

УДК 615.47+612.135

Мультимодальный мониторинг микроциркуляторно-тканевых систем организма при воздействии факторов космического полета как основа персонифицированного подхода

Локтионова Юлия Игоревна¹

julya-loktionova@mail.ru

SPIN-код: 6943-3991

Жарких Елена Валерьевна¹

ev.zharkikh@gmail.com

Янушин Вячеслав Сергеевич¹

slava.yanushin@bk.ru

Сидоров Виктор Васильевич²

victor.v.sidorov@mail.ru

Луцевич Дмитрий Николаевич³

d.lutsevich@gctc.ru

Киреев Кирилл Сергеевич³

k.kireyev@gctc.ru

Дунаев Андрей Валерьевич¹

dunaev@bmecenter.ru

¹ ОГУ им. И.С. Тургенева, Орел, Россия

² ООО НПП «ЛАЗМА», Москва, Россия

³ ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звёздный городок, Россия

Аннотация. Рассмотрены возможности мультимодального мониторинга микроциркуляторно-тканевых систем (МТС) организма человека при воздействии отдельных моделируемых неблагоприятных факторов космического полета. Показана перспективность мониторинга МТС для индивидуализации процесса подготовки космонавтов путем оценки функциональных и адаптационных резервов организма.

Ключевые слова: микроциркуляторно-тканевые системы, факторы космического полета, носимые анализаторы

Введение. Во время космического полета (КП) на организм человека воздействует множество неблагоприятных факторов, к которым относится микрогравитация, радиация, перегрузки и др., что приводит к изменениям в работе всех систем организма, особенно сердечно-сосудистой [1]. Наиболее чувствительным звеном системы кровообращения в условиях экстремальной среды является микроциркуляторно-тканевая система (МТС), обеспечивающая трофику биотканей и участвующая в формировании адаптационных реакций [2]. Исследования параметров МТС позволяют оценивать степень функциональной нагрузки и устойчивость к факторам КП (ФКП), что делает данный подход перспективным для индивидуализации подготовки космонавтов. В связи с этим, целью работы явился мониторинг микроциркуляторно-тканевых систем организмов космонавтов при воздействии моделируемых факторов космического полета.

Методы и материалы; результаты. Регистрация параметров МТС осуществлялась методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии, позволяющими оценивать как тканевую перфузию, так

и работу механизмов регуляции периферического кровотока совместно с динамикой метаболической активности в биотканях [2]. Данные методы реализованы в мультимодальных портативных анализаторах «ЛАЗМА ПФ» (ООО НПП «ЛАЗМА», Москва). Беспроводные устройства фиксировались на нескольких зонах: в области бассейнов надглазничных артерий, на внутренних поверхностях голеней, а также на пальце и запястье левой руки. Регистрация проводилась до, во время и после воздействия таких ФКП, как гипоксия, гипобария, перегрузки, вестибулярные и ортостатические нагрузки. В исследованиях участвовали действующие космонавты отряда космонавтов Роскосмоса. Все исследования выполнялись на базе Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина.

Мониторинг МТС показал выраженные изменения в параметрах периферического кровотока и метаболической активности биотканей под воздействием моделируемых факторов космического полета. При гипоксии наблюдалась активация миогенного звена регуляции и рост тканевой перфузии, отражающие компенсаторное увеличение количества функционирующих капилляров. В ходе вестибулярных тестов выявлены регионарные различия реакций МТС, отражающие степень адаптации организма к нагрузкам.

Заключение. Проведенные исследования продемонстрировали потенциал мониторинга МТС для оценки функциональных резервов организма космонавтов при воздействии факторов космического полета. Применение портативных анализаторов позволит формировать персонализированные критерии адаптации и повышать безопасность подготовки космонавтов.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда
(грант № 25-25-00546).*

Список источников

- [1] Baevsky R.M., Chernikova A.G., Funtova I.I., Tank J. Assessment of individual adaptation to microgravity during long term space flight based on stepwise discriminant analysis of heart rate variability parameters. *Acta Astronautica*, 2011, vol. 69, no. 11–12, pp. 1148–1152. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.07.011>
- [2] Дунаев А.В. *Мультимодальная оптическая диагностика микроциркуляторно-тканевых систем организма человека*. Старый Оскол, ТНТ, 2022, 440 с.