



РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
НАУК



РОСКОСМОС

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
«РОСКОСМОС»



КОМИССИЯ РАН
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНОГО
НАСЛЕДИЯ ПИОНЕРОВ ОСВОЕНИЯ
КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Э. БАУМАНА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»



XLVI АКАДЕМИЧЕСКИЕ ЧТЕНИЯ ПО КОСМОНАВТИКЕ

посвященные памяти академика С. П. Королёва
и других выдающихся отечественных ученых —
пионеров освоения космического пространства

Сборник тезисов 25–28 января 2022 года

Том 4

XLVI ACADEMIC SPACE CONFERENCE

dedicated to the memory of academician S.P. Korolev
and other outstanding national scientists —
pioneers of space exploration

Abstracts 25–28 January 2022

Volume 4



Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. Баумана

2022

УДК 629.78(063)

ББК 39.6

A38

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/7557/>

XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика А38 С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства (Москва, 25–28 января 2022 г.) : сборник тезисов : в 4 т. / Российская академия наук, Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022.

ISBN 978-5-7038-5889-9

Т. 4. — 601, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5893-6

В сборнике размещены материалы исследований актуальных проблем, относящихся к таким тематическим направлениям современной отечественной космонавтики, как научное наследие пионеров освоения космического пространства и конструкторские школы ракетно-космической техники; фундаментальные проблемы космонавтики и состояние развития отдельных ее направлений; место космонавтики в решении вопросов социально-экономического и стратегического развития современного общества; гуманитарные аспекты космонавтики; исследования по истории космической науки и техники. Перечисленные направления являются основой для формирования тематики секций по отдельным проблемам современной космонавтики.

Материалы представлены в форме тезисов докладов по тематике, являющейся предметом обсуждений в работе двадцати двух секций по соответствующим направлениям. В четвертый том вошли материалы секций 18–22.

УДК 629.78(063)

ББК 39.6

Издается в авторской редакции.

ISBN 978-5-7038-5893-6 (т. 4)
ISBN 978-5-7038-5889-9

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022

УДК 612.844

Аккомодация и рефракция глаза после действия модельной гравитации

Грачева Мария Александровна

mg.iitp@gmail.com

*Государственный научный центр Российской Федерации —
Институт медико-биологических проблем РАН, Институт проблем передачи информации
им. А.А. Харкевича РАН*

Казакова Анна Алексеевна

AnneKazakova@mail.ru

*Институт проблем передачи информации им А.А. Харкевича РАН,
ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России*

Манько Ольга Михайловна

olgamanko@list.ru

*Государственный научный центр Российской Федерации —
Институт медико-биологических проблем РАН*

Смолевский Александр Егорович

smoll13@mail.ru

*Государственный научный центр Российской Федерации —
Институт медико-биологических проблем РАН*

Бубеев Юрий Аркадьевич

aviamed@inbox.ru

*Государственный научный центр Российской Федерации —
Институт медико-биологических проблем РАН*

Рассмотрены данные оценки аккомодации и рефракции глаза, полученные в ходе экспериментов «сухая иммерсия», проводимых Институтом медико-биологических проблем РАН. Данные были получены в ходе 5-суточной и 21-суточной иммерсии испытуемых, оценка показателей проводилась до и после погружения в иммерсионную ванну. Полученные результаты показывают, что в условиях «сухой иммерсии» имеется тенденция к гиперметропическому сдвигу рефракции. Предварительные данные позволяют предположить, что сухая иммерсия может оказаться перспективной моделью для изучения влияния сниженной гравитации на зрительный аппарат глаза.

Ключевые слова: SANS/ViIP, оптика глаза, зрение космонавтов, рефракция, аккомодация

Данные исследований зрительного аппарата космонавтов показывают, что после пребывания в условиях невесомости в глазу могут происходить анатомические изменения, включающие уплощение глазного яблока, макулярный отек (эдема) и гиперметропический сдвиг рефракции [1–3]. Механизм возникновения этих явлений активно изучается [4–7].

Одной из существенных сложностей в изучении космического нейроокулярного синдрома является малое количество данных (в основном связанное с небольшими выборками испытуемых) и трудности в проведении регулярных и строго контролируемых измерений. Данная проблема в космической медицине, как правило, частично решается проведением специальных экспериментов, моделирующих условия космического полета. Среди модельных экспериментов, имитирующих агрессивные факторы космического полета, в плане изучения изменений глаза наиболее перспективными кажутся эксперименты по моделированию микрогравитации в условиях «сухой иммерсии» [8, 9].

В работе оценивались показатели рефракции и аккомодации испытуемых, находящихся в условиях модельной гравитации. На основе полученных данных оценена

перспективность использования условий «сухой иммерсии» для изучения зрительно-го нейроокулярного синдрома.

Для проведения экспериментов по методике «сухой иммерсии» в ИМБП РАН оборудованы специальные установки: ванны с водой, на поверхности которой помещается водонепроницаемая пленка большей площади [8]. Данная экспериментальная установка позволяет создать условия безопорности и осевой разгрузки. Подобные модели используются в России и за рубежом для имитации части факторов космического полета.

В данной работе представлены результаты, полученные в двух экспериментах в условиях «сухой иммерсии», проводимых в ИМБП РАН: первая группа испытуемых находилась в иммерсионной ванне в течение 5 дней (десять испытуемых мужчин, 25–45 лет), вторая группа — в течение 21 дня (шесть испытуемых мужчин, 25–35 лет). У всех испытуемых оценивали рефракцию и динамическую аккомодацию при помощи аппарата Righton-i Speedy k-model. Измерения проводились до погружения в иммерсионную ванну и после выхода из нее. Поскольку прибор требует вертикального положения испытуемого во время измерения, замеры в течение нахождения в иммерсионной ванне не проводились. В ходе измерения прибор сначала оценивает базовую рефракцию глаза, монокулярно, а затем проводит пошаговую оценку аккомодационного ответа при увеличении нагрузки на аппарат аккомодации. Все измерения проводились без циклоплегии.

По данным рефракции показана тенденция к смещению рефракции в положительную сторону на 0.11 диоптрий для пяти дней иммерсии (доверительный интервал $(-0,06) — (+0,28)$) и на 0.29 диоптрий (доверительный интервал $(-0,28) — (+0,86)$); данные согласуются с имеющимися в литературе сведениями о возникновении гиперметропического сдвига рефракции у испытуемых после длительного нахождения в условиях космического полета. Согласно T-критерию Уилкоксона, статистической достоверности различий подтверждено не было, что может быть связано с малым числом испытуемых и ограниченной мощностью статистического критерия. Однако обнаруженная тенденция сдвига рефракции требует дополнительного изучения. По результатам оценки аккомодации был показан значительный индивидуальный разброс, как по показателю аккомодационного ответа, так и по показателям спектра микрофлуктуаций аккомодации.

Полученные результаты показывают, что в условиях «сухой иммерсии» имеется тенденция к гиперметропическому сдвигу рефракции, аналогично зарегистрированному сдвигу рефракции после длительных космических полетов [1, 2, 7]. Предварительные данные позволяют предположить, что сухая иммерсия может оказаться перспективной моделью для изучения влияния сниженной гравитации на зрительный аппарат глаза.

Литература

- [1] Lee A.G., Gibson C., Mader T.H., Brunstette T.J. Space flight-associated neuro-ocular syndrome (SANS) // *Eye*. 2018. Vol. 32. No. 7. Pp. 1164–1167. DOI: 10.1038/s41433-018-0070-y
- [2] Lee A.G., Gibson C., Mader T.H., Tarver W.J. Spaceflight associated neuro-ocular syndrome (SANS) and the neuro-ophthalmologic effects of microgravity: a review and an update // *npj Microgravity*. 2020. Vol. 6. No. 1. DOI: 10.1038/s41526-020-0097-9
- [3] Wojcik P., Batliwala S., Rowsey T., Galdamez L. Spaceflight-Associated Neuro-ocular Syndrome (SANS): a review of proposed mechanisms and analogs // *Expert Rev. Ophthalmol.* 2020. Vol. 15 (4). Pp. 1–9. DOI: 10.1080/17469899.2020.1787155

- [4] Smith S.M., Zwart S.R. Spaceflight-related ocular changes: The potential role of genetics, and the potential of B vitamins as a countermeasure // *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2018. Vol. 21. No. 6. Pp. 481–488. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000510
- [5] Buckley J.C., Phillips S.D., Anderson A.P., Chepko A.B., Archambault-Leger V., Gui J., Fellows A.M. Microgravity-induced ocular changes are related to body weight // *Am J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2018. Vol. 315 (3). R496–R499. DOI: 10.1152/ajpregu.00086.2018
- [6] Lee A.G., Tarver W.J., Mader T.H., Gibson C.R., Hart S.F., Otto C.A. Neuro-Ophthalmology of Space Flight // *J Neuroophthalmol.* 2016. Vol. 36 (1). Pp. 85–91. DOI: 10.1097/WNO.0000000000000334
- [7] Mader T.H., Gibson C.R., Pass A.F., Kramer L.A., Lee A.G., Fogarty J., Tarver William J., Dervay Joseph P., Hamilton Douglas R., Sargsyan A., Phillips John L., Tran D., Lipsky W., Choi J., Stern C., Kuyumjian R., Polk James D. Optic disc edema, globe flattening, choroidal folds, and hyperopic shifts observed in astronauts after long-duration space flight // *Ophthalmology.* 2011. Vol. 118 (10). Pp. 2058–2069. DOI: 10.1016/j.ophtha.2011.06.021
- [8] Navasiolava N.M., Custaud M.-A., Tomilovskaya E., Larina I.M. Long-term dry immersion: Review and prospects // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2011. Vol. 111. No. 7. Pp. 1235–1260. DOI: 10.1007/s00421-010-1750-x
- [9] Tomilovskaya E.S. Experiment with five-day dry immersion: Objectives, content, structure of the investigations, and specific methods // *Hum. Physiol.* 2013. Vol. 39. No. 7. Pp. 756–761. DOI: 10.1134/S0362119713070177

Eye Accommodation and Refraction in Experiments with Artificial Gravity

Gracheva Maria Aleksandrovna

mg.iitp@gmail.com

State Scientific Center of the Russian Federation Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute) Russian Academy of Sciences

Kazakova Anna Alekseevna

AnneKazakova@mail.ru

Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute) Russian Academy of Sciences, FSAEI HE N.I. Pirogov RNRMU MOH Russia

Manko Olga Mikhailovna

olgamanko@list.ru

State Scientific Center of the Russian Federation Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences

Smoleevskiy Alekander Egorovich

smoll13@mail.ru

State Scientific Center of the Russian Federation Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences

Bubeev Yurii Arkadevich

aviamed@inbox.ru

State Scientific Center of the Russian Federation Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences

The paper presents data on eye accommodation and refraction assessments obtained in the "Dry immersion" experiments carried out by the IBMP RAS. The data were obtained during the 5-day and 21-day immersion of the participants. The refraction and accommodation were assessed before and after the beginning of the experiment. The results obtained show that there is a tendency for a hyperopic refractive shift in the "Dry immersion" experimental conditions. Preliminary data suggest that "Dry immersion" may be a promising model for studying the effect of reduced gravity on the human eye.

Keywords: SANS/VIIP, eye optics, astronauts' vision, refraction, accommodation

References

- [1] Lee A.G., Gibson C., Mader T.H., Brunstette T.J. Space flight-associated neuro-ocular syndrome (SANS). *Eye*, 2018, vol. 32, no. 7, pp. 1164–1167. DOI: 10.1038/s41433-018-0070-y
- [2] Lee A.G., Gibson C., Mader T.H., Tarver W.J. Spaceflight associated neuro-ocular syndrome (SANS) and the neuro-ophthalmologic effects of microgravity: a review and an update. *npj Microgravity*, 2020, vol. 6, no. 1. DOI: 10.1038/s41526-020-0097-9
- [3] Wojcik P., Batliwala S., Rowsey T., Galdamez L. Spaceflight-Associated Neuro-ocular Syndrome (SANS): a review of proposed mechanisms and analogs. *Expert Rev. Ophthalmol.*, 2020, vol. 15 (4), pp. 1–9. DOI: 10.1080/17469899.2020.1787155
- [4] Smith S.M., Zwart S.R. Spaceflight-related ocular changes: The potential role of genetics, and the potential of B vitamins as a countermeasure. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 2018, vol. 21, no. 6, pp. 481–488. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000510
- [5] Buckley J.C., Phillips S.D., Anderson A.P., Chepko A.B., Archambault-Leger V., Gui J., Fellows A.M. Microgravity-induced ocular changes are related to body weight. *Am J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 2018, vol. 315 (3), R496–R499. DOI: 10.1152/ajpregu.00086.2018
- [6] Lee A.G., Tarver W.J., Mader T.H., Gibson C.R., Hart S.F., Otto C.A. Neuro-Ophthalmology of Space Flight. *J Neuroophthalmol.*, 2016, vol. 36 (1), pp. 85–91. DOI: 10.1097/WNO.0000000000000334
- [7] Mader T.H., Gibson C.R., Pass A.F., Kramer L.A., Lee A.G., Fogarty J., Tarver William J., Dervay Joseph P., Hamilton Douglas R., Sargsyan A., Phillips John L., Tran D., Lipsky W., Choi J., Stern C., Kuyumjian R., Polk James D. Optic disc edema, globe flattening, choroidal folds, and hyperopic shifts observed in astronauts after long-duration space flight. *Ophthalmology*, 2011, vol. 118 (10), pp. 2058–2069. DOI: 10.1016/j.ophtha.2011.06.021
- [8] Navasiolava N.M., Custaud M.-A., Tomilovskaya E., Larina I.M. Long-term dry immersion: Review and prospects. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2011, vol. 111, no. 7, pp. 1235–1260. DOI: 10.1007/s00421-010-1750-x
- [9] Tomilovskaya E.S. Experiment with five-day dry immersion: Objectives, content, structure of the investigations, and specific methods. *Hum. Physiol.*, 2013, vol. 39, no. 7, pp. 756–761. DOI: 10.1134/S0362119713070177

УДК 612.822.5

Влияние космического полета на спинной мозг и механорецепторы хрящепалых гекконов

Гулимова Виктория Игоревна gulimova@yandex.ru
ФГБНУ «НИИ морфологии человека имени академика А.П. Авцына»

Прощина Александра Евгеньевна proshchina@ya.ru
ФГБНУ «НИИ морфологии человека имени академика А.П. Авцына»

Харламова Анастасия Сергеевна grossulyar@gmail.com
ФГБНУ «НИИ морфологии человека имени академика А.П. Авцына»

Кривова Юлия Сергеевна homulkina@rambler.ru
ФГБНУ «НИИ морфологии человека имени академика А.П. Авцына»

Барабанов Валерий Михайлович barabanovgrant@mail.ru
ФГБНУ «НИИ морфологии человека имени академика А.П. Авцына»

Савельев Сергей Вячеславович embrains@mail.ru
ФГБНУ «НИИ морфологии человека имени академика А.П. Авцына»

Проведена оценка влияния факторов космического полета на нейроны и глиальные клетки спинного мозга, а также механорецепторы в пальцах передней конечности хрящепала