

УДК 612.176.4

Нарушения сердечного ритма как индикатор функционального состояния космонавта на разных этапах космического полета

Попова Ольга Владимировна^(*) olya.popovaolga2710@yandex.ru
Лучицкая Елена Сергеевна e.luchitskaya@gmail.com
Русанов Василий Борисович vasilyrusanov@gmail.com

ГНЦ РФ — ИМБП РАН, Москва, Россия

Аннотация. Модификация биоэлектрических свойств и проводимости сердечной мышцы является одной из возможных проблем, возникающих в условиях космического полета. В связи с этим был проведен анализ электрокардиограмм, российских членов экипажей Международной космической станции, полученных в эксперименте «Кардиовектор» с анализом влияния вегетативной нервной системы на ритм сердца и оценкой его нарушений. Были получены данные о том, что парасимпатические модулирующие влияния, провоцирующие в условиях невесомости нарушения сердечного ритма, могут служить индикатором изменений функционального состояния космонавтов.

Ключевые слова: космический полет, функциональное состояние, вариабельность сердечного ритма, сердечно-сосудистая система, электрокардиограмма

Введение. Известно, что космонавты сталкиваются с различными стрессовыми факторами во время космических полетов (КП). К таким факторам относятся отсутствие гравитации, перегрузки, изоляция, а также физическое и психоэмоциональное напряжение, радиация и другие воздействия. Их совокупное действие создает дополнительную нагрузку на организм, функционирующий в КП. Это, в свою очередь, вызывает изменения в структурно-функциональных компонентах организма функционирование которых зависит от гравитационных условий, в том числе в сердечно-сосудистой системе (ССС) [1, 2].

Цель исследования заключалась в анализе изменений процессов вегетативной регуляции ССС в условиях КП как индикатора функционального состояния космонавта на разных этапах КП.

Материалы и методы; результаты. Был проведен анализ экспериментальных данных российских членов экипажей Международной космической станции (24 мужчины, возраст $46,6 \pm 4,9$ лет), подписавших информированное согласие на выполнение эксперимента «Кардиовектор», одобренного Комиссией по биомедицинской этике ГНЦ РФ — ИМБП РАН (Россия) и многосторонним экспертным советом по исследованиям с участием человека.

Материалом исследования послужили пятиминутные участки записи ЭКГ, зарегистрированные в состоянии покоя. Исследования проводились дважды до полета, в КП ежемесячно и дважды после его окончания. Для идентификации изменений процессов вегетативной регуляции ССС исполь-

зовался метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) [3]. Однородность выборок оценивалась методом главных компонент. Для исключения субъективности выбора анализируемых показателей применяли дискриминантный анализ. Для описания динамики регуляторных механизмов использовали дисперсионный анализ.

После ручной визуальной аннотации ЭКГ ($n = 240$) космонавтов нами были отобраны записи 5 из них. В этих записях встречались нарушения сердечного ритма в виде аритмий предсердного и/или желудочкового происхождения чаще встречающиеся во время 1-го и 2-го месяцев КП. Затем проводилось сравнение групп космонавтов с нарушениями сердечного ритма (группа 1, $n = 5$) и со стабильным сердечным ритмом (группа 2, $n = 19$).

Анализ параметров ВСР показал, что ЧСС — основной показатель эфферентного звена функциональной системы кровообращения, снижался во время КП. Его значения в ходе КП в группе 1 были ниже, по сравнению с группой 2. Показатели, отражающие парасимпатическую активность и степень ее преобладания над симпатическим модулирующими вегетативными влияниями — RMSSD (мс) и pNN50 (%), в КП в группе 1 были выше чем зарегистрированные до и после него. В группе 2 также наблюдалось недостоверное увеличение рассматриваемых показателей со 2 месяца КП. Однако их значения были в пределах фона. HF (мс²), характеризующий высокочастотную составляющую ритма сердца, во время КП в группе 1 также был выше предполетных значений. Максимальное значение наблюдалось на 2-й месяц КП, после которого значение HF (мс²) начало снижаться. В то время как в группе 2 данный показатель не изменялся по сравнению с предполетными значениями.

Заключение. Таким образом, усиление парасимпатической активности в условиях КП может быть показателем изменения функционального состояния космонавтов, выраженного в наличии нарушений сердечного ритма.

Сбор экспериментальных данных осуществлялся при финансировании госкорпорации «Роскосмос». Работа была выполнена в рамках базовой тематики РАН FMFR-2024-0042.

Список источников

- [1] Котовская А.Р., Фомина Г.А. Прогнозирование ортостатической устойчивости человека по изменениям артериальной и венозной гемодинамики в условиях невесомости. *Физиология человека*, 2013, т. 39, № 5. <https://doi.org/10.7868/S0131164613050081>
- [2] Patel S. The effects of microgravity and space radiation on cardiovascular health: From low-Earth orbit and beyond. *IJC Heart Vasc.*, 2020, vol. 30. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2020.100595>
- [3] Porges S.W., Furman S.A. The early development of the autonomic nervous system provides a neural platform for social behavior: a polyvagal perspective. *Infant Child Dev.*, 2011, vol. 20, pp. 106–118. <https://doi.org/10.1002/icd.688>