Дата публикации: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_29
УДК 612.063

Publication date: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_29
UDC 612.063

ТЕХНОЛОГИИ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ КОСМОНАВТОВ В САНАТОРНО-КУРОРТНЫХ УСЛОВИЯХ

Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, А.Ш. Абуталимов, С.В. Нопин
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. Разработана программа эффективной медицинской реабилитации опорно-двигательного аппарата и нервной системы космонавтов в санаторно-курортных условиях, включающая питье минеральной воды, прием минеральных ванн, грязелечение, гидромассаж, ручной массаж, магнитотерапию, гидрокинезиотерапию, баротерапию, биоуправляемую механотерапию на роботизированных комплексах. Для оценки влияния лечебного курса были проведены денситометрия, исследование вариабельности сердечного ритма, пульсоксиметрии и судомоторной реакции, динамометрия мышц нижних конечностей и автохтонных мышц туловища, стабилометрия, биохимический и клинический анализы крови и общий анализ мочи. Данные, полученные в результате исследования, показали, что включение в программу реабилитации таких высокотехнологичных методов лечения, как роботизированная механотерапия, позволяет не только корригировать уже имеющиеся нарушения, но и повысить функциональное состояние опорно-двигательного аппарата и нервной системы за счет оптимизации мышечного баланса, увеличения проприоцептивной чувствительности и формирования правильных двигательных стереотипов.
Ключевые слова: космонавты, реабилитация, восстановление, санаторно-курортное лечение, механотерапия.

MEDICAL REHABILITATION TECHNOLOGIES FOR THE MUSCULOSKELETAL AND NERVOUS SYSTEMS OF ASTRONAUTS IN SANATORIUM-RESORT CONDITIONS

Yu.V. Koryagina, S.M. Abutalimova, A.Sh. Abutalimov, S.V. Nopin
FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

Annotation. The authors have developed a program of effective medical rehabilitation of the musculoskeletal and nervous systems of astronauts in sanatorium-resort conditions, including drinking mineral water, taking mineral baths, mud treatment, hydromassage, massage, magnet therapy, hydrokinesiotherapy, barotherapy, biofeedback mechanotherapy on robotic sets. To assess the therapeutic course’s effect, we have applied densitometry, heart rate variability, pulse oximetry and sudomotor response measurement, dynamometry of lower limbs’ muscles and autochthonous trunk muscles, stabilometry, blood biochemical and clinical test and urine complete test. The received data have revealed that inclusion of such cutting-edge therapeutic methods as the robot-assisted mechanotherapy allows not only to correct the already existing disorders, but also to enhance the functional state of the musculoskeletal and nervous systems by optimizing muscle balance, increasing proprioceptive sensitivity and forming correct motor stereotypes.
Keywords: astronauts, rehabilitation, recovery, sanatorium-resort treatment, mechanotherapy.

Введение. Воздействие негативных факторов безусловно оказывает влияние на состояние функциональных систем космонавтов [1-2]. При этом достаточно хорошо изучены нарушения со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной, кроветворной, костно-мышечной, нервной систем, возникающие в результате этих воздействий. Под действием негативных факторов меняется минеральный обмен и метаболизм

в целом [3-5]. При этом на восстановление нарушенных функций затрачивается достаточно длительное время, и реабилитация космонавтов делится на 2 этапа, включающие пребывание в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина (3 недели) и следующий за ним санаторно-курортный этап реабилитации (30-40 дней) [6-8]. Учитывая, что для полноценного восстановления нарушенных функций требуется гораздо больше времени в сравнении с регламентированным, существует необходимость разработки максимально эффективной программы реабилитации, включающей как действие природных лечебных факторов (бальнео-, спелео-, пелоидотерапии) и немедикаментозных методов лечения (физиопроцедуры, лечебная физическая культура (ЛФК), массаж), так и самые современные аппаратно-программные технологии (роботизированные системы с биологической обратной связью).

Кроме того, необходимо учитывать, что ранее второй этап реабилитации проводился как в условиях отечественных санаториев, расположенных на территориях Кавказских минеральных вод (КМВ), Краснодарского края, Верхнего Поволжья, предгорья Урала, Камчатки, так и в санаториях и «спа-отелях» зарубежных стран (Испания, Греция, Чехия, Черногория, Италия) [9-12]. В нынешних условиях сложной внешней политической обстановки, актуальность разработки реабилитационной программы, доступной на отечественных курортах, многократно увеличивается.

Цель исследования: разработать программу эффективной медицинской реабилитации опорно-двигательного аппарата и нервной системы космонавтов в санаторно-курортных условиях.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось научными сотрудниками центра медико-биологических технологий при участии космонавтов на базе санатория им. С.М. Кирова ФФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, расположенного в курортной зоне г. Пятигорска на высоте 630 метров над уровнем моря. Космонавтами было подписано информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Для исследования состояния опорно-двигательного аппарата (ОДА) и нервно-мышечной системы космонавтов до и после проведения программы медицинской реабилитации применялись функциональные и лабораторные методы. Функциональные методы исследования включали проведение денситометрии (Hologic Inc., США), определение вариабельности сердечного ритма, пульсоксиметрии и судомоторной реакции на аппарате ESTECK System Complex (LD Technology, USA), динамометрии мышц туловища (CON-TREX TP, CENTAUR), нижних конечностей (CON-TREX MJ). Исследование баланса проводилось на многофункциональной платформе для диагностики и тренировки опорно-двигательных навыков и когнитивных нарушений с биологической обратной связью КОБС (Physiomed, Германия).

В качестве лабораторных методов применялись общий анализ крови с определением лейкоцитарной формулы и скорости оседания эритроцитов (СОЭ), общий анализ мочи, биохимическое исследование крови (мочевая кислота, общий белок и его фракции, калий, натрий, кальций, магний, фосфор, железо, аспартатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, щелочная фостфатаза, С-реактивный белок, ревмофактор).

Результаты исследования и их обсуждение.

Разработка программы реабилитации и восстановления космонавтов

Разработанная программа реабилитации и восстановления космонавтов включала как высокотехнологичные методы лечения (роботизированная механотерапия с биологической обратной связью), так и лечение природными факторами (бальнео-, пелоидотерапия).

Программа медицинской реабилитации включала процедуры:

1. Источник Славяновская до 1 ст 3 раза в день за 30 мин до еды;

2. УСВ-ванна 37 ºС 15 мин № 8 через день;

3. Грязелечение «общая грязь» 39 ºС 15 мин №8 через день;

4. Гидромассаж № 10, ежедневно;

5. Гидрокинезотерапия № 15;

6. Свободное плавание № 15, ежедневно;

7. Ручной массаж вдоль позвоночника №10;

8. Магнитотерапия «Мультмаг», программа «Антистресс» № 10, ежедневно;

9. Баротерапия № 12, ежедневно;

10. CONTREX-TP № 10, ежедневно – активное и пассивное сгибание и разгибание туловища в изокинетическом баллистическом режиме;

11. CONTREX-MJ № 10, ежедневно – активное и пассивное сгибание и разгибание коленных и голеностопных суставов с эксцентрическим и концентрическим сопротивлением в изокинетическом баллистическом режиме тренировки;

12. CENTAUR № 10, тренировка на вращение со стабилизацией туловища в разных плоскостях с заданными углами наклона.

Бальнеотерапия заключалась в применении углекислосероводородных ванн, лечебное воздействие которых направлено на костно-мышечную и нервную систему. Для питьевого приема была выбрана минеральная вода «Славяновская», которая обладает комплексным лечебным эффектом, так как относится и к группе сульфатно-гидрокарбонатных вод (терапевтическое воздействие на органы желудочно-кишечного тракта), и к группе кальциево-натриевых вод (эффективность при заболеваниях опорно-двигательного аппарата и нервной системы). Лечебные эффекты физиотерапевтических процедур также были направлены на восстановление функционального состояния ОДА и нервной системы космонавтов.

Исследование функционального состояния и коррекция нарушенных функций ОДА проводились с помощью роботизированного биомеханического комплекса с биологической обратной связью CON-TREX (модули MJ – мышцы и связки суставов нижних конечностей и TP – мышцы туловища) (Physiomed, Германия) и роботизированной диагностическо-реабилитационной системы CENTAUR (диагностика и тренировка автохтонных мышц туловища) (BFMS, Германия).

Механотерапия на CON-TREX проводилась в режимах:

- «кон-кон» – космонавт самостоятельно выполняет движения сгибания-разгибания;

- «кон-экс» – космонавт постоянно прикладывает силу в направлении разгибания в суставе;

- «экс-кон» – космонавт постоянно прикладывает силу в направлении сгибания в суставе;

- «экс-экс» – режим постоянного сопротивления, при движении аппарата на сгибание или разгибание в суставе космонавт совершает противоположное действие.

Для сеансов механотерапии был выбран синусоидальный профиль, когда скорость увеличивается по синусоиде до ограничивающего значения, а затем снижается до нуля. Из-за плавного увеличения и уменьшения скорости именно этот тип движения максимально приближен к движениям, совершаемым в реальной жизни. Наличие технологии биологической обратной связи позволяет аппарату искусственно регулировать сопротивление, пропорциональное приложенному космонавтом усилию. До и после работы в активном режиме проводилась пассивная мобилизация без активного сокращения мышц – CPM-терапия (20 повторений).

Оптимизация баланса мышечного корсета позвоночника проводилась путем воздействия статической нагрузки на автохтонную мускулатуру туловища на роботизированном комплексе с биологической обратной связью CENTAUR. Тренировочная программа была построена в режимах «круговой импульс» и «космическое вращение» с отклонением от вертикальной оси на 45º в заданных ротационных углах (0°; 45°; 90°; 135°; -45°; -90°; -135°; 180°).

Результаты внедрения программы реабилитации и восстановления космонавтов

Для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы был проанализирован динамический ряд кардиоинтервалов. Исследование вариабельности сердечного ритма (ВСР) показало, что у всех исследуемых космонавтов преобладал нормотонический тип вегетативной регуляции (табл. 1). Анализируя показатели ВСР на протяжении 3-х недель пребывания в санатории, необходимо отметить незначительное повышение значений стандартного отклонения длительности кардиоинтервалов R-R и ЧСС. Оценивая мощность ВСР в диапазоне высоких (0,15-0,4 Гц) и низких частот (0,04-0,15 Гц), а также и их соотношение, было выявлено, что в первые сутки пребывания в санатории волны высокой частоты преобладали над низкими. Последующее тестирование показало увеличение показателя соотношения волн низкой частоты к высоким, что свидетельствует о повышении активности симпатического отдела вегетативной нервной регуляции. Динамика изменения показателя индекса напряжения имела тенденцию к повышению в конце санаторно-курортного лечения. Анализ суммарной кожно-гальванической реакции позволил выявить незначительное повышение показателей во время второго тестирования.

Таблица 1

Параметры вариабельности сердечного ритма, сатурации и кожногальванической реакции у космонавтов до и после курса процедур

Испытуемые	ЧСС, уд/мин		SDNN, мс		LF/HF		ИН, усл.ед		SpO_2, %		КГР, усл.ед	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
Космонавт 1	55	56	54	60	0,8	1,0	51	76	98	96	48	52
Космонавт 2	61	66	65	69	0,9	1,0	45	59	95	95	50	52
Космонавт 3	65	66	65	66	0,9	1,0	74	76	95	95	54	58

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; SDNN – стандартное отклонение длительности кардиоинтервалов R-R; LF/HF – отношение низкочастотных волн к высокочастотным; ИН – индекс напряжения; SpO_2 – насыщение крови кислородом; КГР – суммарная кожно-гальваническая реакция

Таким образом, не было выявлено значимых отклонений параметров функционального состояния нервной системы от физиологической нормы, однако прослеживается тенденция повышения показателей ВСР и судомоторной реакции в конце санаторно-курортного лечения, что может являться результатом адаптации центральной и вегетативной нервной системы к изменившимся климатическим и температурным условиям окружающей среды.

При разработке реабилитационной программы были также учтены результаты лабораторных и функциональных исследований ОДА. Данные лабораторных исследований выявили высокие значения параметров ферментов, содержащихся в клетках миокарда, печени, скелетных мышцах (АСТ, АЛТ), а также костной ткани (щелочная фосфотаза) у космонавта 1 до проведения курса лечебных процедур. После курса процедур все исследуемые показатели пришли в норму (рис. 1). Все остальные показатели биохимического и клинического анализов крови и мочи не выходили за пределы нормативных значений ни до, ни после реабилитационных процедур.

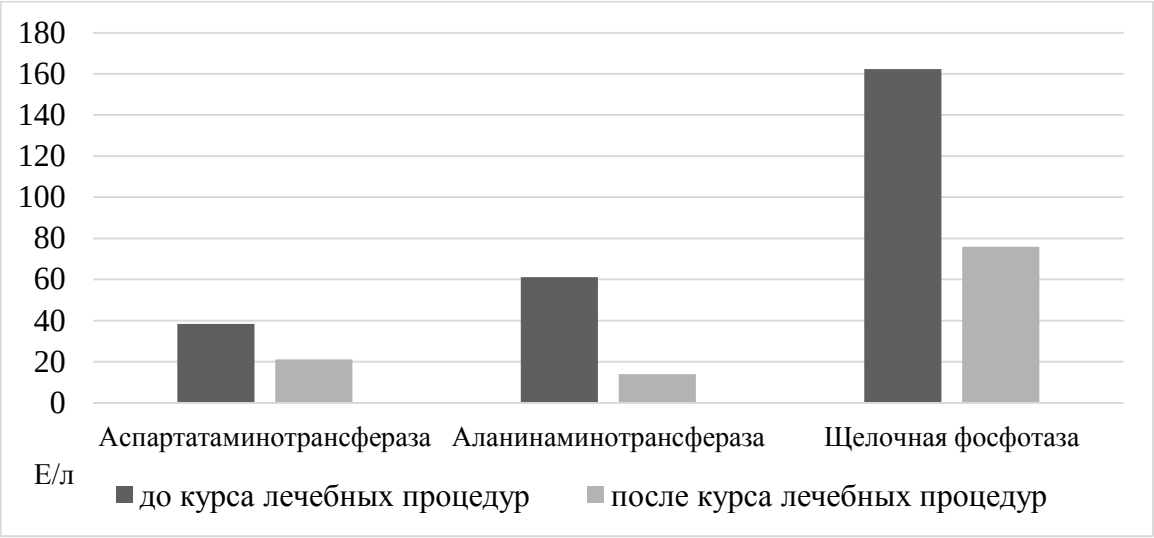


Рис. 1. Параметры аспартатаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы и щелочной фосфотазы до и после проведения комплекса реабилитационных процедур

Проведение денситометрии показало, что значения Т-критерия у всех испытуемых были выше -1, что свидетельствует о том, что минеральная плотность структур скелета соответствует возрастной норме, а также об отсутствии у них патологических состояний, сопровождающихся развитием остеопении и остеопороза.

Восстановление функционального состояния ОДА проводилось с помощью роботизированных биомеханических комплексов с биологической обратной связью. Выявление и коррекция дисбаланса мышц-сгибателей и разгибателей туловища, коленного сустава и стопы осуществлялось на основании проведенного динамометрического исследования на роботизированном комплексе CON-TREX (модуль MJ – коленный и голеностопный сустав, модуль TP – туловище) (рис. 2).

После курса механотерапии нами было выявлено снижение параметров крутящего момента и коэффициента утомления (рис. 3).

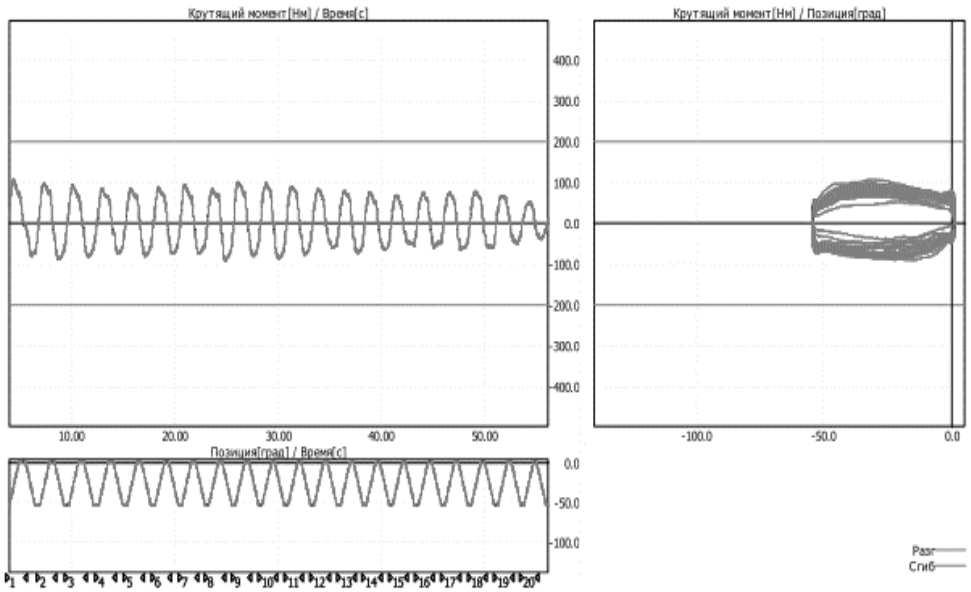


Рис. 2. Параметры крутящего момента мышц-сгибателей и разгибателей коленного сустава до проведения комплекса реабилитационных процедур и механотерапии

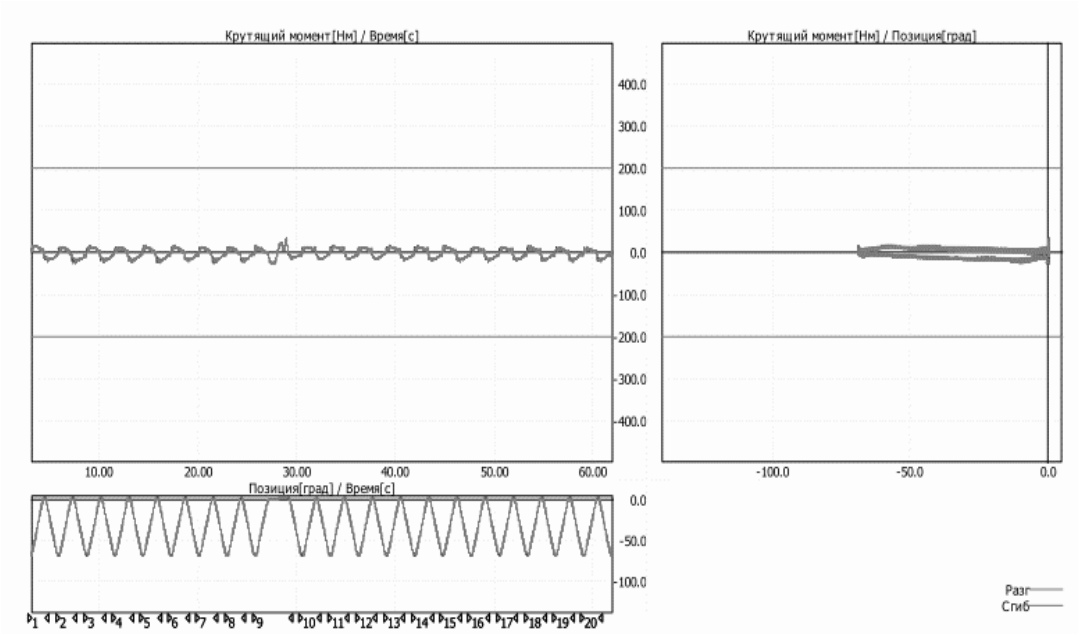


Рис. 3. Параметры крутящего момента мышц-сгибателей и разгибателей коленного сустава после проведения комплекса реабилитационных процедур и механотерапии

Длительность сеанса механотерапии на один сустав составляла 15-20 минут. При этом работа в изокинетическом баллистическом режиме позволяла совершать высокоамплитудные движения с приложением минимального усилия. Сравнение графиков крутящего момента на рисунках 1 и 2 наглядно служит примером того, как для осуществления движения после курса механотерапии происходит значительное снижение прикладываемой космонавтом силы, при этом, как следствие, снижается коэффициент утомления и оптимизируется работа мышечно-связочного аппарата.

Коррекция дисбаланса поверхностных мышц туловища во фронтальной анатомической плоскости проводилась также в изокинетическом баллистическом режиме на роботизированном комплексе CONTREX TP. Хоть нагрузка при этом и была динамической, проводилась активная компенсация прилагаемого космонавтом усилия, в результате чего осуществлялся контроль за усилением слабых мышечных групп и расслаблением спазмированных участков мышц. В результате такой нагрузки был сформирован правильный динамический стереотип движений, при этом сознательное управление мышечным напряжением способствует формированию правильных двигательных навыков в повседневной жизни.

Данные диагностического исследования, проведенные на аппаратно-программном комплексе CENTAUR, позволили построить программу тренировки в режиме «круговой импульс» на укрепление глубокой мускулатуры позвоночного столба путем отклонения от вертикальной оси на 45^{o} в заданных ротационных углах (0°; 45°; 90°; 135°; -45°; -90°; -135°; 180°). Кроме того, тренировка включала режим «космического вращения» под углами 45^{o}; 90^{o}; -45°; -90° с экспозицией в заданных плоскостях. Повторное динамометрическое исследование показало, что подобная статическая нагрузка способствует оптимизации и стабилизации общей мускулатуры спины, пресса и повышает координацию автохтонных мышц туловища.

Первичное исследование постурального баланса проводилось на многофункциональной платформе КОБС с биологической обратной связью в двух пробах – статической (положение стоя) и динамической (выполнение приседа). Выявленный дисбаланс (2%) между правой и левой половиной тела у космонавтов во время выполнения динамической пробы был полностью корригирован после курса механотерапии на роботизированных комплексах CON-TREX и CENTAUR и лечебных тренировок на платформе КОБС.

Заключение. Таким образом, была разработана программа медицинской реабилитации функционального состояния ОДА и нервной системы космонавтов в санаторно-курортных условиях, эффективность которой обусловлена, в первую очередь, комплексным подходом к восстановлению. Включение в программу реабилитации таких высокотехнологичных методов лечения, как роботизированная механотерапия, позволяет не только корригировать уже имеющиеся нарушения, но и повышать функциональное состояние ОДА и нервной системы за счет оптимизации мышечного баланса, увеличения проприоцептивной чувствительности и формирования правильных двигательных стереотипов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ретроспективный анализ состояния здоровья космонавтов после участия в космических полетах / Ушаков И. Б., Воронков Ю. И., Бухтияров И. В. [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2016. – Т. 50. – № 2. – С. 14-20.

2. Аналитический обзор и систематизация данных перспективных исследований, связанных с изучением функционального состояния кардиореспираторной системы космонавтов / Корягина Ю. В., Ефименко Н. В., Тер-Акопов Г. Н. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – №. 2 (15). – С. 103-118. DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_02_8.

3. Space-brain: The negative effects of space exposure on the central nervous system / Jandial R., Hoshide R., Waters J. D. [et al] // Surg Neurol Int. – 2018 Jan 16. – № 9. – Art. № 9. DOI: 10.4103/sni.sni_250_17.

4. On-orbit sleep problems of astronauts and countermeasures / Wu B., Wang Y., Wu X. [et al.] // Military Med Res. – 2018. – № 5. – Art. № 17. DOI: 10.1186/s40779-018-0165-6.

5. Burkhart, K. Negative Effects of Long-duration Spaceflight on Paraspinal Muscle Morphology / K. Burkhart, B. Allaire, M. Bouxsein // SPINE. – June 15, 2019. – Vol. 44 – № 12. – pp. 879-886. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002959.

6. Состояние и развитие послеполетной реабилитации космонавтов / Почуев В. И. Богомолов В. В., Моргун В. В. [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 73-81.

7. Потапов, М. Г. Применение аппаратной физиотерапии на санаторно-курортном этапе реабилитации космонавтов / М. Г. Потапов, М. А. Скедина, А. А. Ковалёва // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2019. – Т. 53. – № 7. – С. 48-54.

8. Кан М. С. Исследование эффективности тренажеров для реабилитации космонавтов / М. С. Кан, И. В. Хромова // Наука. Технологии. Инновации. – 2019. – С. 197-199.

9. Потапов, М. Г. Санаторно-курортный этап реабилитации космонавтов после космических полетов на МКС – современное состояние вопроса / М. Г. Потапов, А. В. Васин, М. А. Скедина // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2018. – Т. 52. – № 9. – С. 4-9.

10.Хавкина, Е. Ю. Санаторно-курортный комплекс Федерального медико-биологического агентства Минздрава России / Е. Ю. Хавкина, Ю. Н. Билюкин // Курортная медицина. – 2012. – № 3. – С. 124-128.

11.Crenobalneotherapy in Russia / Persianova-Dubrova A. L., Badalov N. G., Lvova N. V. [et al] // La Presse thermale et climatique. – 2012. – Vol. 149. – pp. 93-102.

12.Функциональные свойства нервно-мышечного аппарата космонавтов и их изменения после семисуточного космического полета на Международной космической станции / Коряк Ю., Гидзенко Ю., Шаттлуфорт М. [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 349-150.

REFERENCES

1. Ushakov I.B., Voronkov Yu.I., Buhtiyarov I.V., Tikhonova G.I., Gorchakova T.Yu. Retrospective health assessment of cosmonauts after participation in space flights. *Aerospace and Environmental Medicine*, 2016, vol 50, no. 2, pp. 14-20. (in Russ.)
2. Koryagina Yu.V., Efimenko N.V., Ter-Akopov G.N., Nopin S.V., Abutalimova S.M. Analytical review and systematization of data from prospective studies related to the examination of the functional state of the cardiorespiratory system of astronauts. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no. 2 (15), pp. 103-118. DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_02_8.
3. Jandial R., Hoshide R., Waters J.D., Limoli J.L. Space-brain: The negative effects of space exposure on the central nervous system. *Surg Neurol Int*, Jan 16, 2018, no. 9, art. no. 9. DOI: 10.4103/sni.sni_250_17.
4. Wu B., Wang Y., Wu X., Liu D., Xu D., Wang F. On-orbit sleep problems of astronauts and countermeasures. *Military Med Res*, 2018. no. 5, art. no. 17. DOI: 10.1186/s40779-018-0165-6.
5. Burkhart K., Allaire B., Bouxsein M. Negative Effects of Long-duration Spaceflight on Paraspinal Muscle Morphology. *SPINE*, June 15, 2019, vol. 44, no. 12, pp. 879-886. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002959.
6. Pochuev V.I. Bogomolov V.V., Morgun V.V., Kaspranskij R.R., Savin S.N. The State and Progress of Post-Flight Rehabilitation of Cosmonauts (Organizational and Program-Methodical Aspects). *Manned Spaceflight*, 2013, vol. 9, no. 4, pp. 73-81. (in Russ.)
7. Potapov M.G., Skedina M.A., Kovalyova A.A. Application of hardware-based physiotherapy on the sanatorium-and-spa stage of cosmonauts' rehabilitation. *Aerospace and Environmental Medicine*, 2019, vol. 53, no. 7, pp. 48-54. (in Russ.)
8. Kan M.S., Khromova I.V. Investigation of the simulators' effectiveness for the rehabilitation of astronauts. *Nauka. Tekhnologii. Innovatsii*, 2019, pp. 197-199. (in Russ.)
9. Potapov M.G., Vasin A.V., Skedina M.A. Sanatorium-resort stage of rehabilitation of astronauts after space flights to the ISS – state of the issue. *Aerospace and Environmental Medicine*, 2018, vol. 52, no. 9, pp. 4-9.
10.Khavkina E.Yu., Bilyukin Yu.N. The spa sanatorium complex of FMBA of Russia. *Resort Medicine*, 2012, no. 3, pp. 124-128. (in Russ.)
11.Persianova-Dubrova A.L., Badalov N.G., Lvova N.V., Tupitsyna I.Yu., Uianaeva A.I., Krikorova S.A., Adilov V.B., Linok V.A., Povazhnaya E.L. Crenobalneotherapy in Russia. *La Presse thermale et climatique*, 2012, vol. 149, pp. 93-102.
12.Koryak Yu., Gidzenko Yu., Shattlufort M., Zaletin S, Lonchakov Yu. Shargin Yu. Functional properties of the neuromuscular system of astronauts and their changes after a seven-day space flight on the International Space Station. *Advances in current natural sciences* 2007, no. 12, pp. 149-150. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Сабина Маликовна Абуталимова – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: sabina190989@yandex.ru.
Али Шамильевич Абуталимов – травматолог-ортопед, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: abutalimov05@mail.ru.
Сергей Викторович Нопин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Yulia Vladislavovna Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Sabina Malikovna Abutalimova – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of the FMBA of Russia", Essentuki, e-mail: sabina190989@yandex.ru.

Ali Shamil'evich Abutalimov – Orthopedic Traumatologist, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of the FMBA of Russia", Essentuki, e-mail: abutalimov05@mail.ru.
Sergej Victorovich Nopin – Candidate of Technical Sciences, Lead Researcher of the Center of Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.

Для цитирования: Технологии медицинской реабилитации опорно-двигательного аппарата и нервной системы космонавтов в санаторно-курортных условиях / Ю. В. Корягина, С. М. Абуталимова, А. Ш. Абуталимов, С. В. Нопин // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_29

For citation: Koryagina Yu.V., Abutalimova S.M., Abutalimov A.Sh., Nopin S.V. Medical rehabilitation technologies for the musculoskeletal and nervous systems of astronauts in sanatorium-resort conditions. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_29