjects variability, we standardised $[(x-\mu)/\sigma]$ the values of the individual crew members before conducting a one-way ANOVA. Mean 24h systolic blood pressure tended to decrease until Conf-7 (day 327-330). After that, it showed abrupt changes that culminated in clear maxima for the Post-1 and Post-2 sessions. Diastolic pressure did not show any particular trend during isolation, although it tended to be lower during confinement than after confinement. Heart rate was clearly lower during, than both before and after confinement. A number of factors may have contributed to these results. Careful scrutiny of environmental conditions (air composition, temperature, and lightening), psychosocial interactions and stress, work load, and physical activity levels is warranted. The on-going analysis of blood and urine samples will help to explain the observed variance in blood pressure and heart rate during the period of confinement and isolation. In conclusion, regular 24h ABM may prove a good instrument to assess individual adaptability to altered living and working conditions in small isolated groups during long-term periods of confinement and may be advocated to become a standard procedure to monitor astronauts' health during long-duration space flight and prolonged sojourns on the Moon or even Mars.

CERTIFICATION OF KOREAN SPACE FOODS FOR MARS 500 EXPERIMENT

Beom-Seok Song¹, Jae-Hun Kim¹, Jong-Il Choi¹, Jae-Kyung Kim¹, Jong-Heum Park¹, Ju-Woon Lee¹, Agureev Alexander², Agaptseva Tatiana², Belakovskiy Mark²

¹ Team for Radiation Food Science & Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea

² State Scientific Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Korea Atomic Energy Research Institute manufactured six food products (*Bulgogi*, marinated grilled beef; *Bibimbap*, cooked rice mixed with red pepper sauce, *Kimchi*, fermented vegetable; *Sujeonggwa*, cinnamon and persimmon beverage, seaweed soup, mulberry beverage) cooked or freeze-dried before

gamma irradiation to give storage stability of over 24 months for MARS-500 experiment. Their organoleptic qualities and microbial population were evaluated during MARS-500 Project. Average score of overall acceptance for *Bibimbap* was 4.78 during the 120-day experimental period, which was the highest among all the samples, while seaweed soup was 2.86 within 5-grade scale. Microbial population of all samples was not observed after 520 days of exposure in the closed chamber during MARS-500 Project. Finally, conformity of six Korean foods for MARS-500 experiment was certified by Russian Institute of Biomedical Problems based on the "Rules concerning microbiological requirements to the quality and development of the products for cosmonauts".

HEART AND LUNG TELEAUSCULTATION IN THE MARS 500 ISOLATION STUDY

Brandt C.^{1,2}, Bersenev E.³, Moukadem A.⁴, Andrès E.¹, Morukov B.V.³, Aubert A.E.⁵

¹CIC, CHRU Strasbourg (F)

²INFRAL (F)

³IMBP, Moscow (RU)

⁴UHA, Mulhouse (F)

⁵KU Leuven (Be)

Feasibility and ability to detect modifications in heart and lung teleauscultation overtime were the two main objectives of this experimental set, a part from the CardioPsy study (ESA – P.I : Pr P. AUBERT).

The material in use is a digital stethoscope developed with French ANR funding (ASAP, Tlog 06). The sounds are recorded by a piezoelectric microphone with linear response between 20 and 4000 Hz, AD converted (8000 Hz) and transmitted with Bluetooth to a laptop as hosting device. There is no filtering of the recorded sound. The recorded ".wave" file is stored and presented by a software (Alcatel-Lucent) as a graphic representation of a PCG completed by STFT representation of the frequencies and their intensity in function of time.

The study design consists in auscultation of the best focus for heart sounds and of the two lung bases repeated all two months in the 6 volunteers including a post-isolation registration.

Results. The 9 auscultations from each volunteer were analysed to determine graphic and acoustic quality. Notation was established with a scale from 0 (impossible to use) to 4, the latter corresponding to optimal quality.

Mean values of the 54 notations	Graphic quality	Acoustic quality
Cardiac auscultation	3.12	3.07
Pulmonary base I	2.85	2.98
Pulmonary base II	2.61	2.93

All cardiac ".wave" files could be used for the medical analysis (98 %) with the exception of one cardiac registration.

Ability to detect modifications on auscultation :

– in the cardiac auscultation regular tachycardia (> 80 b/min.) was detected 10 times (3 volunteers ; 1 of them with 6 episodes) ;

– in one volunteer, a protosystolic murmur has been detected in 8 of the 9 auscultations ;

– in the pulmonary set wheezing has been registered intermittently in 5 of the 6 volunteers in one or both pulmonary bases registrations with a more frequent occurrence from January to June 2011.

Conclusions. Feasibility of teleauscultation is globally good (> 99%). Heart auscultation allowed detection of tachycardia and in one case a protosystolic, presumably "innocent", heart murmur. Lung teleauscultation was always feasible and has allowed detection of intermittent wheezing in 21 of the registrations, one volunteer being completely free of symptoms.

REDUCTIONS IN JUMP POWER; BUT NOT GRIP STRENGTH AND VOLUMETRIC BONE MINERAL DENSITY DURING PROLONGED ISOLATION

Felsenberg D.¹, Belavy D.L.¹, Fomina E.², Gast U.¹, Rawer R.³, Schießl H.³, Schubert H.³

¹Center of Muscle and Bone Research, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

²IBMP, Moscow, Russia

³Novotec Medical, Pforzheim, Germany

Background: It is unclear whether decrements of neuromuscular function or bone density occur due to prolonged isolation.

Methods: Maximal countermovement jump was measured on a ground reaction force platform (Leonardo Mechanography) a total of thirty times before during and after 520-days isolation. Peak jump

power and peak jump power relative to body mass were measured. Grip strength tests were performed three times on the left and right hands on twenty-nine occasions over the course of the study. Bone density at the distal radius and tibia was measured before and after isolation using peripheral quantitative computed tomography. During isolation, the resistive training (MDS), expanders, vibration exercise, running in active and passive mode and bicycle ergometer countermeasures were implemented.

Results: Peak jump power reduced over the course of isolation with a 7% reduction after one month of isolation, up to a 17% reduction at the end. After controlling for losses in body mass, significant ($p < 0.05$) reductions in jump power were still apparent, with the strongest effects seen in the first seven months of isolation (9% reduction). Grip strength was increased by 4% ($p < 0.007$) in September 2010, but otherwise remained at pre-isolation levels. In the four subjects where both pre- and post-isolation bone density measures were available, no changes were seen in total density at the distal tibia (-0.1%) and distal radius (-0.03%).

Conclusion: Some decrements of lower-limb, but not upper-limb, explosive neuromuscular function are seen in prolonged isolation. These changes may reflect adaptations to reduced physical activity levels seen in the same subjects. Future countermeasures implemented in isolation could be modified to better facilitate retention of explosive power.

PROGRESSIVE REDUCTIONS IN PHYSICAL ACTIVITY DURING ISOLATION

Felsenberg D.¹, Belavy D.L.¹, Daumer M.², Fomina E.³, Gast U.¹, Gonzalez C.S.²

¹Center of Muscle and Bone Research, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

²SLCMSR e.V. – The Human Motion Institute, Munich, Germany

³IBMP, Moscow, Russia

Background: Physical activity levels during prolonged isolation have not, to the best of our knowledge, been measured before. Reduction of physical activity is known to drive changes in other physiological systems.

Methods: During the baseline data collection phase and at 12 subsequent time-points during the course of the Mars-500-study isolation phase, the subjects wore an accelerometer capable in measuring in all three dimensions (actibelt®). At each measurement time-points the device was worn for six continuous days. The four continuous 24-hour periods of data with 100Hz sampling rate were used in further analysis. Physical activity was measured as the variance of the accelerometry data in 3 dimensions (effect of gravity removed) for each minute of data collection ("activity count"). Data were averaged for the entire 24-hour period as well as considered in separate 'night' (0am-6am), 'morning' (6am-12pm), 'afternoon' (12pm-6pm) and 'evening' (6pm-12pm) phases. During isolation, the resistive training (MDS), expanders, vibration exercise, running in active and passive mode and bicycle ergometer countermeasures were implemented.

Results: Physical activity levels per 24-hour period changed significantly ($p < 0.00001$) over the course of the study. At the first measurement in isolation in July 2010, physical activity was reduced by 13% compared to baseline. Activity levels then progressively decreased by 22% ($p = 0.0003$) in February 2011 and then by 31% ($p < 0.00001$) towards the end of isolation in September 2011. The reductions were largely driven by more significant changes in the 'morning' ($p < 0.00001$) and 'evening' ($p < 0.00001$), with the effects in the 'afternoon' ($p = 0.0015$) and at 'night' ($p = 0.023$) being lesser in magnitude.

Conclusions: The immediate reductions in physical activity after a 'busy' pre-isolation phase only explain part of the findings. Physical activity decreases progressively during 500-day isolation in spite of a busy schedule.

NEUROBEHAVIORAL RESPONSES DURING A 520-DAY SIMULATED MARS MISSION

Dinges D.F.¹, Basner M.¹, Mollicone D.J.², Savelev I.³, Ecker A.J.¹, Di Antonio A.¹, Jones C.¹, Hyder E.¹, Kan K.², Morukov B.V.⁴, Sutton J.P.^{3,5}

¹University of Pennsylvania Perelman School of Medicine, Philadelphia, PA, USA

²Pulsar Informatics, Inc., Philadelphia, PA, USA

³National Space Biomedical Research Institute, Houston, TX, USA

⁴Institute for Biomedical Problems, Moscow, Russia

⁵Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA

Introduction The neurobehavioral effects of 520 days of isolation and confinement on a crew of six astronaut surrogates was investigated in the IBMP MARS 500 facility that simulated a high-fidelity spaceflight to/from Mars.

Methods Neurobehavioral measures were acquired on a specially programmed and calibrated notebook computer (Pulsar Informatics, Inc.). Weekly each crewmember performed 3-min brief psychomotor vigilance tests (PVT-B) in the morning and again in the evening. Crewmembers also completed computerized questionnaires and rating scales that included: (1) 100 mm visual analogue scales (VAS) for rating sleep quality, workload, fatigue, and other reactions; (2) Profile of Mood States Short Form (POMS-SF); (3) modified Beck Depression Inventory II (BDI-II); (4) conflict questionnaire; and (5) information on medication and caffeine intake. Immediately after each PVT-B test, crewmembers indicated whether or not it was difficult to perform the PVT, and if so, for what reasons. Facial videos were also recorded at 30 frames per second from crewmembers during each PVT-B test using the integrated laptop camera. These videos were evaluated for facial signs of sleepiness and affect. Neurobehavioral files were time stamped, harvested weekly, uploaded to a secure web site, evaluated for quality control, and processed for variable extraction.

Results Data acquisition for all neurobehavioral measures was 100% (i.e., N=444 BDI-II; POMS-SF; Conflict scales; Workload ratings, etc.; and N=888 PVT-B tests and VAS scales).

Conclusions Crewmembers exhibited differences in some neurobehavioral outcomes that may pose a challenge to effective crew coordination and performance during long-duration missions.

Acknowledgments Research supported by the National Space Biomedical Research Institute through NASA NCC 9-58, and in part by the Institute for Experimental Psychiatry Research Foundation. J.P. Sutton is the Friedkin Chair for Research in Sensory System Integration and Space Medicine and Director of the Center for Space Medicine, Baylor College of Medicine. We thank the crewmembers in the 520-day mission for participating in the study and providing the data; the crewmembers of the 105-day pilot study for helping identify the optimal data acquisition techniques for the 520-day study; A.I. Grigoriev, I.B. Ushakov, E. P. Demin and M. S. Belakovskiy for creating the simulation.

NOOJ-BASED CONTENT ANALYSIS OF MARS-500 CREW RADIOGRAMS

Ehmann B.¹, Balazs L.¹, Shved D.², Gushin V.²

¹Hungarian Academy of Sciences, Institute of Cognitive Neuroscience and Psychology, Research Centre for Natural Sciences, Hungary

²Russian Academy of Sciences, Institute for Biomedical Problems, Russian Federation

Background. Content analysis of the communication between the Crew and the Mission Control has a thirty-year tradition in IBMP [Myasnikov, 1982, Gushin, 2001]. In the recent years, a Hungarian team has joined the field, and the Russian method has been integrated with the use of a corpus linguistic development environment, NooJ [Silberztein, 2003]. The first investigations, based on Mars-105, showed promising results of the use Russian language automated content analysis in space psychology [Gushin, et al., 2011].

Objective. The aim of the Mars-500 Radiogram Study was to develop a tool that may assess crew linguistic behavior during the mission, with special regard to the high autonomy period.

Sample. A total of 340 radiograms written by the crew in Russian and English were considered as a textual corpus. The corpus consisted of 9014 various word forms (Types) and 36659 words (Tokens).

Method. In one part of the study, word categories used in the previous Mars-105 analysis were used, such as Needs, Activity, Negation, Communication, etc. A novelty of the present study was that not only the frequency of words, but also that of composite phrases were analyzed in order to follow trends, such as Commitment, Blaming, Trust, Resistance, etc., with advancing time. The radiograms were grouped according to weeks and months of the Mission, and deviances from expected word frequencies were calculated accordingly.

Results. The patterns of language behavior of the crew discriminated "normal range" phases from those with significant deviations (positive and negative peaks) during the course of the Mission. The analysis showed sharp changes in several content analysis categories in the High Autonomy phase and during the simulated Mars Landing.

PSYCHOLOGICAL CREW SUPPORT PROGRAMME DURING MARS-500

Feichtinger Elena ¹, Shevchenko Olga ²

¹European Space Agency (ESA), Moscow, Russia

²Institute of Biomedical Problems (IBMP), Moscow, Russia

ESA is preparing for future Human Exploration missions. Making sure that astronauts are mentally and physically fit for the demands of long exploration missions is imperative for mission success. The Mars-

500 project, undertaken jointly with the Institute for Biomedical Problems (IBMP) in Moscow, was part of ESA's effort to prepare for human space missions beyond Low Earth Orbit.

The full 520-day Mars mission simulation with an international crew of 3 Russians, 1 Chinese, 2 Europeans (French, Italian) from ESA was implemented in a space simulation facility at IBMP between June 2010 and November 2011. It included the simulation of a 245-day journey to Mars, 30 days of "Mars surface activities" with 3 EVAs and a 245-day return transfer to Earth. The crew was faced with an environment and constraints as close to a realistic Mars mission as possible, such as limited volume and privacy, no real-time interactive communication with mission control, limited resources and the need for full crew autonomy. At the same time they performed an extensive science programme covering a wide range of scientific and technological topics.

One of the pre-conditions for successful human exploration missions is the maintenance of physical and mental crew health. Some of the main psychological challenges in such a mission scenario are physical, communicative and emotional isolation from the outside world, sensory deprivation and limited social contacts, cultural differences and potential incompatibilities of crew members from different countries, permanent awareness about the need for full crew autonomy also in emergency situations and continuous exposure to a hazardous environment. The maintenance of mental crew health can only be achieved through a comprehensive psychological support programme consisting of measures to efficiently counteract the negative effects of the constraining mission environment.

The Mars-500 project did not only serve as an excellent platform for scientists implementing a research programme but it also provided the opportunity to elaborate and test new long-duration human mission operations concepts and procedures in practice which differ from the established approach presently implemented for ISS, specifically in the area of psychological crew support.

This paper will provide an overview of the constraints potentially impacting psychological crew health in future interplanetary missions in general and the Mars-500 mission in particular. It will also describe the psychological support programme implemented during the Mars-500 mission and it will show some of the results in terms of efficiency of the psychological countermeasures.

BIOCONTAMINATION AS MICROBIAL BIOFILM DEVELOPMENT ON SPACE MATERIALS DURING THE PROJECT MARS-500 - MICHA (MICROBIAL ECOLOGY OF CONFINED HABITATS AND HUMAN HEALTH)

***Canganella F.¹, Bianconi G.¹, E. Di Mattia¹, Rettberg P.², Poddubko S.³,
Ilyin V.³, Perero S.⁴, Ferraris M.⁴, Lobascio C.⁵, Saverino A.⁵, R. Fanf⁶***

¹University of Tuscia, Viterbo, Italy

²Germany Aerospace Center, Cologne, Germany

³Institute of Medical and Biological Problems, Moscow, Russia

⁴Politechnic of Turin, Italy

⁵Thales Alenia Space, Turin, Italy

⁶University of Florence, Italy

The issue of biocontamination in manned space modules is crucial for the International Space Station (ISS) as well as for future planetary bases. We have previously carried out research about biofilm metabolic activities of some reference bacteria on either conventional or innovative space materials, commonly used for aerospace industry and currently examined for space greenhouses. The effect of a mixture of biosurfactants produced by *Pseudomonas* strain AD1 was evaluated. Results showed a diverse affinity of materials for bacterial biofilm formation and occasionally sessile colonization was rejected. Pre-conditioning with the biosurfactant mix led in some cases to a diminish of biofilm dehydrogenase activity and development compared to untreated materials; this was due to experimental conditions and to relationships between physical traits of materials and level of bacterial adhesion. The scientific project MICHA addressed the survey of the microbial flora in the MARS500 modules, at both environmental and human level, from the start till the end of the simulation study (520 days). During the confinement the development of microbial biofilm on aluminum panels assembled inside the gym room of the NEK facility was monitored. The BIOFILM experiment implied six experimental thesis based on the following treatments: 1) none (control); 2) hydrogen peroxide 6%; 3) biosurfactant mix; 4) physico-chemical coating of silica and silver; 5) chemical antifungal product; 6) hydro-alcoholic extract of propolis. The panels were sampled every three months by the crew, the biological material was preliminary analyzed for cultivable microorganisms and then frozen for further analyses. The investigation showed that surface contamination due to bacteria was higher than that caused by fungi. Moreover, taking into account the overall trend of viable cell counts, microbial biofilms were inhibited at a larger extent by biosurfactants and propolis, whereas fungal biofilms were more affected by the chemical product and propolis. Beside

such a long-term simulation study, we are presently investigating microbial biofilm development in a flight experiment (VIABLE) inside the ISS for about 4 years. Experimental insights from both studies will be useful to select appropriate materials for life support hardware in order to decrease the risk of surface biocontamination inside space modules leading to biocorrosion and health problems, a great challenge to support long-term human space missions.

NEW METHODS FOR THE RECORDING OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS WHILE IN A SPACE SUIT

Fietze I.¹, Penzel T.¹, Suvorov A.², Jushko K.², Elbakjan A.³, Filipenkov S.³

¹ Berlin, Charité – Universitätsmedizin

² Moscow, SSC RF – IMBP RAS

³ Tomilino, Moscow region, OSC "SWU Zvezda"

In order to increase comfort and the number of physiological parameters to be measured under the conditions of isolation, for example in a space suit, a new system was tested. After evaluation of the already existing equipment we have applied the SOMNOwatch System. SOMNOwatch allows a continuous recording (up to 24–48 hrs) of body position, activity, oxygen saturation, pulse rate, ECG, thoracic effort, nasal flow and other physiological parameters. Depending on the parameters to be registered, the main device of the system – wrist actimeter – is amended with further minor modules for the registration of breathing or ECG or pulse oximetry or others. During the simulation of exit on the Mars surface a spacesuit "Orlan – E" was used. This spacesuit was developed at the OSC "SWU Zvezda". The SOMNOwatch system used in this spacesuit consisted of the main device and the pulse oximetry module. This allowed the registration of activity, body movements, pulse and oxygen saturation and the calculation of the BP using pulse transit time signals. First we compared the SOMNOwatch system with the regular recording system used by the OSC "SWU Zvezda". The complete correspondence of the analogy parameters was detected.

Some failures in pulse oximetry were detected due to the artefacts caused by hand activity. That is why it is important to find a more stable location for the sensor in the future, for example on the toe.

During the simulated exit to the Mars surface, we measured the above mentioned physiological parameters over the whole work schedule. The background heart rate was at 72 ± 6 bpm, BP was $133 \pm 8 / 75 \pm 3$ mm Hg and accelerated during the first exit to 159 ± 4 bpm and $155 \pm 12 / 86 \pm 5$ mm Hg. Even during rest breaks and the consecutive exits, the heart rate was increased. The received data showed the high level of mental and physical stress under the given circumstances.

The application of SOMNOwatch System in a space suit showed that it is possible with the help of modern techniques to receive convincing data on the physiological parameters and thus collect knowledge about the human physiology, for example about the nervous and another physiological systems.

We would like to thank Dr. Küchler, the Director of Somnomedics (Germany), for the SOMNOwatch equipment used during the tests and we hope for the cooperation with all interested organizations.

HOW STRESS NEGATIVELY AFFECTS SLEEP AND HOW WE CAN COUNTERBALANCE IT: PRELIMINARY RESULTS FROM MARS500

Gemignani A.^{1,2,3}, Menicucci D.^{2,3}, Piarulli A.^{2,4}, Allegrini P.^{2,3}, Laurino M.^{1,3}, Shevchenko O.⁵, Gushin V.⁵, Pingitore A.^{2,3}, L'Abbate A.^{2,3}, Bedini R.^{2,3}

¹ Dpt. Physiological Sciences, University of Pisa, Italy

² Institute of Clinical Physiology, Research National Council, Pisa, Italy

³ Extreme Centre, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy

⁴ PERCRO, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy

⁵ IBMP, RAS, Moscow, Russia

Introduction and Objectives

Sleep restorative effects have been linked to slow (<1 Hz) membrane potential oscillations, which characterize slow wave sleep (SWS) [M. Steriade, 2006]. This cellular behaviour, called "Sleep Slow oscillation" (SSO), is detectable in sleep EEG pattern of humans [Menicucci, 2009; Piarulli, 2010], and represents the fundamental phenomenon underlying neural activity in SWS. On this basis, SSO behaviour represents a key phenomenon for quantifying good sleep, for characterizing some sleep functions.

Crewmembers involved in long-term space missions represent a model of chronic stressful engagement with "extreme environment". It is well known that high levels of stress lead to a state of abnormal hyperactivity of brain structures promoting wakefulness, (referred as hyper-arousal during sleep) which, in turn, leads to sleep disorders. Disruptions of sleep restorative function can induce reductions of alertness, impairments in the ability to learn and retain motor skills, and negative effects on mood and socialization. Indeed, sleep disorders represent a crucial problem for space colonization. Data collected during space missions have shown that sleep alterations mainly consist in reduced SWS and REM sleep, shortened REM latency and increased arousal frequency. Sleep disruption during space flights is mainly due to circadian rhythm phase shifts, heightened workload demands, emergency alarms, and, more in general, extraordinary stressful environmental conditions. Results from our ARES105 project regarding the 105 days simulation, indeed evidenced a tight link between stress level and sleep patterns, even in a condition of mild stress. Higher stress levels were related to a diminished sleep time and a reduction of power in the delta band, paralleled by an enhancement of wake-like high-frequency activity. Moreover, we demonstrated a link between cortisol (stress) levels and Sleep Slow Oscillation (SSO): higher stress levels yielded a reduction of SSO events (mainly in the left hemisphere) and significant morphological modifications of single SSO waves [Gemignani et al., 2010]. Recently, it has been shown that transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) induces an immediate increase in SWS, endogenous cortical Slow Oscillations, and slow spindle activity in the frontal cortex, which has a strong positive correlation with the consolidation of declarative memories [Marshall et al., 2006].

Aim

The aims of ARES 500 project are: i) the evaluation of effects of the exposure to a massive chronic stress (520 days confinement) on physiological and neuropsychological functions, with a special focus on sleep and Sleep Slow Oscillation; ii) the evaluation of tDCS effectiveness in inducing SSO and in counterbalancing effects of stress on NREM sleep and more in general to crewmembers psychophysiological conditions.

Results

Preliminary results suggest that the two aforementioned aims are in fact assessed by the ARES experiment, also overcoming the expected limitations of a small number of subjects. Extensive and thorough analysis will be presented during the conference.

LINKING EARTH AND SPACE MEDICINE: UNIQUE OPPORTUNITIES DURING SIMULATIONS OF INTERPLANETARY MISSIONS

Gerzer R.

DLR Institute of Aerospace Medicine, Koeln, Germany

The three main challenges for the future of medicine in space as well as on earth are **prevention, individualization and telecare**. In the last decade, molecular diagnostics have made tremendous progress allowing individualized molecular diagnoses that are currently revolutionizing treatment approaches of diseases and that can be used for individualized prevention. However, the questions how molecular properties of healthy people relate to their regular life and how normal physiology is reflected individually by molecular patterns and vice versa remain unanswered. The reason is simply, that doing epidemiologic studies under non-standardized study conditions on the one side cannot reflect individual peculiarities and that, on the other side, highly defined studies observing healthy people in an individualized approach are simply not done usually in medicine or physiology, as such studies are immensely costly. The only exception are simulation studies for human spaceflight, such as the MARS500 study of IMBP.

Thus, space physiology can provide an invaluable asset to preventive individualized medicine, as space simulation studies usually involve approaches, under which healthy subjects are studied under special defined conditions for weeks, months or even more than a year. Therefore, the space physiology community should promote collaborative efforts with the non-space community, as this link will be very helpful to understand individualized properties of healthy humans, which, in turn, are prerequisites to understand the switches, that lead from physiology to pathophysiology and ultimately to disease. In addition, space simulation studies such as the MARS500 study can only be carried out, when telecare is provided and is a unique testing scenario for new minimal invasive diagnostics tools and telecare strategies.

Currently, the German Aerospace Center DLR is building the research facility :envihab, in which the focus will lie on this strategy. This will also mean, that :envihab and the MARS500 facility will be two complementary facilities with their own special profiles. While the MARS500 facility is a real simulation facility for interplanetary spaceflight, the :envihab facility will focus on long term studies of human subjects under highly defined conditions and will try to optimally link space and terrestrial physiology. We will focus on understanding individualized reaction patterns of healthy humans, e.g., to bed rest, to specialized diets, to stress, to long term sleep deprivation and other conditions that are, on the one side, necessary to support astronauts on long term missions. On the other side, exactly the same studies can be used to understand physiology of humans in general.

Thus, :envihab will focus on the three major future challenges of medicine, which are prevention, individualization and telecare in close collaboration with terrestrial medicine, and will apply solutions in physiology and medicine. As solutions will be applied directly on earth and will also help to take better care for astronauts in space, caring for astronauts will be a symbol for these three specific tasks of medicine. Thus, the strategy is turned around: Provide answers for important questions of medicine, apply them on earth and use these answers to also better support astronauts in space.

MEDICAL SKILL MAINTENANCE DURING LONG DURATION SPACE FLIGHT: MANAGEMENT OF MEDICAL EMERGENCIES REGARDING ISOLATION AND LOSS OF KNOWLEDGE

Graf J.¹, Griesinger J.¹, Mann W.²

¹University Medical Center of the Johannes Gutenberg University Mainz, Department of Anaesthesiology

²Department of Oto-Rhino-Laryngology

Medical care in manned spaceflight is complicated, especially in long duration missions. Lack of medical expertise, limited medical equipment and time delay in telemedical support as well as physiological changes in microgravity are challenges astronauts have to bear with. A special training program, which enables the crew to deal with medical emergencies as autonomous as possible can save lives. A potential algorithm is formed by modifying the well tested and often proved ERC ALS Provider Course. While adapting the ALS system to changes in microgravity, as well as taking the lay situation into account, a suitable training program can be created. This enables the astronauts to deal with severe life threatening conditions such as cardiac arrest, hypovolemia, burns, etc.

The participants of the Mars500 programme were trained using modified ERC ALS algorithms. Airway management with laryngeal tube, defibrillation using AED, establishing an intraosseous access and other techniques were taught. The participants had to deal with simulated emergency scenarios, using a resuscitation mannequin, while being in isolation as well as theoretical testing. Video based refresher courses were used to deal with the potential loss of knowledge over time for one of the two study-groups (Refresher versus Non-Refresher).

Preliminary results show an overall higher level of performance in the refresher group comparing to the non-refresher group. Major observations are the decreased no-flow time (Ref. 21,21% vs. Non-Ref. 47,42%), less severe failures (B and C failures Ref. 40 vs. Non-Ref. 143), earlier assessment of cardiac rhythm (Ref. 3:06 min vs. Non-Ref. 4:31 min), earlier onset of thorax compressions (Ref. 40 sec vs. Non-Ref. 91 sec) as well as better performance in theoretical testing (Ref. 127 points vs. Non-Ref. 107 points). In conclusion the results show the need and benefit of refresher courses regarding medical emergency management during long term isolation.

CORE TEMPERATURES AND CIRCADIAN RHYTHMS IN HUMANS DURING LONG-TERM ISOLATION AND CONFINEMENT (MARS-500)

Gunga H.-C.¹, Werner A.¹, Stahn A.¹, Opatz O.¹, Sattler F.², Koch J.²

¹Charité Medical University, Center for Space Medicine Berlin, Berlin, Germany

²Draegerwerk AG, Luebeck, Germany

Introduction

The body temperature alters lightly during the 24-hour cycle (circadian rhythm), and core body temperature profiles are used as an indicator for the "quality" of the circadian rhythm in humans. Sleep and the regulation of the hormonal system in the human body are synchronized to this 24-hour

day/night cycle on Earth. Previous research suggests that crew members in space are prone to suffer from disruptions of their circadian rhythm since the usual 24-hour cycle is absent. However, a disrupted circadian rhythm can cause multiple unwanted symptoms, such as sleep deprivation, mood disorders, reduced alertness and fatigue, resulting in a decrease of physical and mental performance. It was hypothesized that the circadian rhythm also in the MARS-500 crewmembers is altered and/or weakened during the isolation period, due to i) absence of a regular 24-hour day/night cycle, ii) frequent sleep shifts, iii) low illumination levels inside the MARS-500 habitat as well as an absence of a complete sunlight spectrum.

Methods

To investigate the impact of long-term isolation and confinement on the circadian rhythm we studied pre, during, post during the MARS-500 study the circadian core temperature changes in 6 male subjects. A new and non-invasive Double Sensor technology was used to record those body core temperatures continuously. One Double Sensor was positioned on the fore-head, a second sensor was placed on the sternum. Core temperature measurements started automatically in the evening on Day 1 and stopped after wake-up on Day 3.

Preliminary results

Baseline data collection 2 weeks before the start, the core temperature profiles of the subjects were found to be normal. However, after 250 days of isolation and confinement scatter plots and cosinor analysis of core temperatures revealed marked changes which were most pronounced in week 68 (ISO 8). In the recovery phase after 2 weeks the circadian rhythms were found to be regular again.

Conclusions

Body core temperatures are altered during long-term isolation and confinement, i.e. a major *Zeitgeber* is found to be diminished. Marked changes occurred when restrictions on food intake (time and composition) for the crew were stopped. Further studies on circadian rhythms in astronauts on ISS (DLR/ESA Project: Circ Rhythms) will start this fall and will be compared with the results from MARS-500. Simultaneously clinical studies are going to apply the non-invasive heat-flux sensors for core temperature measurements during deep hypothermia in heart transplantations and in coma patients.

Acknowledgements

Special thanks to the subjects who were isolated and confined for 520 days and to the whole IBMP, ESA, and DLR team who made this extraordinary study possible. This project was supported by German DLR grant 50WB1030.

PSYCHOLOGICAL COMPETENCIES FOR ISS COSMONAUTS/ASTRONAUTS AND FUTURE MARS MISSIONS

Inoue N.

Japan Aerospace Exploration Agency, Tsukuba, Japan

In 2007, experts from each of the ISS International Partners (CSA, ESA, JAXA, NASA, and Roscosmos) including astronauts, astronaut training personnel, and psychological support personnel defined mission-relevant behavioral competencies in which ISS astronauts/cosmonauts should be trained. These competencies include self-care and self-management, teamwork and group living, leadership, cross-cultural, communication, conflict management, situational awareness, decision-making, and problem solving.

Later during 2008 to 2009, JAXA conducted its fifth astronaut candidate recruitment drive. A total of 963 applicants were screened on the basis of physical checks, written tests, and interviews into 10 remaining applicants, who then proceeded to the final stage. In this stage, the group of applicants stayed at the JAXA Confinement Environment Adaptation Training Facility ("confinement facility" for short) for one week.

The main purpose of this confinement was to evaluate their competencies through behavioral observation by psychologists and psychiatrists, as the applicants had to complete various group and personal tasks during their stay. In this particular astronaut selection by JAXA, we primarily focused on leadership ability for training outstanding ISS commanders. Finally, we selected three applicants as our new JAXA Astronaut Candidates (ASCANs).

Although the ISS mission-relevant behavioral competencies has been applied to ISS astronauts and cosmonauts, these should also be re-defined for future Mars mission.

JAXA did not participate in the MARS-500 program, but expect to acquire a good cue to discuss the "Right Stuff" (mainly from a behavioral point of view) for Mars mission astronauts and cosmonauts at this international congress.

RESULTS OF THE MARS500-EXPERIMENT 1.25: PILOT-2 OR "6DF"

Johannes B.¹, Salnitski V.P.², Artyukhova A.E.², Savchenko E.G.², Dudukin A.D.², Bubeev Y.A.², Hoermann H.-J.¹, Maschke P.¹

¹Institute of Aviation and Space Medicine, DLR, Cologne, Germany

²Institute of Biomedical Problems (IMBP) RSA, Moscow, Russia

Introduction. Manual control of moving objects in weightlessness requires the operator to consider six degrees of freedom (6df) for simultaneous movement. This paper presents the current state of an ongoing project aimed at the development and evaluation of a self-sufficient training tool for manual control of objects under 6df conditions with embedded psycho-diagnostic features.

Methods. The 6df-training program simulates a moving spacecraft which has to be controlled with two control sticks via a cockpit display with an overlaid visual adjustment Net as visor. The spacecraft has to be navigated along a visualized pathway.

The pathway is visualized by a series of ellipsoid rings, which have to be traversed with the spacecraft. The first implementation of a prototype of the 6df-training tool was tested during the 105-day study and the 520-day study of the Mars500 project (Moscow, IMBP). Half of the participants were trained with the 6df-training tool. Post-training performance was then assessed with a former version of the Russian standard trainer software for docking (experiment PILOT) providing a sophisticated analysis of performance. These PILOT results then could be compared between the 6df-trained participants and the participants who received the standard docking training prior to the study. PILOT sessions were also run post isolation.

Results. There were clear individual differences in the learning progress among the 6df-subjects. During the 105-day study, two of the three subjects became successful in docking training. Pooling the results the participants in the 6df-training experiment demonstrated only slightly lower performance scores to the group of trained participants. In the 520-day study, the subjects discontinued using the 6df-trainer after 200 days, and resumed with the Russian docking trainer. At least one of them was reliably successful in docking.

However, pooling the results of all 12 subjects for the last in-chamber session and the first post-isolation session there was a tendency of lower performance scores in the 6df-group ($F(1) = 4.283$, $p = .070$). There were no significant differences found between both studies, between in-chamber and post-isolation scores but among the different five tasks per session.

Discussion. The statistical analysis has low power. Insofar the found statistical tendency for lower performance in the 6df-trained group should be taken as a serious fact. However, even as a prototype version, the computerized 6df-training tool worked and provided promising results. In each of the studies at the end at least one 6df-participant was successfully able to dock the spacecraft. This can be considered as an enhancement of mission safety. Based on these results, a further development of the 6df-training tool has been granted by the DLR Space Agency and is in progress.

EFFECT OF GAMMA-RAY RADIATION ON HYPERTHERMAL COMPOSTING

Jong-il Cho¹, Minchul Yoon¹, Jae-Hun Kim¹, Beom-Suk Song¹, Jaekyung Kim¹, Jong-Heum Park¹, Masamichi Yamashita², Ju-Woon Lee¹

¹Korea atomic energy research institute, Jeongup, South Korea

²Japan aerospace exploration agency, Sagamihara, Japan

In the space station and vehicles designed for long human mission, high-temperature compost is a promising technology for decomposing organic waste and producing the fertilizers. In space, the microorganisms could have the changed biological activities or even be mutated by ionizing irradiation. Therefore, in this study, the effect of gamma irradiation on the sensitivity of bacteria in hyperthermal composting was investigated.

The sequence analysis of the amplified 16s rDNA genes and amoA gene were used for the identification of composting microorganisms. Viability of microorganisms in compost soil after gamma irradiation was directly visualized with LIVE/DEAD BacLight viability kit. By the gamma irradiation up to the dose of 1 kGy, the microbial population was not changed. Also, the enzyme activities of amylase and cellulase were sustained by the gamma irradiation. These results show that these hyperthermia microorganisms might have the high resistance to gamma radiation and could be used for agriculture in the Space Station.

EFFECT OF LOW DOSE GAMMA-RAY EXPOSURE ON THE UNLOADED ANIMAL MODEL

*Jong-il Choi¹, Nak-Yun Sung¹, Jae-Hun Kim¹, Beom-Suk Song¹, Jaekyung Kim¹,
Jong-Heum Park¹, In-ho Choi², Ju-Woon Lee¹*

¹Korea atomic energy research institute, Jeongup, South Korea

²Yonsei university, Wonju, South Korea

During the space flight, human beings encountered the extreme conditions such as the cosmic ray irradiation and microgravity. There have been developed the animal models to simulate the microgravity condition in laboratory, but no study was carried out to investigate the combined effect of microgravity and exposure to irradiation. In this study, it was examined the effect of gamma irradiation on the suspension model. It was measured body, muscles and tissues weights and the biological analysis and the hematological response in blood samples were conducted. Anti-gravity tissue weight was only changed between loading and un-loading condition. To know the difference of protein expression in anti-gravity tissues, 2 dimensional electrophoresis was performed. It has been found that the expression levels of several proteins were different by unloading condition and by irradiation exposed condition, respectively. These results provided the information on the combined effect of irradiation and microgravity to simulate space flight, and could be useful to search the candidate material for the countermeasure against space environment.

CIRCADIAN RHYTHM PATTERNS IN ISOLATION ENVIRONMENTS: RESULTS FROM A SYSTEMATIC BIORHYTHM STUDY DURING THE SIMULATED 520-DAY MARS SPACEFLIGHT

*lv K.¹, Wan Y.M.¹, Qu L.N.¹, Wang H.H.¹, Chen H.L.¹, Yuan Y.H.¹, Xiong J.H.¹, Wang Y.¹,
Li W.G.¹, Olga S.², Markin A.², He L.¹, Zhou W.L.¹, Bai Y.Q.¹, Chen S.G.¹, Li Y.H.¹*

¹State Key Laboratory of Space Medicine Fundamentals and Application, China Astronaut Research and Training Center, Beijing 100094, China

²Institute of Biomedical Problems of Russian Academy of Science, Moscow 123007, Russia

To reach the future goal of Mars landing and deep space exploration, astronauts will face extreme environments (constant exposure to weightlessness, isolation, radiation, etc.) that may exert strong influences on many aspects of physiological and psychological systems. In order to monitor the effects of the extremely long term isolation and confinement on human circadian rhythm, considerable medical issue to health state and performance, we performed systematic deep exploration from basal physiological parameters to molecular biological markers. During the 520-day isolation, all six crew members received 7 round of multiple tests that were distributed in the whole experiment process. The systematic circadian rhythm assessment includes evaluation of sleep quality and quantity (Electroencephalogram, actigraph and questionnaire), physiological rhythm (dermal temperature, heart rate and respiration rate), rhythmicity of the saliva and urine hormonal (melatonin and cortisol) and electrolyte (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Cl⁻) parameters. Comparisons of the pre-isolation (-10th days to -1th day), during-isolation and post-isolation (530th day to 535th day) revealed that (1) Majority of the crew members' total sleep time and sleep efficiency were identified reduced that were below the normal value 450 minutes and 90%, respectively.

Sleep latency, number of awakenings, sleep phase, latency to stage REM and REM period all showed the consensus tendency to the sleep quality. No abnormal electroencephalogram (epilepsy wave and drug wave) throughout the isolation experiment duration were found. (2) Circadian rhythmicity of the dermal temperature, heart rate and respiration rate were revealed in most of the crew members at each of the 7 experiment stages. Although all these rhythmicity likely exhibited event (such as landing on Mars) related tendency, stages in the during-isolation period showed more stable biological rhythm than that of pre-isolation and post-isolation.

Furthermore, there existed the fluctuation of the circadian period and amplitude with the progress of isolation duration. Amongst the physical parameters, heart rate was testified the most susceptible circadian parameter to the progressive time points. (3) Like the basal physiological testing, saliva concentrations of melatonin and cortisol showed more evident and stable rhythmic fluctuation than that of urine. (4) DNA promoter methylation profile identified that modification of Wnt signaling pathway genes immediately emerged at the early stage of the isolation (60th day). With the increase of the isolation duration, more signaling pathway genes were identified which manifested the time-dependent emergence and the absence, indicating the adaptation to the environment stressors. These findings

indicate that long term isolation may disturb crew members' sleep quality and quantity. Intriguingly, pre-isolation, late during-isolation periods and post-isolation may represent the most crucial periods for crew members' stability of biorhythm.

Acknowledgements: We thank IBMP for presenting great support and all crew members for their contributions to the experiment.

COMPLEX ASSESSMENT OF THE HEMOSTASIS SYSTEM IN VOLUNTEERS OF THE MARS-500 EXPERIMENT

Kuzichkin D.S.¹, Morukov B.V.¹, Markin A.A.¹, Vorontsov A.L.¹, Chiovato L.², Magri F.²

¹Moscow, SSC RF - Institute of Biomedical Problems Russian Academy of Sciences

²Pavia, Italy, Salvatore Maugeri Foundation

The hemostasis system status to significant extent determines the human body compensatory potential under the environment extreme factors influence [Subbotina, 2008; Owen, 1977]. So far, there are few data devoted to hemostasis system status during long-term isolation [Kalandarova, Pochukaeva, 1982; Kuzichkin et al., 2011].

The present investigation was conducted to study hemostasis system main components functional activity during 520-day isolation.

In the citrated plasma of 6 volunteers (males, 28-39 years old) the following values were determined: activated partial thromboplastin time (APTT); international normalized ratio (INR); activities of antithrombin III (ATIII), C1-inhibitor, protein C, tissue factor path inhibitor (TFPI), coagulation cascade factors II, V, VII, X, VIII, IX, XI, XII; concentration of von Willebrand factor (vWF). The biosamples were collected 7 days before experiment, at 60th, 120th, 168th, 248th, 274th, 299th, 360th, 417th, 510th days of the isolation and at 7th days of recovery.

There were no significant changes in INR value during the experiment, the V, II, X, VII factors activities alterations were stochastic in the various isolation terms, but the TFPI activity level significantly decreased, starting from 180 day.

APTT was extended, starting from 120 day of the experiment that might be conditioned by stably increased ATIII activity level. The IX, XI, XII factors activity didn't change, while the VIII factor activity increased in all isolation terms, at this vWF concentration value had phase-changing character.

Thus, isolation factor complex influence realizes in coagulation intrinsic pathway processes activity decelerating. The expressed changes in VIII and vWF factors are compensated on the system level.

IMPROVEMENT OF SANITARY-HYGIENIC PROPERTIES OF POLYMERS USED IN A CONFINED SPACE

Mukhamedieva L.N.¹, Mardanov R.G.¹, Orlov O.I.¹, Grigoriev A.I.¹, Beklemyshev V.I.², Makhonin I.I.², Makhonin P.I.², Afanasiev M.M.², Abramyan A.A.², Solodovnikov V.A.², Maugeri U.O.G.³

¹SSC RF "Institute of Biomedical Problems," Academy of Sciences, Moscow

²CSC "Institute of Applied Nanotechnology", Moscow, Zelenograd

³Salvatore Maugeri Foundation, Italy

Owing to increasing duration of the operation of manned confined spaces, sealed objects for different purposes (including spacecraft) priority to ensure their sanitary safety including the content of toxic micro impurities in the atmosphere is the creation of structural materials with improved resistance to exposure to unfavorable factors of space flight (changes in temperature, humidity, exposure to various types of radiation, fungus and bacteria).

This work presents the researches of polymeric materials, i.e. PVC, silicone, polyurethane (in accordance with the indexes of their health and chemical safety) with entered into their matrix nanocomposites on the basis of biocompatible natural montmorillonite intercalated by ions of metals (cerium, silver, etc.) when used in manned sealed premises and taking into account their aging under influence of conditions of prolonged space flight.

It was shown as a result of the sanitary-chemical researches of quantitative and qualitative structure of components of gas release of the samples exposed to accelerated climatic aging with periods of 5, 10, 15 and 20 years; a combination of methods of gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS) and high performance liquid chromatography (HPLC) that the introduction of nanocomposites on the basis of natural montmorillonite intercalated by ions of metals into the polymer matrix decreases the intensity of

gas release of chemicals in 4 - 5 orders of magnitude, mainly owing to decrease in the degradation of the main macro-chains with the release of monomer residuum. The effect is conditioned by the high barrier and sorption activity of layer silicates and implementation of "non-chain" inhibition of oxidative degradation of polymers (due to the antioxidant action of metal ions). That allows increasing the duration of the operation of modified polymeric materials and decreasing the emission of toxic compounds.

CHARACTERISTICS OF CHANGE OF THE HOLISTIC FUNCTIONAL STATUS OF HUMAN BODY IN MARS-500 LONG TERM CLOSED ENVIRONMENT

LI Yongzhi, SHI Hongzhi, BAI Guie, FAN Quanchun, MI Tao, ZHAO Shuang

State Key Laboratory of Space Medicine Fundamentals and Application
China Astronaut Research and Training Center, Beijing 100094, PR of China

Objective To obtain the data of constitution differentiation and syndrome differentiation by zang-fu viscera of human experiencing 520 days closed environment, and to reveal the characteristics and change rules of the holistic functional status (syndrome) of human body under the guidance of theory of traditional Chinese medicine (TCM).

Methods Basic information of 6 volunteers involving symptom grading scale information, typical pulse manifestation, tongue manifestation and face manifestation of TCM were collected by four diagnostic methods of inspection, listening and smelling, inquiry, palpation and pulse taking using digital traditional Chinese medical diagnostic equipment. Pulse manifestation information mainly included objective parameters reflecting pulse location, frequency, shape, impetus, rhythm, power, etc. Tongue manifestation and face manifestation information mainly included objective indices reflecting tongue color, character of fur, quality of the tongue, fur color, complexion, and so on. During the 520 day experiment, basic information was collected before entering the cabin. After entering the cabin, the data were collected once every two weeks during the first 250 days, once a week for the three volunteers stayed in the cabin during the simulated Mars stay period, once every two weeks during the last 240 days and within 30 days after leaving the cabin. On the basis of comprehensive analysis of the data gained by the four methods of diagnosis, the TCM syndrome were differentiated, its mechanism were explained, and the characteristics and change rules of the holistic functional status of human body experiencing long term closed environment were elucidated.

Furthermore, the physical condition of the volunteers was estimated holistically and comprehensively from three aspects involving extent of fatigue, autonomic nervous functional status and health evaluation using the method of image representation.

Results Before entering the cabin, all of the six volunteers showed turbulence of the holistic functional status and deficiency of "vital essence", "energy" and "vitality" generally, which were differentiated as syndrome of "Qi deficiency" and "Insufficiency of heart and kidney" in TCM. After entering the cabin, the volunteers showed the physiological adaptive response embodying time phase property. In early days after entering the cabin, the volunteers were in the acute adaptation phase; their syndromes were differentiated as "Hyperactivity of fire due to yin deficiency" and "Stagnation of liver-qi" in TCM. Then the volunteers showed the trend to be balanced and steady in both body and mind in the relative adaptation phase, but sometimes they were unsteady.

With adaptation to the environment of the cabin, the status of the volunteers improved gradually, their symptoms reduced obviously, and mainly related to sleeping and psychology. At the same time, different volunteers showed different characteristic of symptoms during the experiment as a result of their respective constitution differentiation. The result of integrated health evaluation showed that the volunteers were in the mild and moderate fatigue status generally, their sympathetic nerve excitability increased in early days after entering the cabin, and with adaptation to the environment, their autonomic nervous function status tended to be balanceable on the whole, their health status showed the development trend of mingled deficiency and excess syndrome to deficiency syndrome, or deficiency syndrome to mingled deficiency and excess syndrome.

Conclusion The symptoms of the volunteers experiencing long term closed environment mainly related to sleeping and psychology, and different characteristics were showed in different volunteers because of their respective constitution differentiation. The volunteers were in the mild and moderate fatigue status generally, and their sympathetic nerve excitability increased in the cabin. The characteristics and change rules of the holistic functional status (syndrome of TCM) of human body experiencing long term closed environment will be elucidated completely as long as an in-depth study based on data mining being finished.

OXIDATIVE STRESS RESPONSE UNDER LONG TERM ISOLATION AND CONFINEMENT ENVIRONMENT: RESULTS FROM THE MARS 500 STUDY

L.N. Qu, K. Lv, H.L. Chen, Y. M. Wan, H.H. Wang, Y.H. Yuan, W.G. Li, W.L. Zhou, L. He, Y.Q. Bai, S.G. Chen, Y.H. Li

State Key Laboratory of Space Medicine Fundamentals and Application, China Astronaut Research and Training Center, Beijing 100094

During space exploration, astronauts will encounter many stress factors (weightlessness, isolation, radiation, etc.) which may exert strong influences on many aspects of physiological and psychological systems. Evidences have indicated that space flight may down-regulate antioxidant defense capacity, and elicit an increase in oxidative stress. For future Mars exploration, the extreme long term isolation might be a strong stressor for human beings. In the present study, we investigated the overall effects of 520-day isolation and confinement on oxidative stress of the six crewmembers to better understand their adaptive responses. Stress hormones, oxidative stress biomarkers (damage parameters of DNA, lipid and protein), mRNA levels of important oxidative stress related genes in blood of six crewmembers were measured 10 times periodically throughout the 520 days isolation. The data of pre-isolation (-10th day to -1st day), in-isolation (1st day to 520th day) and post-isolation (530th day to 535th day) revealed that (1) Stress hormones (5-HT, DA and NE) exhibited increase tendency after the isolation, and the peak value was about 250-day to 300-day isolation. (2) Plasma DNA oxidative damage biomarker (8-oxo-7,8 dihydro-2 deoxyguanosine, 8-OhdG) was increased at the early stage of isolation (before 170-day isolation), and recovered to the normal level at the later stage; Protein oxidative damage biomarker (3-nitrotyrosine) was slightly increased after long term isolation; Lipid peroxidative product (malondialdehyde, MDA) was increased after 250-day isolation; and While, the activity of antioxidant enzymes (T-SOD, GSH-Px and CAT) showed no significant difference between the 10 time points. (3) Quantitative analysis of oxidative stress related genes revealed that mRNA level of these genes responsible for scavenging free radicals (SOD2, HSP70, CRP, HO-1, etc.) were significantly upregulated at the 60-day, 250-300 day isolation, and even after the 520-day isolation (530-day). All these results indicated that exposure to the long duration isolation and confinement environment could increase stress response, and influence the oxidative stress status of crewmembers.

Acknowledgements: We thank IBMP for presenting great support and all crew members for their contributions to the experiment.

* Corresponding author: Yinghui Li, yinghuidd@vip.sina.com;

First author: Lina Qu, linaqu@263.net

A NEW NEUROCOGNITIVE ASSESSMENT TOOL FOR SPACE MISSIONS: PERFORMANCE READINESS EVALUATION TOOL (PRET) - RESULTS FROM THE M-500 USABILITY STUDY

Najjar Mehdi¹, Lange Christian¹, Tomi Leena¹, Comtois Jean-Marc¹, Morukov Boris², Bubeev Yuri², Salnitskiy Vyacheslav², Gushin Vadim², Boritko Yaroslav²

¹Canadian Space Agency, Saint-Hubert, Quebec, Canada

²SSC RF Institute of Biomedical Problems Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The Canadian Space Agency (CSA) has developed a prototype of a new type of neurocognitive (NC) assessment tool aimed at assessing performance readiness of astronauts/cosmonauts in space: the Performance Readiness Evaluation Tool (PRET). It is based on a 3D simulator that presents multi-task activities with transparently embedded NC tests. The NC tests are based on well established neuropsychological ones, designed to assess working memory, concentration, visual scanning and perception, divided attention, planning, decision making, situational awareness and sustained attention. The operational tasks presented in the simulator are planetary exploration inspired, involving driving a remotely controlled rover on Martian surface and collecting rock samples using a robotic arm. In order to assess the user's performance readiness, PRET provides cognitive performance values and selected performance scores for operational tasks. It also offers immediate feedback to the user. Measured operational task performance indicators included trace of driving and elapsed mission time.

The PRET technology was subjected to a comprehensive usability testing during the Russian 520-day Mars mission simulation (Mars-500). From November 2010 till November 2011, each Mars-500 crewmember performed one PRET session every two weeks. Before starting the experiment, the crewmembers were asked to fill an electronic questionnaire to collect information about their familiarity

with 3D animations and computer games. Before each PRET session, the crewmembers were also asked to fill an electronic questionnaire where they were asked for subjective evaluation of their level of fatigue, alertness anxiety/stress, mood and their sleep duration and quality. The results and user feedback obtained led to significant improvements in the PRET software. Overall, the PRET software proved to be stable, and the general concept was validated.

AUTOMATIC TIME INTERVAL MEASUREMENTS METHOD APPLIED ON THE MARS-500 ISOLATION STUDY HEART SOUNDS: THE OSSE METHOD

Moukadem A.¹, Dieterlen A.¹, Brandt C.²

¹UHA, MIPS, Mulhouse (France)

²CIC,CHRU Strasbourg, INFRAL (France)

Objective: The main objective of this study is to provide automatic measurements of heart rate, systolic time defined as the interval between the beginning of S1 to S2, duration of S1 and S2 using the phonocardiogram (PCG) signal obtained with a digital stethoscope. A segmentation process is proposed to achieve this objective. The PCG signal is segmented in four parts: S1 (first heart sound), systole, S2 (second) and diastole. This phase of autonomous detection and measurements, without ECG, will be based on advanced Time-Frequency signal processing tools like the S-Transform.

Method and Materials: In this study, a new heart sounds segmentation method, named OSSE is presented. The first and the second heart sounds are detected by calculating the Shannon Energy of the local spectrum obtained by the S-Transform (SSE envelope). The second step consists to determine the boundaries of the located sounds. For that, the energy concentrations of the S-transform of localized sounds are optimized by using a window width Optimization algorithm (OSSE). Then the SSE envelope is recalculated and a local adaptive threshold is applied to estimate the heart sounds boundaries.

The sounds are recorded with 16 bits accuracy and 8000Hz sampling frequency in a wave format, using the software "Stetho"(Alcatel-Lucent). The dataset contains 54 sounds that correspond to the 6 Mars 500 volunteers. Each subject has 9 cardiac auscultations that have been collected periodically over a period of 520 days, as a part of the CardioPsy study (ESA- P.I: Pr P. AUBERT).

Results and Discussion: The values obtained by the OSSE method are compared with manual measurements performed by an expert using the software "Stetho". We note that the manual measurements are only made on 3 heart cycles whereas the OSSE method is applied on the entire signal. Analyses made on the entire dataset are exploited by the cardiologist to follow the physiological state of the volunteers. The heart rate OSSE (difference: + 0.38bpm \pm 2.83 bpm) and the systolic time results (difference: + 13 ms \pm 4.3) are very close to the manual measurement made by the expert. The S1 duration (difference +18 ms \pm 3.8) and the S2 duration (+ 34ms \pm 7.8) are higher due to difference in the appreciation of the end of S1 and particularly S2 by the expert using the higher frequencies in his appreciation. An OSSE parameter adaptation could correct this mismatch.

Conclusion: Use of heart sounds through PCG to accurately measure the systolic interval, heart rate and the S1 and S2 durations is validated in this study. The automatic measurements are fast, robust and represent a great challenge for the clinical use, especially for heart auscultation monitoring applications. These measurements could be useful for diagnosis of murmurs and biometric analysis.

CONSEQUENCES 105 DAYS OF CONFINEMENT ON PARAMETERS OF STRESS, ON STRESS-MEDIATORS AND IMMUNITY

Muckenthaler F.¹, Strewé C.¹, Rikova M.², Ponomarev S.², Nichiporuk I.², Vasilieva G.², Rinas K.², Schelling G.¹, Kaufmann I.¹, Thiel M.³, Morukov B.², Feurecker M.¹, Choukèr A.¹

¹ Department of Anaesthesiology, Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany

²Institute for Biomedical Problems, Moscow, RUS

³Department of Anaesthesiology/Intensive Care, at Mannheim, Germany

Background: The human immune system is subject to a complex regulation through endocrine as well as auto- and paracrine systems. These regulator processes are affected by conditions of stress and can hereby further (dys-)regulate immune answers. Adequate immunity is crucial to health and of critical importance when planning and performing future long-term voyage to Mars. The MARS-500 program can help to prepare human to face these challenges and this report focuses on the effects of 105 days confinement on the general human body's immune homeostasis.

Material & Methods: *Stress:* paper tests as well as biological specimen were collected from the "MARSONAUTS" before Confinement (pre), during isolation and one week after (post). Stress tests were provided as paper questionnaires, while stress hormones were assessed either in saliva and urine or in blood. Blood count was evaluated by an automated sorting system. *Immunity:* Expression of the granulocytes' adhesion molecules, β 2-integrin (CD11b) and L-selectin (CD62L) and hydrogen peroxide (H_2O_2) production were determined by flow cytometry in resting granulocytes (PMN) and activation and suppression with stress sensitive metabolites (adenosine). Cellular immune responses were assessed in vitro in whole blood cultures after 48 hours of incubation with re-call antigens of viral, bacterial and fungal nature using key elements of the Delayed Type Hypersensitivity.

Scopes: 1.) To assess the effects of isolation on stress perception, 2.) to monitor changes of immune-modulatory hormones, 3.) to assess general changes in percentual and enumerative blood cell population counts & 4.) to detect alterations in the host innate defense mechanisms and 5.) of the cellular immunity when challenged with recall antigens.

Results: After 14 days of confinement a remarkable reduction in the granulocyte population was seen which remained during the entire isolation period. After "liberation" of the participants, granulocyte numbers returned to starting levels. The adhesion molecule CD11b was up-regulated after 30 days of confinement and returned to almost baseline values just before end of confinement. Secondary, granulocyte reactivity was, after 14d already significantly lower as compared to the pre data and remained low. After isolation, granulocyte reactivity increased again, however, without achieving the same values as seen before confinement. The re-call antigen responses showed an increase after onset of isolation. However, the values tended to be suppressed at a later time, but to become higher when the subjects left isolation. These data are discussed and linked to hormonal changes.

Summary & Outlook: Confinement for 105 days affects immunity. The consequences of this impairment are not yet understood. Possibly, the stimulation of granulocyte activity as seen by higher CD11b expression pattern might be compensated by a parallel higher susceptibility to adenosine to suppress a further stimulus dependent respiratory burst of granulocyte. Moreover, the increase in cellular immune responses after on-set of isolation seems to be an acute stress effects which repeats after completion of the study. Most interestingly will however be the more holistic view on the immune results when comparing them with the other science teams' results which will be added value.

STUDY OF CARBOHYDRATE AND LIPID METABOLISM IN VOLUNTEERS AT VARIOUS DIETS WITHIN MARS-500 EXPERIMENT

Nichiporuk I.A.¹, Vassileva G.J.¹, Markin A.A.¹, Chiovato L.², Magri F.²

¹Moscow, SRC RF – IBMP of RAS

²Salvatore Maugeri Foundation, Italy

The researches carried out in long-term space flights and in simulating experiments have shown the decreased tolerance to carbohydrates and the increase in fatty body mass with dyskinetic episodes and stagnation in hepatobiliary system that could be caused by influence of space flight factors and by the use of the tinned and refined foodstuff. A determination of venous blood concentrations of substrata both metabolites of carbohydrate and lipid exchange, and some hormones of its regulation has been done for study of metabolism features within experiment "Mars-500" in 6 healthy male-volunteers at various diets basically differing in contents of nutrients, specific for Asian-Pacific or European cultures. The estimation of confinement's influence and structure of diets on dynamics of lipid exchange has shown presence of hypercholesterolemia episodes in four volunteers at 1-60 and 360-520 days of isolation, even when some of them had negative dynamics of fatty body mass.

Changes of other substrata and metabolites of lipid and carbohydrate metabolism outside the physiological range were sporadic. The most expressed distinctions of investigated hormonal and biochemical parameters in blood (glucose, cholesterol, fructosamine, glycosylated hemoglobin, C-peptide) have been noted during the isolation periods (150±70; 320±35 and 465±48 days), differing in contents of diets. The results of a linear correlation analysis have revealed significantly high interrelations ($r=0,456-0,872$) between duration of isolation, blood concentrations of glucose, fructosamine, triglycerides, cholesterol, lipoproteids of low density, leptin, insulin and C-peptide, while the results of a multiple regression analysis (12 variables, $n=54$) have designated positive correlation of the period of isolation (day of blood sampling) mainly with blood concentrations of glucose and insulin ($R=0,816$; $R^2=0,666$). It should be noted the increased incretory activity of pancreas at one of volunteers (high blood concentration of insulin). The received results point out the integrity of physiological mechanisms

of metabolism regulation in the conditions of extremely long isolation, and testify to influence on biochemical and hormonal parameters of diet content and individual neurohumoral and behavioral features of the person.

TIME-COURSES AND RELATIONSHIPS BETWEEN COPING, DEFENSE MECHANISMS, EMOTIONS AND DURING THE MARS 105 STUDY

Nicolas M., Weiss K.

SPMS (EA 4180), Sport Sciences Faculty of Dijon, University of Burgundy, France

Adaptation mechanisms to isolated and confined environment (ICE) have become an issue of major importance for long space missions such as Mars expedition project (Kanas & Manzey, 2008). Theoretical advancements recognized that currently the two major concepts involved in psychological adaptation to constraining situations are coping strategies (CS) and defense mechanisms (DM), (Cramer, 1998; Parker & Endler, 1996). However, there is very few if any research in DM or in the link between CS and MD in spatial situation. Thus, more empirical work are needed on defining mechanisms and process (e.g., CS, DM and emotional stability) that promote optimum adaptation to these specific challenges during long-duration space missions (Kanas, 2011; Palinkas, 2001). The goal of this study was to investigate the time-courses and the relationships between coping, defense mechanisms and emotions during the Mars 105 study realized in the IBMP site in Moscow.

The Mars-105 experimentation was a 105-day ICE study (Isolated and Confined Environment) mainly designed to investigate the psychological conditions in long term mission such as space mission to Mars. The crew consisted of six Europeans male participants. The design was a longitudinal single group with repeated measures across 12 assessments during 4 periods (baseline, ICE period (Low Autonomy ICE, High Autonomy ICE), and post isolation) over a 4-month period.

Longitudinal analyses revealed that emotions showed a significant variation. Positive emotions declined progressively (F-test, $\text{Chi}^2 = 22.81$, $p < 0.02$) through the experimentation. This decrease was also significant between the two periods of the isolation (LA and Ha) (F-test, $\text{Chi}^2 = 5$, $p = 0.025$). Furthermore, relations between coping, defense, emotion and depression were noted. Task oriented coping (TOC) was positively associated with mature defenses ($r_s = 0.88$). Finally, mature defenses were positively and significantly related to positive emotions ($r_s = 0.88$).

These findings show the impact of long-term ICE on affective process which could explain a part of adaptation to such environment. They mainly suggest that ICE could induce impairments in psychological states, leading to subsequent alterations in emotions related to defense which in turn are related to coping.

This presentation was supported by a research grant from the Centre Nationale d'Etudes Spatiales (CNES), France.

NANOTECHNOLOGY FOR IMPARTING ANTIMICROBIAL PROPERTIES TO MATERIALS AND THEIR TEST DURING A LONG-TERM ISOLATION OF A HUMAN IN A SEALED PREMISE (EXPERIMENTS UNDER "MARS-500")

Orlov O.I.¹, Mukhamedieva L.N.¹, Polycarpov N.A.¹, Novikova N.D.¹, Pakhomova A.A., Beklemyshev V.I.², Makhonin I.I.², Filippov K.V.², Afanasiev M.M.², Abramyan A.A.², Solodovnikov V.A.², Maugeri U.O.G.³

¹ SSC RF "Institute of Biomedical Problems," Academy of Sciences, Moscow

² CSC "Institute of Applied Nanotechnology", Moscow, Zelenograd

³ Salvatore Maugeri Foundation, Italy

For ensuring environmental and sanitary-microbiological safety of space stations it is necessary to create new technologies for protection of astronauts, materials and equipment against a variety of microorganisms that are either pathogenic to humans or cause biodegradation of structural materials.

A promising direction to ensure microbiological safety of the environment of ISS is use of natural nanocomposites (montmorillonite) intercalated by ions of silver for processing materials (textile and polymeric). Nanocomposites impart the antimicrobial properties to materials. Tests of antimicrobial properties of textiles (underwear and bed linen) used in 105 and 520-day experiments on the project "Mars-500" were carried out. The researches were carried out with the help of 2 volunteers in each experiment. They used alternately the kits of antimicrobial (experienced) and normal (control) linen

within 5 days. More than 800 researches for assessment of antimicrobial properties of materials were carried out in total.

The quantitative and species composition of microflora was researched after using the experimental and control textile. It was revealed that the material processed with nanocomposites maintained antimicrobial properties against a wide spectrum of microorganisms: staphylococci, streptococci, micrococci, corynebacteria and bacteria of the genus *Bacillus*. Differences in the microbial contamination of test and control samples of bed linen (sheets, pillow, blanket) were about one order and underwear (shirt, socks) were about two orders of magnitude. The species composition of microorganisms in the test and control materials was not different. That testified absence of effect of selective microbial decontamination. The fact of long-term conservation of antimicrobial activity of textile processed with nanocomposites which is comparable with the time of the flight Earth-Mars-Earth (520 days) is fundamental importance.

USE OF ANALOGS FOR SPACE-RELEVANT RESEARCH BY THE CANADIAN SPACE AGENCY, *Johnson-Green P.C., Sullivan P., Marcil I.*

Canadian Space Agency, St. Hubert, Québec, Canada

The Canadian Space Agency (CSA) has conducted and supported a range of research at fourteen analog sites within Canada. Many of these sites, such as the Haughton Mars Project, Pavilion Lake, and the McGill Arctic Research Station at Axel Heiberg Island, are useful primarily because of their unique geological or physiographic attributes. However, analog sites have also been used by the CSA for human factors research, and for the testing of concepts and technology for remote health care. The CSA has also supported, and will continue to support bed-rest as a platform for space-relevant research. Earth-based analog systems are particularly well-suited to the study of the physiological and psychological aspects of gravity-unloading and isolation. Bed-rest and isolation studies, in addition to their scientific and public-interest appeal, are often demonstrative of the value of international partnerships in the planning and operation of complex simulation projects.

ULTRA LONG-TERM SODIUM BALANCE STUDIES DURING THE MARS500 CAMPAIGN

Rakova Natalia^{1,2}, Kathrin Jüttner¹, Rauh Manfred³, Dahlmann Anke⁴, Goller Ulrike¹, Beck Luis⁵, Agureev Alexander², Vassilieva Galina², Lenkova Liubov², Johannes Bernd⁵, Wabel Peter⁶, Moissl Ulrich⁶, Vienken Jörg⁶, Gerzer Rupert⁵, Eckardt Kai-Uwe⁴, Müller Dominik N.⁷, Kirsch Karl⁸, Morukov Boris², Luft Friedrich C.⁹, Titze Jens^{1,4,10}

¹ Interdisciplinary Center for Clinical Research, Nikolaus-Fiebiger-Centre for Molecular Medicine, Friedrich-Alexander-University, Erlangen-Nürnberg, Germany

² State Scientific Center of Russian Federation - Institute of Biomedical Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³ Department of Paediatrics, Faculty of Medicine, Friedrich-Alexander-University, Erlangen-Nürnberg, Germany

⁴ Department of Nephrology and Hypertension, Friedrich-Alexander-University, Erlangen-Nürnberg, Germany

⁵ Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center, Cologne, Germany

⁶ Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germany

⁷ Department of Experimental Medicine I, Nikolaus-Fiebiger-Center for Molecular Medicine, Friedrich-Alexander-University of Erlangen-Nürnberg, Germany

⁸ Charité - University Clinic Berlin, Institute of Physiology, Center for Space Medicine Berlin, Germany

⁹ Experimental and Clinical Research Center, an institutional cooperation between the Charité Medical Faculty and the Max Delbrück Center, Berlin, Germany

¹⁰ Division of Clinical Pharmacology, Vanderbilt University School of Medicine, Nashville, USA

Background:

A direct relationship between salt intake and blood pressure is widely accepted. However, the relationship between changing salt intake, salt excretion, and total-body sodium (TBNa) is inferred but not known. Without such basic knowledge, the mechanisms leading to the blood pressure elevation cannot be determined.

Purpose:

We tested the hypothesis whether or not long-term dietary salt restriction from 12g/day to 9g/day and 6g/day significantly lowers blood pressure in healthy volunteers during the Mars500 campaign. We sought to perform long-term balance studies to monitor sodium retention, sodium losses, TBNa and their relationships to any changes in blood pressure.

Methods:

We investigated daily Na⁺ balance and blood pressure in crewmembers participating in the Mars500 campaign, a simulated space flight to Mars. The normal young men lived in the Mars500 simulator in a completely self-sustaining, thermoconstant environment for 105 and 520 days, and consumed a diet with a salt content of 12 g per day for the first 40 days of the study, which then was gradually decreased to 9 g per day for the 2nd third, and for to 6 g per day for the 3rd third of the isolation period. The longer duration of the 520-day study allowed re-exposition to the original 12 g salt intake level.

Results:

Reduced salt intake lowered blood pressure in the subjects; with reexposition, blood pressure increased to initial levels. The blood pressure-lowering effect of reduced salt intake was uncoupled from changes in sodium balance, while increased and decreased potassium balance reflected low- and high-salt intake respectively. Salt balance, body weight, extracellular fluid, and TBNa were independent of salt intake. Ultra long-term constancy in salt intake did not lead to a constant urinary sodium excretion, although salt excretion over each diet period was 90-95% of intake. Infradian rhythms in urinary sodium excretion were found, which were independent of salt intake, but dependent on urinary aldosterone excretion. These rhythms seemed to be synchronized with night-shift work during the Mars105 day study.

Conclusions:

We conclude that even moderate salt reduction induces relevant blood pressure decrease in healthy & normotensive subjects. The findings on day-to-day sodium balance must recast thinking about how homeostasis of internal environment composition and blood pressure are achieved. The findings will lead to novel studies of long-term salt regulation and disposition that could have mechanistic value concerning the blood pressure-related effects.

MICROBIAL ECOLOGY OF CONFINED HABITATS (MICHA) - BIOBURDEN AND BIODIVERSITY DURING THE MARS 500 PROJECT

Rettberg P.¹, Schwendner P.^{1,4}, Barczyk S.¹, Canganella F.², Ilyin V.³, Rachel R.⁴, Huber H.⁴, Wirth R.⁴

¹ Germany Aerospace Center, Cologne, Germany

² University of Tuscia, Viterbo, Italy

³ Institute of Biomedical Problems, Moscow, Russia

⁴ University of Regensburg, Regensburg, Germany

Mars-500 is the first full duration simulation of a manned flight to Mars. It was performed from June 2010 to November 2011 by the Institute of Medical Problems in Moskow together with ESA and international partners. The crew, six volunteers from different countries, lived, worked and performed scientific experiments in a closed spacecraft-like habitat. This isolation project was a unique opportunity to investigate the impact of confinement on human and environmental microbial communities. The scientific experiment MICHA (Microbial ecology of confined habitats and human health) aimed at the survey of the microbial flora in the Mars-500 facility from the start till the end (520 days) of the simulation study. During the confinement the bioburden and biodiversity as well as their changes over the time were monitored using different sampling tools for surfaces and air (i.e. swabs and air filters). The samples were taken monthly at several selected locations (9 for air sampling, 11 for surface sampling) inside the habitat by the crew members and stored frozen for the analysis by the scientific team. The determination of cultivable microorganisms showed that the overall bioburden in the air and on different surfaces was moderate compared to other non-confined rooms. The highest number of microorganisms were found in the air of complex EU-150 where the crew members spent most of their time, i.e. community room, dining area and one tested individual compartment. This corresponds roughly to the results from surfaces at the different locations. In certain periods during the project changes in bioburden were seen. These have to be analysed in more detail taking the crew activities in the different modules, the cleaning regimes, the air conditioning processes etc. into account. The identification of bacterial isolates is ongoing. First results indicate the dominance of microorganisms associated with humans, especially *Staphylococcus* species, whereas environmental microorganisms are found to a lesser extent. Besides cultivation based analyses, the microbial inventory will also be studied on molecular level via DNA isolation, 16S rRNA gene specific amplification and the construction of clone libraries. Further studies include the quantitative estimation of the bioburden inventory of the assembly building via quantitative real-time PCR. The collection of bioburden and biodiversity data is essential to develop strategies to maintain a non-hazardous environment for the astronauts during long time manned space missions. Furthermore, all our investigations are required for the implementation of planetary protection guidelines for manned Mars missions.

OMEGA-3 POLYUNSATURATED FATTY ACID AND PSYCHOLOGICAL WELLNESS DURING LONG DURATION SPACE MISSIONS: RESULTS FOR THE MARS-105 AND MARS-500 SIMULATIONS

Rizzo AM.¹, Montorfano G.¹, Corsetto PA.¹, Jovenitti IE.¹, Fontani G.³, Migliorini S.³, Nichiporuk I.², Markin A.², Vassilyeva GY.²

¹ University of Milan, Department of Molecular Sciences Applied to Biosystems, Milano, Italy

² Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow Russia

³ University of Siena, Department of Physiology, section of Neuroscience and physiology application, Siena, Italy

Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) include the family of Omega-6 and Omega-3 fatty acids. Some Omega-6 fatty acids, such as arachidonic acid (AA), can be synthesized in the body using linoleic acid as precursor other Omega-3 fatty acids, such as eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), are the final metabolites of the essential fatty acid alpha linolenic.

It has been reported that omega-3 may play a role in nervous system activity improving cognitive development and reference memory-related learning, increasing neuroplasticity of nerve membranes, contributing to synaptogenesis; moreover they are involved in synaptic transmission

Low dietary intake of omega-3 polyunsaturated fatty acids has been linked to several characteristics of psychiatric symptomatology, including depression, disorders of impulse control, and hostility. Intervention trials with omega-3 fatty acid supplementation for clinical depression and other disorders have reported benefits, leading to the conclusion that Omega-3 can affect not only cognitive functions, but also mood and emotional states and may act as a mood stabilizer.

The aim of this study is to examine the effects of omega-3 supplementation on cognitive and physiological parameters in subjects during long time confinement profile of MARS 500 mission, in order to enhance psychological wellness and counteract depression and mood instability probably occurring in these situations that might interfere with astronaut activities.

During first Mars experiment (105) we measured a significant decrease of omega-3 fatty acids in blood of crews that in some case is correlated to an increase of fatigue measured with questionnaire. During the MARS 500 simulation we followed the blood fatty acid composition during the first 250 days of the simulation and we used a double blind cross over study to assess the effect of 3 g/day EPA+DHA supplementation in comparison to placebo group.

Preliminary results indicate that fatty acid status is strictly correlated with diet and the use of supplements may be useful during long time space missions or confinement to regulate and stabilise body fatty acid composition and probably also as mood stabilizer.

PERSONAL VALUES ON MISSIONS TO MARS- IMPLICATIONS FOR CREW COMPATIBILITY

Sandal G.M., Bye H.H., van der Vijver F.

University of Bergen, Bergen, Norway

On a mission to Mars the crew will experience high autonomy and inter-dependence. "Groupthink", known as a tendency to strive for consensus at the cost of considering alternative courses of action, represents a potential safety hazard. This paper addresses two aspects of "groupthink": the extent to which confined crewmembers perceive increasing convergence in personal values, and whether they attribute less tension to individual differences over time. It further examines change in individual values and coping strategies over time. These questions were investigated in a 520-day confinement study in which a multinational crew (N=6) simulated a Mars mission. The Portrait of Crew Values Questionnaire was administered regularly to assess personal values, perceived value homogeneity, and tension attributed to value disparities.

Interviews were conducted before. The Cope Inventory was used to assess how crew members dealt with stress. Interviews were conducted before and after the confinement. Results: Multiple regression analysis showed increased perceived homogeneity in most of values over time. Individual differences in most values also became less salient as sources of tension over time.

In terms of individual value scores, there was a marked decline in achievement orientation and tradition (culture and religion) over time. Assessment of coping strategies showed that crew members were highly reluctant to express negative feelings towards each other, which increased towards the end of the mission.

SPACE EXERCISE: ITS IMPACT ON NEUROCOGNITIVE PERFORMANCE, MENTAL HEALTH, CREW PERFORMANCE AND MISSION SUCCESS

Schneider Stefan¹, Abeln Vera¹, Popova Julia², Fomina Elena²

¹ Institute of Movement and Neurosciences Neuroscience & Centre for Health and Integrative Physiology in Space (CHIPS), German Sport University Cologne, Germany

² Institute for Biomedical Problems, Moscow, Russia

Beside its impact on the cardiovascular and musculoskeletal system, earth bound exercise science has demonstrated that physical activity is also known to affect brain cortical function and to have a positive impact on psycho-physiological parameters [(e.g. positive effects of exercise on academic achievement: Schneider et al. 2009c)]. One of the main contributing factors for enhancement of neurocognitive performance seems to be connected to a decrease in fronto-temporal regions of the brain during exercise.

During the MARS-500 campaign different kinds of exercise were connected to changes in brain cortical function, cognitive performance and mood. Brain cortical activity was recorded using a 16-channel portable EEG. Cognitive tasks were assessed using a commercial brain game application on an iPod. Results show a clear decrease of fronto-temporal activity after exercise, going along with an increase in cognitive performance.

In addition to the positive effects of exercise on the peripheral physiological system (Convertino 1996; Convertino 2002), it is assumed that adequate, individually-specified exercise programs will help to maintain possible neurocognitive decrements of long term confinement (Casler and Cook 1999; Lipnicki and Gunga 2009) as well as counteract the effects of confinement on the mental health status (Palinkas and Suedfeld 2008) in space and result in an improvement of general well-being and mood. Exercise must be regarded as a global tool that helps to facilitate individual adaptation to microgravity/isolation and therefore acts not only as a countermeasure but also as a proactive tool to maintain crew performance level and therefore is a key factor for mission success and mission safety.

A STORY OF A SIMULATED FLIGHT TO MARS

Iva Poláčková Šolcová¹, Iva Šolcová¹, Alla Vinokhodova²

¹ Institute of Psychology, Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

² Institute for Biomedical Problems, State Research Centre of the Russian Federation, Moscow

Background. The project Mars 500 was the first long-term simulation of a manned flight to Mars. Project started in 2010 and six male volunteers aged between 27–38 years ($M = 32.16$; $SD = 4.99$) spent in isolation chamber seventeen months.

Method. During follow-up measurement we used narrative qualitative interview in order to understand the unique experience of the crewmembers living and working in isolation and confinement for seventeen months. During our "Flight story interview" (adaptation of McAdams' s Life Story Interview) participants of the project reconstructed a story about their life in isolation. The crewmembers were encouraged to reveal important points and processes from their own experience of isolation and to recall the "peak experience" and "nadir experience", "turning points" or "important scenes" and other narrative moments that create a story.

Results. The results show that for the participants the highest moments of isolation were celebrations of the New Year Eve, video communication with significant others or "Mars landing", and that the most difficult moments were connected with communication (delay or loss of private communication, misunderstandings with ground personnel) or monotony during the second half of the experiment. The "turning points" were connected with Mars episode (opening of the new chamber EU 50, landing on Mars) and the participants highlighted also other crucial scenes of the project Mars 500.

RESILIENCE, LOCUS OF CONTROL AND PROACTIVE COPING: CHANGES AFTER 520 DAYS OF SIMULATION OF SPACE FLIGHT TO MARS

Iva Šolcová¹, Iva Poláčková Šolcová¹, Alla Vinokhodova²

¹ Institute of Psychology, Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

² Institute for Biomedical Problems, State Research Centre of the Russian Federation, Moscow

Background. Mars 500 has been the first full duration simulation of a manned flight to Mars. During the stay the "marsonauts" were isolated and their live and work has been designed similarly as that of crew on ISS. Connection with mission control centre has been disrupted and realistic delays were

implemented. The crew members had to follow rather strict schedule of scientific experiments, daily exercise and eating.

Method. The study comprised 6 volunteers aged between 27 – 38 years of age ($M = 32.16$; $SD = 4.99$), all males. At the baseline measurement Locus of Control, Brief Resilient Coping Scale, and Proactive coping scale were administered to the participants.

The follow up measurements included baseline methods (to assess the changes from input variables), and a structured interview with crew members. Complete data has been collected from five participants.

Results. In the follow-up measurement, resilience increased in two participants, and remained on the same level in three participants. Locus of control became more internal in four of five participants. Proactive coping increased in three participants, in one stayed on the same level and in one participant very slightly decreased.

Conclusion. The results are good news for space psychology. The majority of crew members were able to gain positive strengths from demanding situation.

NEUROENDOCRINE AND METABOLIC ADAPTATION TO ISOLATION-CONFINEMENT STRESS

Strollo F.¹, Vassilieva G.², Nichiporuk I.², Magni P.³, Carucci I.¹, Santucci D.⁴, Monici M.⁵, Celotti F.³, Masini M.A.⁶

¹ INRCA, endocrine Unit, Rome, Italy

² IBMP, Moscow, Russia

³ Institute of Pharmacology, Milan University, Italy

⁴ Istituto Superiore di Sanità, Rome, Italy

⁵ ASA Campus and Florence University Joint Laboratory, Italy

⁶ DipTeris, Genua University, Italy

A full set of neuroendocrine and metabolic parameters were measured at predefined time-points in plasma, urine and saliva from 6 male volunteers participating in the MARS 105 and MARS 520 experiments. These included glucose, insulin, cortisol, ACTH, NGF, BDNF, adipokines (adiponectin, leptin, IL6, TNF α), ghrelin, testosterone, DHEAS and LH among the rest, sampled before and after as well as at 2.5, 5, 10 and 15 weeks into the former experiment.

The overall picture of MARS 105 was that of a stress-induced ascending trend of cortisol, NGF and TNF α , with an early increase in testosterone and in cortisol over testosterone ratio together with a late increase in BDNF. A striking and consistent decrease in adiponectin was observed, which was unexpectedly paralleled by a concomitant decrease in leptin but without any significant changes in weight and in fat mass.

The most interesting results came from the correlation analysis among various parameters, leading to a possible reconstruction of the whole adaptation mechanism in terms of stress hormones as the main inputs altering the system and triggering compensatory changes in the endocrine adipose organ and in the gonads accompanied by an apparently autonomous decrease in adiponectin, a hormone which has been the object of extensive research for many years because of its ability to fight insulin resistance and inflammation but whose many properties have not been fully clarified so far.

MARS-520 samples have just been delivered to our laboratories at the moment but we hope to be able to present at least some of our new results during the meeting, eventually confirming part of the conclusions derived from MARS 105 experiment.

CHANGES IN CREWMEMBERS'S PERSONAL GOALS AND BASIC NEEDS SATISFACTION DURING SIMULATED FLIGHT TO MARS

Stuchlikova I., Mazehoova Y., Sery M.

University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

The steady work motivation to contribute to the group mission is essential during long flights. The commitment to the flight goals is, of course, influenced by each crewmember's other goals that are developing and changing (Suedfeld, Legkaia, Brcic, 2010). The study presents changes in crewmembers' personal goals and in their subjectively perceived satisfaction of basic psychological needs of autonomy, competence, and relatedness, which according to Self-Determination Theory also influence the quality of one's motivation.

Method and Results

The 6 crewmembers of Mars-500 reviewed their personal goals (Cox, Klinger, 2004) and satisfaction of basic needs (Gagné, 2003) on monthly basis

We created for each crewmember the goal matrix showing the profile of goals (which life areas are mentioned, which goals sustain, for which goals the subject has changed the rating on subsequent scales on commitment and emotional value related assessments). The patterns of personal goals show amount of control and emotional engagement in personal issues inside and outside the flight. The limited environment induced changes in crewmembers' basic psychological needs (e.g. increase of autonomy and competence in some crewmembers during the first part of mission, and decrease in relatedness, autonomy and competence during the return part of the flight). Individual differences are important for understanding of the crew resiliency to decrease in daily task motivation.

Conclusion

The data on changes in personal goals of crewmembers show interesting consistency in the most salient personal goals. Nevertheless, there are slight but still very interesting changes in their configurations. The setup of personal goals and basic psychological needs provided important additional information for understanding crewmembers' overall motivational adjustment during the mission.

References:

- M. Gagné (2003). The role of autonomy support and autonomy orientation in prosocial behavior engagement. *Motivation and Emotion*, 27, 199-223.
- J. Brcic (2010). Motivational profile of astronauts at the International Space Station. *Acta Astronautica*, 67, 1110-1115.
- W.M. Cox, E. Klinger (2004). *Handbook on Motivational Counselling*. Chichester: Willey & Sons.
- P. Suedfeld, K. Legkaia, J. Brcic. (2010). Changes in the hierarchy of value references associated with flying in space. *Journal of Personality*, 78, 1411-1435.

INFLUENCE OF THE INCREASED CONCENTRATION OF CARBON DIOXIDE ON THE PERSON DURING LONG-TERM ISOLATION IN THE CLOSED OBJECT

Suvorov A.V.¹, Nichiporuk I.A.¹, Imbriani M.²

¹ Moscow, Institute of biomedical problems of the Russian Academy of Sciences

² Pavia, Salvatore Maugeri Foundation

During 520-day isolation of 6 persons concentration of carbon dioxide (CO₂) in atmosphere was maintained from the technical point of view on an optimal level, however, even its average level was about 0,3 %, which 10 times exceeded CO₂ in normal atmosphere. The increased concentration, on literary data, is accompanied by changes of the acid-base balance (ABB) in blood and by imbalance of a mineral exchange with the increased elimination of calcium from bones.

As we could not measure often ABB and CO₂ pressure in blood, we monthly measured gas structure of alveolar gas both in rest, and at physical load by use of "Oxycon Pro" (VIASYS, Germany), allowing to analyze breath continuously under the program "Breath by breath". Before (basic data collection - BDC), in the middle and at the end of isolation we have compared the obtained data of blood ABB (BDS, 249 and 511 days) by a device GASTAT-mini (Japan). V.S.Oganov estimated possible structural changes of bone tissues before and after isolation, his data about densitometry also are presented in Symposium materials.

As a result of researches, the significant increase CO₂ in alveolar gas and in blood has been found. In spite of the fact that the increment of CO₂ in atmosphere averaged only 0,3 kPa, pressure of CO₂ in alveolar gas at rest period increased on the average from 5,16 ± 0,47 up to 6,59 ± 0,37 kPa, and in venous blood from 6,39 ± 0,17 kPa to 8,0 ± 0,27 kPa - in the middle term and to 8,48 ± 0,41 kPa - at the end of 520-day isolation. CO₂ in alveolar gas also reached level exceeding 8 kPa during performance of submaximal physical load. This increase of CO₂, naturally, has induced respiratory acidosis that was compensated by metabolic alkalosis. Nevertheless, prolonged metabolic alkalosis has not resulted, obviously, to the expressed consequences in form of increased loss of calcium.

Thus, the obtained data allow saying that 520-day continuous stay in atmosphere with 10-fold increase of CO₂, even though it was accompanied by increase of CO₂ pressure in alveolar gas and blood, and by shift of ABB to respiratory acidosis, does not lead to changes of bone tissues, and it was admissible. However, young practically healthy men took part in the present researches, while it is necessary to verify in the further researches whether that kind of changes will develop at women or at men of more senior age.

EFFECTS OF ISOLATED CONFINED ENVIRONMENT ON BRACHIAL ARTERY FLOW MEDIATED DILATATION

Ismail T.¹, Rahman T.¹, Moreva T.², Kholin S.², Suvorov A.², Nawawi H.¹

¹Faculty of Medicine, Universiti Teknologi MARA, Malaysia

²Institute of Biomedical Problems, Russia

Introduction: Microgravity has been shown to cause haemodynamic changes as a result of effects on the autonomic system, stroke volume, peripheral vascular resistance, cardiac chamber changes, blood pressure and heart rate. These changes may have a significant impact on the endothelial integrity, which further exacerbates the impact on the cardiovascular system and the development of atherosclerosis. Noninvasive assessment of endothelial function through flow-mediated dilatation (FMD) of the brachial artery allows accurate and reproducible evaluation of the endothelial function.

Objective: To study the effects of confined isolation on the endothelial function as assessed by FMD of the brachial artery.

Methodology: 6 astronauts confined in an isolated environment for 520 days and 6 ground controls were included in this study. FMD was performed following the standard protocols set by the International Brachial Artery Reactivity Task Force by trained personnel. The 6 astronauts had their FMD performed 1 week before and 1 week following confinement and day 30, 90, 150, 210, 270, 330, 390, 450 during isolation. The 6 ground controls had their FMD measured on days -14, -7, 30, 150, 280, 390, 520 and +14. A two-way repeated measure ANOVA was conducted to compare the effect of time and confinement (isolation) on the mean percentage change in the brachial artery diameter.

Results: There was no difference in the baseline characteristics (mean+/-SD) of the astronauts and control groups including age 32(4.7) vs 36.6 (6.2) $p=0.19$, Systolic BP 118.5 (9.7)mmHg vs 113.8 (4.5)mmHg, Diastolic BP 75.5 (9.8)mmHg vs 74.2 (4.9)mmHg and baseline brachial artery diameter 3.84(0.16)mm vs 4.72(0.16)mm. The mean percentage dilatation of the brachial artery (endothelium dependent) after occlusion for 5 minutes for the astronauts and controls were 9.92% and 11.26% respectively. There was no significant difference in the mean percentage over time ($p=0.28$), and there was no significant difference in the mean percentage of diameter between the astronauts and controls ($p=0.48$).

Conclusion: Isolated confined environment did not alter endothelial function as measured by FMD of the brachial artery.

This study is funded by Agensi Angkasa Negara (ANGKASA), Ministry of Science, Technology and Innovation, Malaysia.

EFFECTS OF LONG TERM CONFINED ISOLATION ON THE LIPID PROFILES AND HIGH SENSITIVE C-REACTIVE PROTEIN

Rahman T.¹, Zafrul S.¹, Ismail T.S.¹, Froemming G.R.A.¹, Buravkova L.², Kholin S.², Suvorov A.², Nawawi H.¹

¹Faculty of Medicine, Universiti Teknologi MARA, Malaysia

²Institute of Biomedical Problems, Moscow, Russia

Background: Inflammation, endothelial dysfunction, oxidative stress and prothrombogenesis are important in the pathogenesis of atherosclerosis. Should the status of these pro-atherosclerotic factors be enhanced during prolonged confinement and space travel, specific countermeasures could be instituted to prevent these issues to ensure safe outcome for astronauts during space expeditions. There have not been extensive studies examining the effects of long term isolation under either 1g facility, simulated microgravity environment or actual space travel on *in vivo* lipid levels and inflammation. Therefore, the objective of this study is to investigate the effects of long term confinement in MARS500 ground isolation facility on lipid profiles and inflammation.

Methodology: Fasting venous whole blood and urine specimens were collected serially from the 6 astronauts during the pre, during and post-isolation phases for a duration of 520 days. Age and gender-matched healthy, free living ground controls were recruited in parallel. Serum samples were analysed for fasting serum lipid profiles and high sensitive C-reactive protein (hsCRP), an inflammatory marker on an automated analyser (Cobas Integra 400, Roche Diagnostics, USA).

Results: There were no significant differences in the baseline characteristics of the astronauts and controls which include age, blood pressure, lipid profile and hsCRP. There was also no significant difference in the lipid and hsCRP levels between astronauts and controls throughout the 520 days of confinement ($p>0.05$).

Conclusion: Long term confined isolation at 1 g did not show significant changes in the lipid profiles or hsCRP levels of the astronauts suggesting that inflammatory response is not affected by prolonged confinement. However, the effects of long-standing isolation in a microgravity environment have yet to be determined.

MONITORING OF THE MARS-500 CREW BEHAVIOR WITH THE ETHOLOGICAL METHOD

Tafforin C.

ETHOSPACE - Research and Study Group in Human and Space Ethology
Toulouse- France

Human ethology has provided useful scientific tools when applied to space domain in various environments such as orbital missions, polar missions and isolation & confinement experiments. The question was how the crewmember, with his physiological and sensorial mechanisms, his motor instruments and his psychological demand optimized his relation to the environment. Today, for the long-term interplanetary missions, the emphasis is on the synergy of environmental factors (spatial restraints and social constraints) and the time factor on the crew behavior. This new work requires definitively a multi-disciplinary approach to promote further advances on the global topic of "adaptation, group structure and communications from complementary methods of confined and isolated crews" (K. Weiss, M. Nicolas, A. Solignac, E. Rosnet, B. Johannes & C. Tafforin). It was implemented during the Mars-500 experiment, with the combination of verbal methods based on questionnaires and interviews, and behavioral methods based on a wireless monitor system (WLGS-tools) and video recordings. The ethological method dealt with the last tool of observation with the aim of monitoring individual and inter-individual behaviors expressed over time. A total of 1,600 minutes of video data were collected during two sessions: Breakfasts (twice a month) and Group Discussions (once a month). The protocol covered 50 points of observations from day 19 to day 513. The data processing used a software-based solution The *Observer XT®* for the ethological analysis. Such a computerized support was designed to synchronize video files with the behavioral events described and quantified with a precision of ± 1 second. The results were shown as a visual monitoring of the observed behaviors per subject and per day, corroborating state events (e.g. personal actions, object interactions, body interactions, visual interactions, communications) and point events (e.g. collateral actions, facial expressions). Descriptive statistics tests were then performed. The most salient findings are presented and discussed regarding Mars mission scenarios with different crew organizations.

This work was supported by the Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)

PERSON AUTONOMY OF CREW MEMBERS IN THE MARS520 LODGEAD STUDY: IMPLICATIONS FOR SELECTION, TRAINING, AND ADAPTATION DURING ISOLATION

Berna van Baarsen (PhD)

- a. GGZinGeest/VU University medical centre/Department of Psychiatry
- b. SELPH-Studies on Ethics, Life-issues, Psychology and Health

The present study aims to explore the influence of person autonomy on the level and orientation of motivation of crew members who live and work in extreme isolated conditions such as occur during long-term space flights. Motivation has been related to positive behavioural (e.g., goal-orientation), cognitive (e.g., attention), and psychological (e.g., well-being) outcomes and is likely to be relevant for safe and favourable extraterrestrial life- and working conditions.

Data have been collected in the context of the Mars520 study by the use of questionnaires that evaluated the Mars experiment in terms of, i.e.,

- information received ("My experiences here are in line with what I was told during the selection and instruction procedure"),
- perceived freedom of choice ("I don't feel free to make my own decisions"), and
- perceived voluntariness ("I feel independent regarding deciding to participate in this experiment").

Analysis of the data that were gathered before and during the first seven months of isolation, revealed that levels of motivation were high and stable over time. Similarly, the isolation did not have a negative effect on feelings of person autonomy in general and may have even enhanced the feeling that decisions could be taken freely. The results seem to imply that both accurate information given during the training and realistic private expectations may have a direct positive effect on the autonomous feelings of crew members that decisions can be taken freely and that participation is voluntary.

The findings have relevance for the selection and training procedures because a heightened perception of person autonomy may, across time, strengthen the readiness among crew members to endure a mission and see it through to the end.

In the present study, the effects of longer term, extended isolation on person autonomy and motivation in relation to external (e.g., information) and internal (e.g., expectations) adaptational processes will be investigated. Data gathered during the isolation period of 520 days will be included. Findings will be discussed in terms of communication, decision making, and mission safety.

EMOTIONAL AND COGNITIVE ADAPTATION DURING 520 DAYS OF ISOLATION: RESULTS FROM THE LODGEAD MARS500 STUDY

***Berna van Baarsen (PhD)^{1,3}, Fabio Ferlazzo (PhD)², Denise Ferravante (MSc)²,
Johannes H. Smit (PhD)³, Marijtje van Duijn (PhD)⁴, Joop van der Pligt (PhD)⁵***

- (1) SELPH-Studies on Ethics, Life-issues, Psychology and Health, Haarlem, the Netherlands
- (2) University of Rome "La Sapienza", Department of Psychology, Rome, Italy
- (3) VU University medical centre (VUmc), Department of Psychiatry, Amsterdam, the Netherlands
- (4) University of Groningen, Groningen, the Netherlands
- (5) University of Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands

The LODGEAD study aimed at identifying the relationship between physical (e.g., confinement) and social-psychological (e.g. loneliness) stress factors and cognitive control processes. Data from the Mars105 (Van Baarsen et al., 2009) and the Mars520 (Van Baarsen, 2011) studies were collected through (validated) psychological questionnaires, cognitive tasks, and written logs. We hypothesised that during the mission:

- (1) loneliness would increase, particularly at the end,
- (2) the expected negative relationships between loneliness and social support would become more pronounced,
- (3) control processes would be negatively affected, resulting in reduced efficiency.

Results from the data collected during the first 7 months of the Mars520 study and during the Mars105 study support the hypotheses. Overall, feelings of loneliness increased over time, particularly shortly after confinement. The average scores that were measured just before and directly following the confinement showed an increased pattern for all 4 loneliness items, though relevant individual difference were observed. Also, over time, the relationship between (lower) perceived support from colleagues (3 items) and (higher) loneliness (4 items) became more pronounced; however, in the long run the negative association was restricted to 3 loneliness items.

With regards to the cognitive task, in both Mars105 and Mars520 studies a noteworthy pattern was found in that the backward inhibition effect decreases along with the isolation period whereas the behavioural cost of switching between tasks increases. This result suggests that, under stress conditions, the inhibitory component of the executive functions is less efficient. The consequence is that the representations of all the tasks at hand remain active, instead of being inhibited. Thus they interfere one with each other and the behavioural cost of switching from one to the other increases. This pattern of results was also confirmed by the Card Sorting Task.

With regards to the relationships between loneliness and control processes, the results indicated that before the isolation, loneliness does not seem to affect the control processes by itself, but that the isolation condition produces a rather general distress that affects the feeling of loneliness and the ability to cope with multiple tasks. Such a result might suggest that countermeasures that prevent feelings of loneliness to increase during isolation can also have a positive impact on the ability to cope with multiple tasks.

Our results give a first information on the effects of extended isolation on social-psychological (loneliness, social/professional support) and cognitive adaptation processes, and on the relation between them. The results must be, however, interpreted with care, as they are based on a small number of participants. Furthermore, it will be important to test the stability of the described effects over a longer time window.

MOOD AND AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM ACTIVITY DURING 520 DAYS OF CONFINEMENT IN A SIMULATED MISSION TO MARS: PRELIMINARY RESULTS FROM THE MARS500 PROJECT

***D.E. Vigo*^{1,2}, *B. Ogrinz*², *L.Wan*², *E. Bersenev*³, *F. Tuerlinckx*²,
*O. Van den Bergh*², *A.E. Aubert*⁴**

(1) Universidad Católica Argentina and Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina

(2) Department of Psychology, University of Leuven, Leuven, Belgium

(3) State Science Center of Russian Federation - Institute of Biomedical Problems of Russian Academia of Science, Moscow, Russia

(4) Laboratory of Experimental Cardiology and Interdisciplinary Centre for Space Studies, University of Leuven, Leuven, Belgium

In prolonged space flights the effect of long-term confinement on mood and autonomic nervous system activity is difficult to separate from the effect of prolonged exposure to microgravity or other space related stressors. The aim of our study was to investigate whether mood and cardiovascular autonomic control were specifically altered by long-term confinement during the 520 days of the Mars500 mission. Mood alterations were assessed via a two-dimensional mood grid filled in by the crew on a daily basis. Physiological measurements, performed every two months, included 24h-ECG Holter recordings, as well as additional short-duration ECG and blood pressure measurements. We will give a descriptive overview of the data, including the missing data. Preliminary results regarding mood data and sleep-wake differences of cardiac autonomic activity will be presented. Based on Mars105 pilot study results published by our group and others, we hypothesize an increased parasympathetic activity during wake periods, as well as a decrease in mood during the first months of isolation.

LONG-TERM CONFINEMENT, MULTI-CULTURAL, MOOD STATE AND BODY LANGUAGE

Xiaolu Jing, Jing Feng, Wei Liu, Yanqiang Bai, Bin Wu

Astronaut Research and Training Center of China, Beijing, China, 100094

Objective: To investigate the crew member's mood state change pattern, interpersonal behaviors and the relative influence factors, such as confinement, delaying of communication, heterogeneity of crew, and multi-cultural, during simulative flight to Mars.

Methods: Six members from China, Russia, France, and Italy live in a confinement Mars flight simulation cabin in 520 days. The confinement cabin, delay of communication, food and water supply, personal hygiene, etc. were simulated in this study. The WHO Profile of Mood State (POMS) and Affective Picture Test were examined in experiment training phase, and in every 30 days to 60 days during formal experiment in the cabin. A video of a breakfast together all crew were collected every two weeks. Some body language was analyzed by observing the video. The results were compared with themselves and between volunteers.

Result: The crew had completed 15 POMS and 14 Affective Picture test. In training period, most members showed more anxiety, depression, hostility and tiredness. These negative moods decreased evidently in one day before "flight" and 33 "flight" days. After that, four members' negative moods remained at stable lower level, the other two showed more mood swings, and especially a member's negative mood level showed gradually increased trend during 520 flight days. From training and prepare, to mars "flight", then "return", crew's dominance dimension scores of Affective Picture Test have a high-low-high, like U-curved change mode. The lowest mean score appeared at middle of the flight mission, 287 days. As for the valence and arouse dimensions, there were no consistent change mode in crew. The time of crew breakfast together showed a decline tendency with the flight days (Pearson $r = -0.31$, one-side test, $p = 0.037$). The sum of crew's smile remained stable. The frequency and ratio of crew's gestures showed an upward tendency ($r = 0.511$, $p = 0.036$).

Discussion and Conclusion: Most members kept stable emotion in the long-term and confined simulation mars flight. Due to lots of stress of selection and training course, there are more negative emotions in the crew. There are close relations between mood states and professional experience, social experiences, and cultural difference in the crew. The dominance dimension of Affective Picture test means one feel himself in controlled disadvantage or in in-control predominance when facing the picture. The high-low-high dominance scores change pattern may be correlated with crew members' self-confidence, in-control feel to success of mars flight mission. The decline time of breakfast may be due to

that the crew members have gradually showed their individuality and living habit. The body language has more indeterminacy and more context-dependent than verbal. So, the more use of gesture may be associated with the more familiarity and compatibility with the flight time in crew. These results may be beneficial to selecting right stuff, monitoring moods and group state in the future real mars flight.

Keyword: long-term confinement, affective picture, mood states, simulation flight to Mars, body language

* Corresponding author: Xiaolu Jing, Email: xl_jing@yahoo.com.cn

TECHNOLOGY ORGANIZATIONS AND EXPERIENCES OF PARTICIPATING IN LARGE INTERNATIONAL COOPERATIVE MARS500 PROJECT

Y.H. Li, W.G. Li, W.B. Liu, L.N. Qu, L. He, L.Q. Yang, Y.Q. Bai*

China Astronaut Research and Training Center, Beijing 100094, China

Mars-500 is an advanced large international cooperative project, a psychosocial experiment conducted by Russian IBMP, ESA and Astronaut Center of China (ACC) in preparation for manned spaceflight to the planet Mars. ACC participated in this project with one Chinese crew member and three scientific research experiments, which played a positive role for the success of the project in terms of technological contributions to crew members' support and scientific research progression.

The Chinese crew member was selected from more than 70 personnel who are engaged in manned space engineering development. In the selection process, the astronaut selection methods were referred, consecutively from voluntary recruitment, interview, medical examination, psychological test and mental health inspection, comprehensive evaluation and subsequent training. The selection criteria were based on professional background, psychological quality, clinical medicine, comprehensive ability, etc. Focused on the high demand of the long-term isolation simulated flight experiments for mental ability and professional skills of crew members, we highlighted the selection of motivation, psychological quality and professional ability, which will provide beneficial reference for astronaut selection in future space exploration.

Aimed at the future applications and based on the scientific research basis and characteristics, the Chinese three experiment projects were selected according to the Mars500 project's special characters. The traditional Chinese medicine was applied in previous manned SHENZHOU space mission, giving its advantage of holism concept of TCM and preventive treatment of disease, and which has been an important direction of China characterized space medicine; Oxidative stress evaluation technology, is expected to become new method for astronaut health monitoring in long-term spaceflight; Psychological test, adapted to the trend of deepening international cooperation in spaceflight, has important practical significance to explore the construction of cross-cultural efficient flight groups. The Chinese three experiment projects have obtained valuable data of human physiological and psychological responses in the extreme long time isolated environment, and these results will provide great guidance to subsequent long-term manned spaceflight.

Among many of the psychological support methods to the crew member, ACC highlighted the role of special cultural element, by providing the clothing, food, paper-cut, calligraphy appliance, tea, etc. The real-time domestic news and interesting cultural information were also delivered. Various forms of greetings from family, colleagues, the leadership and friends, include the surprise from the experiment module spot, birthday party, letters and videos from outside, and so on. In the whole experiment process, ACC's supportive colleagues stationed at the isolation experiment site strengthened the coordination and communication, and the domestic team provided more all-round strong guarantee, which ensured the project developed smoothly.

China's space station project has been initiated recently, and which will provide a great platform for more valuable international cooperation.

For future manned space exploration, China will further expand and deepen the international exchange and cooperation based on the successful cooperation in Mars500 project, to make more contributions for the future Mars exploration.

Acknowledgements: We thank IBMP and all crew members for presenting great support.

JAXA SPACE BIOMEDICAL RESEARCH OFFICE'S ACTIVITIES AND FUTURE PERSPECTIVE

*H. Ohshima, H. Takeoka, N. Inoue, S. Yamada, H. Ishida, T. Aiba, Y. Honma,
M. Yamamoto, T. Ohta, C. Mukai*

Japan Aerospace Exploration Agency, Tsukuba, Japan

A manned flight to Mars is the next challenge for human space flight and the Mars-500 project provides us with a series of experiments simulating an interplanetary manned flight. This paper shows you our research activities and future perspective.

The JAXA space biomedical research office (J-SBRO) conducts studies in five fields (physiological countermeasures, psychological support, space radiation protection, in-orbit medical care, and onboard environmental assessment) to improve the medical technology required for long-duration missions in space. Moreover, we promote research using bed rest study, closed chamber study, parabolic flight, and Antarctica as a simulated space environment.

Japanese astronauts Koichi Wakata, Soichi Noguchi and Satoshi Furukawa have already completed long duration stays in space in 2009-2011, and J-SBRO has engaged in space medicine flight studies including a **Bisphosphonate study** to validate countermeasures to space flight-induced bone loss by JAXA and NASA; **Biological rhythms study** to evaluate the effects of long duration space flight on cardiac function by analyzing electrocardiograms; **Hair study** to monitor mineral content in hair shafts and gene expression in hair root cells; **Myco study** to monitor body microorganism flora from nasal cavities, pharynx, and skin; **Personal dosimeter** to monitor space radiation exposure, now in operational use and an **Onboard diagnostic kit**, which is a health-monitoring system capable of measuring, storing, and analyzing astronauts' medical data while in orbit.

We are now developing a new JAXA space environment utilization scenario for space medicine. We are very interested in past and future MARS 500 projects to promote healthcare technologies involving psychological support, on-orbit medical care, and onboard environmental assessment.

ОГЛАВЛЕНИЕ ТЕЗИСОВ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

СОСТОЯНИЕ ПИЩЕВОГО СТАТУСА В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРЕБЫВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ <i>Агуреев А.Н., Афонин Б.В.</i>	5
РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТАНИЕМ ЭКИПАЖА ПРОЕКТА «МАРС-500» <i>Агуреев А.Н., Сидоренко Л.А.</i>	5
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛУДКА И ПЕЧЕНИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НЕВЕСОМОСТИ В АНТИОРТОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ В КОСТЮМАХ «КЕНТАВР» <i>Афонин Б.В., Соловьева А.А., Кечин Е.В.</i>	6
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ЭКОСАН-2007» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГЕРМОКАМЕРЕ И В УДАЛЕННЫХ РЕГИОНАХ (ПРОЕКТ «МАРС-500») <i>Баевский Р.М., Берсенев Е.Ю., Прилуцкий Д.А.</i>	7
КОСМИЧЕСКИЕ ПУТЕШЕСТВИЯ – ПУТЕШЕСТВУЮЩАЯ ПСИХИКА <i>Базалук О.А.</i>	7
РАБОТА ПО ИНФОРМИРОВАНИЮ ОБЩЕСТВЕННОСТИ В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500» <i>Белаковский М.С., Чевелева Л.М., Волошин О.В.</i>	8
ЭКСПЕРИМЕНТ «САЛАТНАЯ МАШИНА» В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500» <i>Беркович Ю.А., Ерохин А.Н., Зяблова Н.В., Кривобок А.С., Кривобок Н.М., Смолянина С.О.</i>	9
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «КОСМОКАРД» ВО ВРЕМЯ НАЗЕМНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500» <i>Берсенев Е.Ю., Иванов Г.Г., Русанов В.Б.</i>	9
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500» <i>Берсенев Е.Ю., Русанов В.Б., Черникова А.Г.</i>	10
ТИПЫ РЕАГИРОВАНИЯ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС И ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ СТИЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ВЫСАДКЕ НА МАРС <i>Боритко Я.С., Чекалина А.И., Гуцин В.И.</i>	10
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОСОЗНАВАЕМЫХ КОМПОНЕНТОВ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ МАРСИАНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «МАРС-500» <i>Бубеев Ю.А., Котровская Т.И., Иванов А.В., Квасовец С.В.</i>	11
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СИТУАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В «МАРС-500» <i>Бубеев Ю.А., Гуцин В.И., Малашенков Д.К., Поляков А.В., Тихонова Г.А., Черногоров Р.В., Черняков Е.Л.</i>	11
ОПЫТ «МАРС-500» И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ <i>Бубеев Ю.А., Гуцин В.И., Малашенков Д.К., Черняков Е.Л.</i>	12

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДЕЛИРУЕМЫХ ФАКТОРОВ 520-СУТОЧНОЙ ПИЛОТИРУЕМОЙ МАРСИАНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	13
<i>Буйлов С.П., Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Морева Т.И., Филатова Л.М.</i>	
ОЦЕНКА IN VITRO БИОСОВМЕСТИМОСТИ НАНОЧАСТИЦ, ОБЛАДАЮЩИХ АНТИМИКРОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ	13
<i>Буравкова Л.Б., Андреева Е.Р., Рудимов Е.Г., Беклемышев В.И., Махонин И.И., Мауджери У.О.Д.</i>	
ВЗАИМОСВЯЗЬ ГРУППОВЫХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ НАЗЕМНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПИЛОТИРУЕМОГО ПОЛЕТА К МАРСУ	14
<i>Виноходова А.Г., Хананашвили М.М., Гуцин В.И., Еськов К.Н.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ	14
<i>Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Ардашев В.Н.</i>	
ОСОБЕННОСТИ МЕДИЦИНСКОГО ОТБОРА КАК ФАКТОР НАДЕЖНОСТИ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ	15
<i>Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Кузьмин М.П., Филатова Л.М., Буйлов С.П., Смирнов О.А., Морева Т.И., Гончарова А.Г.</i>	
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО КОНТРОЛЯ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ	15
<i>Воронков Ю.И., Тихонова Г.А.</i>	
МЕДИЦИНСКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ИСПЫТАТЕЛЕЙ-ДОБРОВОЛЬЦЕВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ	16
<i>Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Кузьмин М.П., Филатова Л.М., Смирнов О.А., Мацнев Э.И., Доброквашина Е.И.</i>	
РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ – БАЗ ДАННЫХ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ МЕДИЦИНСКОГО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ ЛИЦ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ	16
<i>Гончарова А.Г., Воронков Ю.И., Брагин Л.Х., Тихонова Г.И.</i>	
СЕКРЕТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛУДКА В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРЕБЫВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ	17
<i>Гончарова Н.П., Афонин Б.В., Седова Е.А., Коргун С.В., Simoni P., Mirasoli M., Aldo R.</i>	
ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ	17
<i>Григорьев А.И., Потапов А.Н.</i>	
БЕЛКОВЫЙ СПЕКТР СЛЮНЫ КАК ИНДИКАТОР ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГРУППЫ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА «МАРС 500»)	18
<i>Григорьев И.В., Лапковский В.В., Ничипорук И.А., Васильева Г.Ю.</i>	
МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ И ПОКАЗАТЕЛИ КАПИЛЛЯРНОГО КРОВОТОКА УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»	18
<i>Гурфинкель Ю.И., Суворов А.В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ИСПЫТАТЕЛЕЙ-ДОБРОВОЛЬЦЕВ В ПРОЕКТЕ «МАРС-500»	19
<i>Дегтеренкова Н.В., Степанова Г.П., Доброквашина Е.И., Тихонова Г.А., Воронков Ю.И.</i>	

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ПРОГРАММЕ «МАРС-500» <i>Демин Е.П., Моруков Б.В., Кулапин Я.В., Дмитриев Д.А.</i>	20
НЕЗАВИСИМЫЕ РИТМЫ РЕАКТИВНОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА <i>Дёмин А.В., Суворов А.В., Ковачевич И.В., Иванов А.И.</i>	19
СОДЕРЖАНИЕ ОКСИДА УГЛЕРОДА В ОТСЕКЕ ГЕРМООБЪЕКТА ВО ВРЕМЯ СНА <i>Дёмин А.В., Иванов А.И., Шулагин Ю.А.</i>	20
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА НАДЕЖНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА, СОХРАННОСТЬ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ (МЕТОДИКА «ПИЛОТ») <i>Дудукин А.В., Сальницкий В.П.</i>	20
ДИНАМИКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТРАХЕАЛЬНЫХ ШУМОВ ФОРСИРОВАННОГО ВЫДОХА У ЭКИПАЖА «МАРС-500» <i>Дьяченко А.И., Коренбаум В.И., Михайловская А.Н., Осипова А.А., Суворов А.В., Шин С.В.</i>	21
ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДЫХАНИЯ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКИПАЖА «МАРС-500» В ТЕЧЕНИЕ СНА <i>Дьяченко А.И., Анищенко Л.Н., Михайловская А.Н.</i>	22
ПРИЕМЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕНСОРНО-ПРОЕКТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ В ЦЕЛЯХ РЕГУЛЯЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ОТНОШЕНИЙ В КОЛЛЕКТИВЕ <i>Елисеев О.П., Коваль Н.А., Титов К.В., Кучанская А.В., Крашевская Е.А.</i>	22
ВЗАИМОСВЯЗАННАЯ ОПЕРАТОРСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПРОЕКТА «МАРС-500» <i>Еськов К.Н.</i>	23
ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ УЧАСТНИКОВ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ «МАРС-500» В КАЗАХСТАНЕ <i>Ешманова А.К., Аканов А.А., Киябаев А.М.</i>	23
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ НАБЛЮДЕНИИ В ГЕРМАНИИ <i>Зенке Д., Русанов В.Б., Черникова А.Г.</i>	24
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-520» <i>Иванова С.М., Родионова Н.Н., Байжуманов А.А., Паршина Е.Ю., Юсипович А.И., Максимов Г.В.</i>	25
ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КЛЕТОК КРАСНОЙ КРОВИ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРИТРОПОЭЗА У ЧЕЛОВЕКА <i>Иванова С.М., Моруков Б.В., Ярлыкова Ю.В., Лабецкая О.И.</i>	25
АУТОПРОБИОТИКИ В ПРОФИЛАКТИКЕ ДИСБАКТЕРИОЗОВ КИШЕЧНИКА У ОПЕРАТОРОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-520» <i>Ильин В.К., Суворов А.Н., Усанова Н.А., Старкова Л.В., Батов А.Б., Морозова Ю.А., Тихонова Г.А.</i>	26

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ УПОТРЕБЛЕНИЯ КВАСА В КАЧЕСТВЕ ПРОБИОТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500» <i>Ильин В.К., Каспранский Р.Р., Гернет М.В., Усанова Н.А., Старкова Л.В., Каспранский Р.Р.</i>	27
ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОФЛОРЫ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ <i>Ильин В.К., Мухамедиева Л.Н., Соловьева З.О., Скедина М.А., Марданов Р.Г., Гегенава А.В., Папп Л.Г.</i>	26
ОСОБЕННОСТИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, МОДЕЛИРУЮЩИЙ (ЕГО) ПОЛЕТ К МАРСУ <i>Кабулова А.З., Ковачевич И.В.</i>	28
ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ 1и 2 ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭКИПАЖЕМ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «АПКОЭС» <i>Камалетдинова Г.Р., Курмазенко Э.А., Хабаровский Н.Н., Кочетков А.А., Гаврилов Л.И., Моруков Б.В., Демин Е.П.</i>	28
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ИСКУССТВЕННОЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА СТЕНДЕ «ОРБИТА» («МАРС») <i>Китаев-Смык Л.А., Филипенков С.Н.</i>	29
ОЦЕНКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ <i>Ковалева А.А., Доценко В.И., Скедина М.А., Шишкина М.В., Потапов М.Г.</i>	29
СИСТЕМА НЕОТЛОЖНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В 520-СУТОЧНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ, МОДЕЛИРУЮЩЕМ ПОЛЕТ К МАРСУ <i>Ковачевич И. В., Рукавишников И.В.</i>	30
СТАБИЛЬНОСТЬ ЗАСЫПАНИЯ И ПРОБУЖДЕНИЙ ВО СНЕ В РАЗНЫЕ НОЧИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС 105» <i>Ковров Г.В., Посохов С.И., Посохов С.С., Пономарева И.П., Русакова И.М.</i>	30
ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ МОТИВАЦИОННО-СМЫСЛОВЫХ УСТАНОВОК ЛИЧНОСТИ И МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ <i>Кувшинова О.Л., Шалина О.С., Гусев А.Н.</i>	31
К ВОПРОСУ О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА В УСЛОВИЯХ «МАРС-500» <i>Косарева И.Ю., Гончарова А.Г., Доброквашина Е.И., Брагин Л.Х., Воронков Ю.И.</i>	31
СОСТОЯНИЕ ОРГАНА ЗРЕНИЯ И ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ У ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ <i>Кузьмин М.П., Воронков Ю.И., Тихонова Г.А., Морева Т.И., Смирнова А.Б.</i>	32
ОСОБЕННОСТИ СПОНТАННОЙ ЭЛЕКТРОЭПИДЕРМАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ВО ВРЕМЯ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ <i>Лазарев А.О.</i>	32
СТЕРОИДНЫЙ ПРОФИЛЬ МОЧИ УЧАСТНИКОВ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕКТЕ <i>Ларина И.М., Кочнова Е.А., Пастушкова Л.Х., Родченков Г.М., Доброхотов И.В., Глушков К.В., Носовский А.М.</i>	33

УРОВНИ ПЛАЗМАТИЧЕСКИХ БЕЛКОВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ С ИЗОЛЯЦИЕЙ: ПРОЕКТ «МАРС-500» И ЭКСПЕРИМЕНТ HUBES <i>Ларина О.Н., Беккер А.М.</i>	33
ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО ОБИТАНИЯ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ НА ПАРАМЕТРЫ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОГО ГОМЕОСТАЗА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500» <i>Левин Г., Попов И.Н., Маркин А.А., Моруков Б.В.</i>	34
РАСТЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ СЖО И ИНТЕРЬЕРА МАРСИАНСКОГО ЭКСПЕДИЦИОННОГО КОРАБЛЯ <i>Левинских М.А., Сычев В.Н., Кареткин А.Г., Поддубко С.В., Нефедова Е.Л., Сигналова О.Б., Дерендяева Т.А.</i>	34
ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ И ГАЗООБМЕНА У МАГАДАНСКОЙ ГРУППЫ УЧАСТНИКОВ САТЕЛЛИТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500» <i>Максимов А.Л., Суханова И.В., Вдовенко С.И.</i>	35
ОСОБЕННОСТИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ <i>Маламуж С.С., Тихонова Г.А.</i>	36
МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕМЕ <i>Маркин А.А., Журавлева О.А., Моруков Б.В., Кузичкин Д.С., Заболотская И.В., Вострикова Л.В.</i>	36
ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛОР-ОРГАНОВ ДОБРОВОЛЬЦЕВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕЖПЛАНЕТНЫМ КОСМИЧЕСКИМ ПОЛЕТАМ <i>Мацнев Э.И., Сигалева Е.Э., Тихонова Г.А.</i>	37
ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕЙРОМЫШЕЧНОГО СТАТУСА УЧАСТНИКОВ НАЗЕМНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500» В ТЕСТЕ НА ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ МЫШЕЧНОГО УСИЛИЯ <i>Мейгал А.Ю., Смолиевский А.Е., Фомина Е.В.</i>	37
ВЛИЯНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ И КОГНИТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КРОВООБРАЩЕНИЕ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА <i>Морева Т.И., Пасекова О.Б., Криушев Е.С., Доброквашина Е.И., Воронков Ю.И.</i>	38
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕМЕ <i>Моруков Б.В., Кузичкин Д.С., Маркин А.А., Воронцов А.Л., Журавлева О.А., Заболотская И.В., Вострикова Л.В.</i>	39
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА В СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИЛОТИРУЕМОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА НА МАРС <i>Моруков Б.В., Холин С.Ф., Е.П. Демин</i>	40
МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕМЕ <i>Моруков Б.В., Ляпунова Н.А., Цветкова Т.Г., Ершова Е.С., Мандрон И.А., Косякова Н.В., Вейко Н.Н., Маркин А.А.</i>	41

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИММУНИТЕТА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕКТЕ	41
<i>Моруков Б.В., Рыкова М.П., Антропова Е.Н., Берендеева Т.А., Пономарев С.А.</i>	
ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА ПРИ ПОЛЕТЕ К МАРСУ. ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД	42
<i>Моруков Б.В., Баевский Р.М., Берсенев Е.Ю., Берсенева А.П., Черникова А.Г., Зенченко Т.А.</i>	
САТЕЛЛИТНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ» В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАРС-500»	42
<i>Моруков Б.В., Баевский Р.М., Берсенев Е.Ю., Берсенева А.П., Черникова А.Г.</i>	
ВЛИЯНИЕ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ГЕРМООБЪЕМЕ НА ХАРАКТЕР НОРМО- И МИКРОПРОТЕИНУРИИ У ЧЕЛОВЕКА	43
<i>Моруков Б.В., Воронцов А.Л., Маркин А.А., Журавлева О.А., Нестеровская А.Ю., Кузичкин Д.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ КРАНИАЛЬНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТНЫХ СРЕД И ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ	43
<i>Моруков Б.В., Ничипорук И.А., Васильева Г.Ю., Яров А.С., Камолов С.Р.</i>	
ЭКСПЕРИМЕНТ С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В ГЕРМООБЪЕМЕ: ЗАДАЧИ, СТРУКТУРА, ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ	44
<i>Моруков Б.В., Белаковский М.С., Дёмин Е.П., Суворов А.В.</i>	
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАРСИАНСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО СРЕДСТВА «ГУЛЛИВЕР»	39
<i>Моруков Б.В., Ивченко В.Д., Моруков И.Б., Кузнецов А.Б.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА НА ПОВЕРХНОСТИ МАРСА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ	38
<i>Моруков Б.В., Демин Е.П., Белаковский М.С., Четвергов К.Г.</i>	
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПСИХИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ МАРС-500	44
<i>Мякишева Ю.В., Покровский Ю.Л.</i>	
ОТ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ К ПИЛОТИРУЕМОМУ ПОЛЕТУ НА МАРС: МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	45
<i>Нечаев А.П., Моруков Б.В.</i>	
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОГО, ИММУНОЛОГИЧЕСКОГО, ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА, ЖИДКОСТНЫХ СРЕД И СОСТАВА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА	46
<i>Ничипорук И.А., Васильева Г.Ю., Носков В.Б., Моруков Б.В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ И СОСТАВА ТЕЛА УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»	46
<i>Новиков В.Е., Оганов В.С.</i>	
ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ПРОЕКТУ «МАРС-500»	47
<i>Орлов О.И., Баевский Р.М., Пугачев В.И., Берсенева А.П., Черникова А.Г.</i>	

К ОЦЕНКЕ РИСКА ДЕЙСТВИЯ ГАЛАКТИЧЕСКИХ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ НА НЕРВНУЮ СИСТЕМУ И СТРУКТУРЫ ГЛАЗА В УСЛОВИЯХ МЕЖПЛАНЕТНОГО ПОЛЕТА <i>Островский М.А., Красавин Е.А.</i>	47
СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЬФА-РИТМА ЭЭГ И ПОКАЗАТЕЛИ ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ МИОКАРДА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ <i>Пасекова О.Б., Степанова Г.П., Скедина М.А., Ещенко А.И. Воронков Ю.И.</i>	48
АНАЛИЗ ПРОТЕОМА МОЧИ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ СОЛЕПОТРЕБЛЕНИЯ В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ 105-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ <i>Пастушкова Л.Х., Ларина И.М., Николаев Е.Н., Кононихин А.С., Тийс Е.С., Валеева О.А., Доброхотов И.В., Иванисенко В.А.</i>	48
ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕОРИИ ЭРГНОМИЧЕСКОГО РИСКА В ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТАХ <i>Петров В.М., Тимме Е.А.</i>	49
ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО БАЛАНСА В БИОСУБСТРАТАХ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500» <i>Пирузян Л.А., Протасова О.В., Максимова И.А., Моруков Б.В., Протасов С.В., Ушаков И.Б.</i>	49
ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЛЮДЕЙ ДЛИННОПЕРИОДНЫХ ГАРМОНИК НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ПРОМЕЖУТКОВ МЕЖДУ ДНЯМИ РОЖДЕНИЙ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РОДСТВЕННИКОВ И СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ КОСМОНАВТОВ ПРИ ДАЛЬНЕМ КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ ПУТЕМ ВОССОЗДАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ДЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ФОНА <i>Погосян Г.В.</i>	50
РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ С УЧЕТОМ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОЦЕНКИ СРЕДЫ И СРЕДСТВА ПРОТИВОМИКРОБНОЙ ЗАЩИТЫ <i>Поддубко С.В., Новикова Н.Д., Зарубина К.В., Харин С.А., Шумилина Г.А., Супрунова Ю.В., Татаркина Л.Н.</i>	51
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПАТОГЕННЫХ ФАКТОРОВ В ПРОБАХ КРОВИ ИСПЫТАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «Марс-500» <i>Протасова Г.А., Попов В.Б., Шабашева Л.В., Протасов С.В.</i>	51
ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБОРА HEART WIZARD MARS-500 <i>Пугачев В.И., Баевский Р.М., Берсенева А.П., Черникова А.Г., Баевский А.Р.</i>	52
ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ <i>Ревякин Ю.Г., Попова И.И., Орлов О.И., Богославский В.Е.</i>	52
ИЗУЧЕНИЕ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЛИМФОЦИТАХ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА IN VIVO В НАУЧНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500» <i>Репина Л.А., Иванов А.А.</i>	53

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ С 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, ПРОВЕДЕННОГО ПО ПРОЕКТУ «МАРС-500»	53
<i>Рукавишников И.В., Ковачевич И.В., Холодов С.А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И МОТИВАЦИИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ АВТОНОМНОЙ ИЗОЛЯЦИИ	54
<i>Рыжов Б.Н., Кожинова О.В., Чибискова О.В.</i>	
МОТОРНО-ЭВАКУАТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРЕБЫВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ	54
<i>Седова Е.А., Афонин Б.В., Гончарова Н.П., Коргун С.В., Guardigli M., Mirasoli M., Roda A.</i>	
ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКИПАЖА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»	55
<i>Синяк Ю.Е., Демин Е.П., Четвергов К.С., Григорьева Е.С., Короткова Т.П., Канатова Г.В., Васильева Н.А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗВЕНА ЭРИТРОНА ИСПЫТУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ	56
<i>Скедина М.А., Чаниева М.И., Иванова С.М., Погорелов В.М.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗА УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА «МАРС-500»	56
<i>Смагулов Н.К.</i>	
К ВОПРОСУ О РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ МУЖЧИН В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ	57
<i>Смирнов О.А., Евдокимов В.В., Ерасова В.И., Воронков Ю.И.</i>	
ПРОБЛЕМА САМОУПРАВЛЕНИЯ В АВТОНОМНОМ ЭКИПАЖЕ	57
<i>Смолевский А.Е.</i>	
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЕЧЕНИ В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРЕБЫВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА МЕЖПЛАНЕТНОМ КОСМИЧЕСКОМ КОРАБЛЕ	58
<i>Соловьева А.А., Афонин Б.В., Коргун С.В., Кечин Е.В., Mara Mirasoli, Aldo Roda</i>	
ПОКАЗАТЕЛИ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ У МУЖЧИН-СЕВЕРЯН УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА «МАРС-500»	58
<i>Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ НАБЛЮДЕНИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ	59
<i>Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Маркин А.В., Черникова А.Г.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ «АДАПТОЛОГ» ДЛЯ ОТБОРА ЭКИПАЖА К ДЛИТЕЛЬНОМУ ПОЛЕТУ	59
<i>Сорокин О.Г.</i>	
ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА НА ПЕРЕНОСИМОСТЬ УСЛОВИЙ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500»	60
<i>Сорокин О.Г.</i>	

ДИНАМИКА АДАПТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС- 500» <i>Сорокин О.Г.</i>	60
ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДО И ПОСЛЕ 520-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТА НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ <i>Степанова Г.П., Пасекова О.Б., Дегтеренкова Н.В., Ещенко А.И., Скедина М.А., Воронков Ю.И.</i>	61
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА <i>Суворов А.В., Дьяченко А.И., Попова Ю.А., Шулагин Ю.А., Дёмин А.В., Колесников В.И.</i>	62
РЕТРОСПЕКТИВА ИССЛЕДОВАНИЙ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В РАМКАХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ГЕРМООБИТАЕМЫХ ОБЪЕКТАХ <i>Сычев В.Н., Левинских М.А., Гуцин В.И., Кареткин А.Г., Подольский И.Г.</i>	62
ЗАТЯЖНОЙ ПРЫЖОК С ПАРАШЮТОМ КАК МОДЕЛЬ СТРЕССОБРАЗУЮЩЕЙ СИТУАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КОСМОНАВТОВ <i>Тимме Е.А., Волобуева И.В.</i>	63
ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНСКОГО КОНТРОЛЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500» <i>Тихонова Г.А., Воронков Ю.И.</i>	63
ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРЕДСТОЯЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДЛИТЕЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА <i>Усов В.М.</i>	64
ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ (ОРБИТАЛЬНЫЕ И МЕЖПЛАНЕТНЫЕ ПОЛЕТЫ) <i>Ушаков И.Б.</i>	64
НЕИНВАЗИВНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МИКРОСОСУДИСТОГО РУСЛА КОЖИ <i>Федорович А.А., Рогоза А.Н., Полукаров И.А.</i>	65
ОСОБЕННОСТИ ЛОКОМОЦИИ И ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СКАФАНДРЕ «ОРЛАН-Э» <i>Филипенков С.Н., Элбакян А.Ц.</i>	66
ПРОФИЛАКТИКА НЕГАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ ИЗОЛЯЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ <i>Фомина Е.В., Чернова М.В., Лысова Н.Ю., Уськов К.В.</i>	67
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ <i>Хайбуллин М.Р., Мякишева Ю.В.</i>	67
ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЕТА НА МАРС <i>Царьков Д.С., Марданов Р.Г.</i>	68

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА НА ПОВЕРХНОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500» <i>Цыганков О.С., Демин Е.П.</i>	69
ПОД ВЕТРОМ МАРСА... <i>Цыганков О.С.</i>	68
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕЕСПОСОБНОСТИ КОСМОНАВТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МАРСА <i>Цыганков О.С., Демин Е.П.</i>	70
ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗАДАЧИ ЭКИПАЖА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «МАРС-500» <i>Цыганков О.С., Артемьев О.Г., Демин Е.П.</i>	69
ИНДИВИДУАЛЬНО-ЛИЧНОСТНАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА СТРЕССОРОВ У ЭКИПАЖА ПРИ НАЗЕМНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПИЛОТИРУЕМОГО ПОЛЕТА К МАРСУ <i>Чекалина А.И., Виноходова А.Г., Гуцин В.И.</i>	70
ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РИСКА РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИИ В ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ <i>Черникова А.Г., Баевский Р.М., Берсенева А.П.</i>	71
ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ МИРА <i>Черникова А.Г., Зенченко Т.А., Слепченкова И.Н., Баевский Р.М.</i>	72
ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ В ГЕРМООБЪЕКТЕ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ДЛИТЕЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ПОЛЕТ (ПРОЕКТ «МАРС-500») <i>Черногоров Р.В., Поляков А.В., Орлов О.И., Переведенцев О.В.</i>	72
СТРАТЕГИИ КОММУНИКАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ НА ДЕПРИВАЦИЮ ПОТРЕБНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ИЗОЛЯЦИИ <i>Швед Д.М., Гуцин В.И., Виноходова А.Г., Ничипорук И.А., Васильева Г.Ю., Комаревцев С.В.</i>	73
ЭКОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОГРАММЕ «ОРАНЖЕРЕЯ» В РАМКАХ ПРОЕКТА МАРС-500 <i>Швед Д.М., Гуцин В.И., Левинских М.А., Сычев В.Н., Виноходова А.Г., Смолевский А.Е.</i>	73
СТРУКТУРА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА И ПОДГОТОВКИ ЭКИПАЖЕЙ В ПРОЕКТЕ «МАРС-500» <i>Шевченко О.И.</i>	74
ОРГАНИЗАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ В ПРОЕКТЕ «МАРС-500» <i>Шевченко О.И., Кузнецова Е.П., Волосюк Ю.А., Волошин О.В.</i>	74
ДИНАМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИВАТНОГО КАНАЛА СВЯЗИ В ПРОЕКТЕ «МАРС-500» <i>Шевченко О.И., Файхтингер Е.</i>	75

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ СОСТАВА КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»	76
<i>Шестаков С.В., Бабыкин М.М., Григорьев А.И., Зинченко В.В., Кирпичников М.П., Коробан Н.В., Мазур А.М., Марданов А.В., Новикова М.Д., Прохорчук Е.Б., Равин Н.В., Скрябин К.Г.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500» В ПЕРИОД РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЙ С ИМИТАЦИЕЙ ВЫХОДА НА ПОВЕРХНОСТЬ МАРСА	76
<i>Шумилина Г.А., Зарубина К.В., Шумилина И.В.</i>	
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»	77
<i>Шумилина Г.А., Шумилина И.В., Соловьева З.О.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ БЕЛЬЯ И ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА «МАРС-500»	77
<i>Шумилина И.В.</i>	
РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ ПРИ ПИЛОТИРУЕМОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА МАРС: МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ	78
<i>Шуршаков В.А.</i>	
РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКАФАНДРОВ «ОРЛАН-Э» И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ НА ИМИТАТОРЕ МАРСИАНСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ	78
<i>Элбакян А.Ц., Филипенков С.Н.</i>	

ОГЛАВЛЕНИЕ ТЕЗИСОВ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

ASSESSMENT OF THE MAIN PERIPHERAL ARTERY and VEIN DURING MARS-500 USING ECHOGRAPHIC VOLUMIC CAPTURE AND 3D PROCESSING.	80
<i>Arbeille P., Provost R., Georgescu M., Salez F., Porcher M., Dimouro D., Moreau V., Boucher A., Vincent N., Aubert A.</i>	
SOCIOMAPPING OF CREW COMMUNICATION IN EXPERIMENT MARS-500	80
<i>Bahbouh R., Sýkora J., Höschl C., Lačev A., Lukáš R.</i>	
"EARTH OF WELLBEING": A POSITIVE TECHNOLOGY TO PROMOTE PSYCHOLOGICAL WELLBEING	81
<i>Baños R.M., Botella C., Alcañiz M.</i>	
REST-ACTIVITY PATTERN CHANGES IN A 520-DAY SIMULATED MARS MISSION	81
<i>Basner M., Dinges D.F., Mollicone D.J., Savelev I., Ecker A.J., Di Antonio, Jones C.W., Hyder E., Kan K., Morukov B.V., Sutton J.P.</i>	
AMBULATORY BLOOD PRESSURE MONITORING DURING THE MARS 520 CAMPAIGN:PRELIMINARY RESULTS	82
<i>Beck L., Gauger P., Mulder E., May F., Chernogorov R., Vassilieva G.</i>	
CERTIFICATION OF KOREAN SPACE FOODS FOR MARS 500 EXPERIMENT	82
<i>Beom-Seok Song, Jae-Hun Kim, Jong-Il Choi, Jae-Kyung Kim, Jong-Heum Park, Ju-Woon Lee, Agureev Alexander, Agaptseva Tatiana, Belakovskiy Mark</i>	
HEART AND LUNG TELEAUSCULTATION IN THE MARS 500 ISOLATION STUDY	83
<i>Brandt C., Bersenev E., Moukadem A., Andrès E., Morukov B.V., Aubert A.E.</i>	
REDUCTIONS IN JUMP POWER; BUT NOT GRIP STRENGTH AND VOLUMETRIC BONE MINERAL DENSITY DURING PROLONGED ISOLATION	83
<i>Felsenberg D., Belavy D.L., Fomina E., Gast U., Rawer R., Schießl H., Schubert H.</i>	
PROGRESSIVE REDUCTIONS IN PHYSICAL ACTIVITY DURING ISOLATION	84
<i>Felsenberg D., Belavy D.L., Daumer M., Fomina E., Gast U., Gonzalez C.S.</i>	
NEUROBEHAVIORAL RESPONSES DURING A 520-DAY SIMULATED MARS MISSION	84
<i>Dinges D.F., Basner M., Mollicone D.J., Savelev I., Ecker A.J., Di Antonio A., Jones C., Hyder E., Kan K., Morukov B.V., Sutton J.P.</i>	
NOOJ-BASED CONTENT ANALYSIS OF MARS-500 CREW RADIOGRAMS	85
<i>Ehmann B., Balazs L., Shved D., Gushin V.</i>	
PSYCHOLOGICAL CREW SUPPORT PROGRAMME DURING MARS-500	85
<i>Feichtinger Elena, Shevchenko Olga</i>	
BIOCONTAMINATION AS MICROBIAL BIOFILM DEVELOPMENT ON SPACE MATERIALS DURING THE PROJECT MARS-500 - MICHA (MICROBIAL ECOLOGY OF CONFINED HABITATS AND HUMAN HEALTH)	86
<i>Canganella F., Bianconi G., E. Di Mattia, Rettberg P., Poddubko S., Ilyin V., Perero S., Ferraris M., Lobascio C., Saverino A., R. Fani</i>	
NEW METHODS FOR THE RECORDING OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS WHILE IN A SPACE SUIT	87
<i>Fietze I., Penzel T., Suvorov A., Jushko K., Elbakjan A., Filipenkov S.</i>	

HOW STRESS NEGATIVELY AFFECTS SLEEP AND HOW WE CAN COUNTERBALANCE IT: PRELIMINARY RESULTS FROM MARS500	87
<i>Gemignani A., Menicucci D., Piarulli A., Allegrini P., Laurino M., Shevchenko O., Gushin V., Pingitore A., L'Abbate A., Bedini R.</i>	
LINKING EARTH AND SPACE MEDICINE: UNIQUE OPPORTUNITIES DURING SIMULATIONS OF INTERPLANETARY MISSIONS	88
<i>Gerzer R.</i>	
MEDICAL SKILL MAINTENANCE DURING LONG DURATION SPACE FLIGHT: MANAGEMENT OF MEDICAL EMERGENCIES REGARDING ISOLATION AND LOSS OF KNOWLEDGE	89
<i>Graf J., Griesinger J., Mann W.</i>	
CORE TEMPERATURES AND CIRCADIAN RHYTHMS IN HUMANS DURING LONG-TERM ISOLATION AND CONFINEMENT (MARS-500)	89
<i>Gunga H.-C., Werner A., Stahn A., Opatz O., Sattler F., Koch J.</i>	
PSYCHOLOGICAL COMPETENCIES FOR ISS COSMONAUTS/ASTRONAUTS AND FUTURE MARS MISSIONS	90
<i>Inoue N.</i>	
RESULTS OF THE MARS00-EXPERIMENT 1.25: PILOT-2 OR "6DF"	91
<i>Johannes B., Salnitski V.P., Artyukhova A.E., Savchenko E.G., Dudukin A.D., Bubeev Y.A., Hoermann H.-J., Maschke P.</i>	
EFFECT OF GAMMA-RAY RADIATION ON HYPERTHERMAL COMPOSTING	91
<i>Jong-il Choi, Minchul Yoon, Jae-Hun Kim, Beom-Suk Song, Jaekyung Kim, Jong-Heum Park, Masamichi Yamashita, Ju-Woon Lee</i>	
EFFECT OF LOW DOSE GAMMA-RAY EXPOSURE ON THE UNLOADED ANIMAL MODEL	92
<i>Jong-il Choi, Nak-Yun Sung, Jae-Hun Kim, Beom-Suk Song, Jaekyung Kim, Jong-Heum Park, In-ho Choi, Ju-Woon Lee</i>	
CIRCADIAN RHYTHM PATTERNS IN ISOLATION ENVIRONMENTS: RESULTS FROM A SYSTEMATIC BIORHYTHM STUDY DURING THE SIMULATED 520-DAY MARS SPACEFLIGHT	92
<i>Lv K., Wan Y.M., Qu L.N., Wang H.H., Chen H.L., Yuan Y.H., Xiong J.H., Wang Y., Li W.G., Olga S., Markin A., He L., Zhou W.L., Bai Y.Q., Chen S.G., Li Y.H.</i>	
COMPLEX ASSESSMENT OF THE HEMOSTASIS SYSTEM IN VOLUNTEERS OF THE MARS-500 EXPERIMENT	93
<i>Kuzichkin D.S., Morukov B.V., Markin A.A., Vorontsov A.L., Chiovato L., Magri F.</i>	
IMPROVEMENT OF SANITARY-HYGIENIC PROPERTIES OF POLYMERS USED IN A CONFINED SPACE	93
<i>Mukhamedieva L.N., Mardanov R.G., Orlov O.I., Grigoriev A.I., Beklemyshev V.I., Makhonin I.I., Makhonin P.I., Afanasiev M.M., Abramyan A.A., Solodovnikov V.A., Maugeri U.O.G.</i>	
CHARACTERISTICS OF CHANGE OF THE HOLISTIC FUNCTIONAL STATUS OF HUMAN BODY IN MARS-500 LONG TERM CLOSED ENVIRONMENT	94
<i>LI Yongzhi, SHI Hongzhi, BAI Guie, FAN Quanchun, MI Tao, ZHAO Shuang</i>	
OXIDATIVE STRESS RESPONSE UNDER LONG TERM ISOLATION AND CONFINEMENT ENVIRONMENT: RESULTS FROM THE MARS 500 STUDY	95
<i>L.N. Qu, K. Lv, H.L. Chen, Y. M. Wan, H.H. Wang, Y.H. Yuan, W.G. Li, W.L. Zhou, L. He, Y.Q. Bai, S.G. Chen, Y.H. Li</i>	

A NEW NEUROCOGNITIVE ASSESSMENT TOOL FOR SPACE MISSIONS: PERFORMANCE READINESS EVALUATION TOOL (PRET) - RESULTS FROM THE M-500 USABILITY STUDY	95
<i>Najjar Mehdi, Lange Christian, Tomi Leena, Comtois Jean-Marc, Morukov Boris, Bubeev Yuri, Salnitskiy Vyacheslav, Gushin Vadim, Boritko Yaroslav</i>	
AUTOMATIC TIME INTERVAL MEASUREMENTS METHOD APPLIED ON THE MARS-500 ISOLATION STUDY HEART SOUNDS: THE OSSE METHOD	96
<i>Moukadem A., Dieterlen A., Brandt C.</i>	
CONSEQUENCES 105 DAYS OF CONFINEMENT ON PARAMETERS OF STRESS, ON STRESS-MEDIATORS AND IMMUNITY	96
<i>Muckenthaler F., Strewe C., Rikova M., Ponomarev S., Nichiporuk I., Vasilieva G., Rinas K., Schelling G., Kaufmann I., Thiel M., Morukov B., Feuerecker M., Choukèr A.</i>	
STUDY OF CARBOHYDRATE AND LIPID METABOLISM IN VOLUNTEERS AT VARIOUS DIETS WITHIN MARS-500 EXPERIMENT	97
<i>Nichiporuk I.A., Vassileva G.J., Markin A.A., Chiovato L., Magri F.</i>	
TIME-COURSES AND RELATIONSHIPS BETWEEN COPING, DEFENSE MECHANISMS, EMOTIONS AND DURING THE MARS 105 STUDY	98
<i>Nicolas M., Weiss K.</i>	
NANOTECHNOLOGY FOR IMPARTING ANTIMICROBIAL PROPERTIES TO MATERIALS AND THEIR TEST DURING A LONG-TERM ISOLATION OF A HUMAN IN A SEALED PREMISE (EXPERIMENTS UNDER "MARS-500")	98
<i>Orlov O.I., Mukhamedieva L.N., Polycarpov N.A., Novikova N.D., Pakhomova A.A., Beklemyshev V.I., Makhonin I.I., Filippov K.V., Afanasiev M.M., Abramyan A.A., Solodovnikov V.A., Maugeri U.O.G.</i>	
USE OF ANALOGS FOR SPACE-RELEVANT RESEARCH BY THE CANADIAN SPACE AGENCY	99
<i>Johnson-Green P.C., Sullivan P., Marcil I.</i>	
ULTRA LONG-TERM SODIUM BALANCE STUDIES DURING THE MARS500 CAMPAIGN	99
<i>Rakova Natalia, Kathrin Jüttner, Rauh Manfred, Dahlmann Anke, Goller Ulrike, Beck Luis, Agureev Alexander, Vassilieva Galina, Lenkova Liubov, Johannes Bernd, Wabel Peter, Moissl Ulrich, Vienken Jörg, Gerzer Rupert, Eckardt Kai-Uwe, Müller Dominik N., Kirsch Karl, Morukov Boris, Luft Friedrich C., Titze Jens</i>	
MICROBIAL ECOLOGY OF CONFINED HABITATS (MICHA) - BIOBURDEN AND BIODIVERSITY DURING THE MARS 500 PROJECT	100
<i>Rettberg P., Schwendner P., Barczyk S., Canganella F., Ilyin V., Rachel R., Huber H., Wirth R.</i>	
OMEGA-3 POLYUNSATURATED FATTY ACID AND PSYCHOLOGICAL WELLNESS DURING LONG DURATION SPACE MISSIONS: RESULTS FOR THE MARS-105 AND MARS-500 SIMULATIONS	101
<i>Rizzo AM., Montorfano G., Corsetto PA., Jovenitti IE., Fontani G., Migliorini S., Nichiporuk I., Markin A., Vassilyeva GY.</i>	
PERSONAL VALUES ON MISSIONS TO MARS- IMPLICATIONS FOR CREW COMPATIBILITY	101
<i>Sandal G.M., Bye H.H., van der Vijver F.</i>	
SPACE EXERCISE: ITS IMPACT ON NEUROCOGNITIVE PERFORMANCE, MENTAL HEALTH, CREW PERFORMANCE AND MISSION SUCCESS	102
<i>Schneider Stefan, Abeln Vera, Popova Julia, Fomina Elena</i>	

A STORY OF A SIMULATED FLIGHT TO MARS	102
<i>IVA POLÁČKOVÁ ŠOLCOVÁ, IVA ŠOLCOVÁ, ALLA VINOKHODOVA</i>	
RESILIENCE, LOCUS OF CONTROL AND PROACTIVE COPING: CHANGES AFTER 520 DAYS OF SIMULATION OF SPACE FLIGHT TO MARS	102
<i>IVA ŠOLCOVÁ, IVA POLÁČKOVÁ ŠOLCOVÁ, ALLA VINOKHODOVA</i>	
NEUROENDOCRINE AND METABOLIC ADAPTATION TO ISOLATION-CONFINEMENT STRESS	103
<i>Strollo F., Vassilieva G., Nichiporuk I., Magni P., Carucci I., Santucci D., Monici M., Celotti F., Masini M.A.</i>	
CHANGES IN CREWMEMBERS'S PERSONAL GOALS AND BASIC NEEDS SATISFACTION DURING SIMULATED FLIGHT TO MARS	103
<i>Stuchlikova I., Mazehoova Y., Sery M.</i>	
INFLUENCE OF THE INCREASED CONCENTRATION OF CARBON DIOXIDE ON THE PERSON DURING LONG-TERM ISOLATION IN THE CLOSED OBJECT	104
<i>Suvorov A.V., Nichiporuk I.A., Imbriani M.</i>	
EFFECTS OF ISOLATED CONFINED ENVIRONMENT ON BRACHIAL ARTERY FLOW MEDIATED DILATATION	105
<i>Ismail T., Rahman T., Moreva T., Kholin S., Suvorov A., Nawawi H.</i>	
EFFECTS OF LONG TERM CONFINED ISOLATION ON THE LIPID PROFILES AND HIGH SENSITIVE C-REACTIVE PROTEIN	105
<i>Rahman T., Zafrul S., Ismail T.S., Froemming G.R.A., Buravkova L., Kholin S., Suvorov A., Nawawi H.</i>	
MONITORING OF THE MARS-500 CREW BEHAVIOR WITH THE ETHOLOGICAL METHOD	106
<i>Tafforin C.</i>	
PERSON AUTONOMY OF CREW MEMBERS IN THE MARS 520 LODGEAD STUDY: IMPLICATIONS FOR SELECTION, TRAINING, AND ADAPTATION DURING ISOLATION	106
<i>Berna van Baarsen (PhD)</i>	
EMOTIONAL AND COGNITIVE ADAPTATION DURING 520 DAYS OF ISOLATION: RESULTS FROM THE LODGEAD MARS500 STUDY	107
<i>Berna van Baarsen (PhD), Fabio Ferlazzo (PhD), Denise Ferravante (MSc), Johannes H Smit (PhD), Marijtje van Duijn (PhD), Joop van der Pligt (PhD)</i>	
MOOD AND AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM ACTIVITY DURING 520 DAYS OF CONFINEMENT IN A SIMULATED MISSION TO MARS: PRELIMINARY RESULTS FROM THE MARS500 PROJECT	108
<i>Vigo D.E., Ogrinz B., L.Wan, Bersenev E., Tuerlinckx F., Van den Bergh O., A.E. Aubert</i>	
LONG-TERM CONFINEMENT, MULTI-CULTURAL, MOOD STATE AND BODY LANGUAGE	108
<i>Xiaolu Jing, Jing Feng, Wei Liu, Yanqiang Bai, Bin Wu</i>	
TECHNOLOGY ORGANIZATIONS AND EXPERIENCES OF PARTICIPATING IN LARGE INTERNATIONAL COOPERATIVE MARS500 PROJECT	109
<i>Y.H. Li, W.G. Li, W.B. Liu, L.N. Qu, L. He, L.Q Yang, Y.Q. Bai</i>	
JAXA SPACE BIOMEDICAL RESEARCH OFFICE'S ACTIVITIES AND FUTURE PERSPECTIVE	110
<i>Ohshima H., Takeoka H., Inoue N., Yamada S., Ishida H., Aiba T., Honma Y., Yamamoto M., Ohta T., Mukai C.</i>	

ОРГАНИЗАТОРЫ СИМПОЗИУМА



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ
ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-
ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОБЛЕМ РАН**



**ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР
МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА МАРС-500
СТРАХОВОЙ ЦЕНТР "СПУТНИК"**