ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ К МИКРОГРАВИТАЦИИ В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Локтионова Ю.И., Жарких Е.В., Дунаев А.В.
(Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орёл)
Федорович А.А.
(Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины, ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва)
Сидоров В.В.
(ООО НПП «ЛАЗМА», г. Москва)
Васин А.В., Дубинин В.И.
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок)

Отсутствие гравитации (или микрогравитация) при космическом полете (КП) приводит к запуску цепочки адаптационных изменений в организме человека, направленных на восстановление гемодинамического постоянства. Например, в сердечно-сосудистой системе на уровне как магистральных, так и периферических сосудов, происходит компенсация перераспределения общего объема крови в краниальном направлении. Для уменьшения стрессового воздействия невесомости во время КП и гравитации после него на Международной космической станции (МКС) применяется комплект «Чибис», который с помощью компрессора создает отрицательное давление в области нижней части тела для лучшего снабжения кровью магистральных сосудов нижних конечностей. Однако, в настоящее время актуальной проблемой остается необходимость разработки как средств коррекции влияния невесомости на периферические сосуды, так и оценка их индивидуальной эффективности.

Для регистрации параметров периферического кровотока в настоящее время активно применяются методы оптической неинвазивной диагностики, например, метод лазерной допплеровской флоуметрии (ЛДФ), основанный на регистрации отраженного от эритроцитов лазерного излучения, что позволяет оценивать работу механизмов регуляции микрокровотока [1]. Благодаря реализации метода ЛДФ в портативных лазерных анализаторах с беспроводной передачей данных стало возможным получение диагностической информации о системе микроциркуляции крови (МЦК) не только на Земле, но и в условиях КП [2]. В связи, с чем целью данной работы явилось изучение механизмов адаптации системы МЦК к условиям микрогравитации во время КП.

В рамках выполнения космического эксперимента «ЛАЗМА» впервые разработана методика регистрации параметров периферического кровотока в условиях микрогравитации на борту МКС с помощью распределенной системы портативных лазерных анализаторов. В исследовании приняли участие 2 члена экипажа экспедиции посещения: профессиональный космонавт

(космонавт № 1) и космический турист (космонавт № 2). Измерения проводились ежедневно на пред- и послеполетном этапах в течение 9 и 5 дней соответственно, а также непосредственно во время КП в условиях микрогравитации в течение 9 дней. Для регистрации параметров системы МЦК применялись портативные лазерные анализаторы «ЛАЗМА ПФ» (ООО НПП «ЛАЗМА», г. Москва), реализующие метод ЛДФ, а также позволяющие регистрировать температуру кожи области измерения и движения человека. Устройства фиксировались симметрично справа и слева на висках, тыльной поверхности предплечий на 2–3 см выше шиловидного отростка, а также на дистальной фаланге третьих пальцев рук и первых пальцев ног. Время измерения в каждой области составляло 8 мин.

Наиболее выраженным адаптационным изменениям подвержены области пальцев ног и висков. Так, на 2-е и 3-и сутки КП наблюдалось значительное снижение тканевой перфузии, характеризующееся вазоконстрикцией периферических сосудов, с постепенным увеличением значений показателя микроциркуляции крови до уровня предполетных значений к 6-м суткам КП. У космонавта № 1 снижение величины перфузии в пальцах ног в период острой адаптации к условиям микрогравитации происходит в более чем 2 раза по сравнению с данными предполетного этапа. Стоит отметить, что космонавт № 2 при этом использовал профилактическое средство, предназначенное для уменьшения оттока крови из нижней части тела, что привело к формированию высокоамплитудных колебаний, природа которых обусловлена изменением концентрации оксида азота – продукта функционирования эндотелия.

Таким образом, в данном исследовании впервые разработана методика регистрации параметров периферического кровотока в конечностях и коже головы космонавтов в период острой адаптации к условиям микрогравитации и реадаптации после завершения КП. Полученные новые знания о влиянии микрогравитации на систему МЦК позволяют проводить персональный мониторинг состояния участников КП для отслеживания периода адаптации, а также оценивать эффективность средств коррекции влияния невесомости на организм человека, что позволит снизить риски нарушений работы системы кровообращения при длительных космических миссиях.

Литература

[1] Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: колебания, информация, нелинейность: руководство для врачей // М.: Либроком. – 2013. – 496 с.

[2] Dunaev A. Wearable Devices for Multimodal Optical Diagnostics of Microcirculatory-Tissue Systems: Application Experience in the Clinic and Space // Journal of Biomedical Photonics & Engineering. – 2023. – No 2. – V. 9. – P. 1–10.