

**СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ГОСУДАРСТВЕННОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ -
ИНСТИТУТА МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК/COUNCIL OF THE YOUNG SCIENTISTS AND SPECIALISTS OF THE STATE
SCIENTIFIC CENTER OF THE RUSSIAN FEDERATION INSTITUTE FOR BIOMEDICAL
PROBLEMS OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**



**XVII Конференция молодых учёных, специалистов и студентов,
посвящённая 100-летию со дня рождения академика О.Г. Газенко/
«XVII Conference of Young Scientists, Specialists and Students»
dedicated to the 100th anniversary of the birth of academician
O.G. Gazenko**



17 апреля 2018, Москва/April 17 2018, Moscow.

The MSCs have a number of regulatory properties, including modulation of the functional status of surrounding tissues. The biological activity of senescent cells is changed. This can accelerate senescence of surrounding cells by forming a positive feedback loop. According to our data the addition of a conditioned medium from the senescent MSCs to the "young" cells or its co-cultivation in the "Transwell" system led to a decreased G2/M phase share of "young" MSCs, which indicates suppression of proliferative activity. *In vitro* studies showed that direct co-cultivation of "young" and "old" fibroblasts leads to an increased damaged DNA foci frequencies, one of the pre-senescence signs (Nelson et al., 2012)

An enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) of the principal pro-inflammatory of MSC SASP revealed a significant increase of IL-6 concentration at late passages. The IL-8 level did not differ significantly between "early" and "late" passages. Nevertheless, in the "late" passages a great variation of IL-8 production was observed. TGF- β analysis indicated stable production of this cytokine under long-term cultivation. Evaluation of the gene expression showed that at senescent cells *IL-6*, *IL-8*, *FGF-2*, *BDNF*, *ANGPT*, *VEGF* were upregulated and *IGF-1*, *BMP-6*, *GDF15*, *TGF β 3* and *MCP-1* were downregulated. Thus, senescent cells can influence the cellular environment both in direct contact and through paracrine mediators.

This work was supported by the RFBR № 16-04-01244

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛОКОМОТОРНОЙ СТРАТЕГИИ ХОДЬБЫ И БЕГА В ХОДЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЁТОВ

Савеко А.А., Рукавишников И.В., Осецкий Н.Ю., Брыков В.И., Рязанский С.Н.

¹ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия.

²ФГБУ "НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина".

Локомоторные нарушения являются закономерным следствием космических полетов (Козловская И.Б., 2011; Smith S.M., 2012). Походка членов экипажа даже после относительно коротких космических экспедиций (от 72 часов до 16 суток) отличается выраженной неустойчивостью: космонавты ходят нерешительно, широко расставляя ноги, переваливаясь из стороны в сторону, порой разводя руки для сохранения равновесия (Козловская И.Б., 1979). Влияние факторов гипогравитации и гипокинезии на характеристики естественных локомоций, таких как ходьба и бег, разнообразно. Наиболее яркими примерами этого являются уменьшение мышечной силы на фоне повышения электромиографической активности и стоимости работы мышц (Jaweed M.M., 1994; Шпаков А.В., 2008), снижение объёма и скорости движений в коленном и голеностопном суставах (Панфилов В.Е., 2009, Шпаков А.В., 2016), снижение ортостатической устойчивости (Котов А.Н., 2016). Если после коротких полетов указанные расстройства исчезают к 48 – 72 часам после приземления, то после длительных космических полетов (КП) восстановление локомоторных способностей длится дни и недели (Козловская И.Б., 2013). Так как скорость адаптации у каждого космонавта – индивидуальный, зависящий от множества факторов показатель, можно выдвинуть предположение, что индивидуальные особенности биомеханических характеристик ОР стоп, измеренные в фиксированные дни до, во время и после длительных КП, будут отражать специфичность адаптационного процесса космонавта. Цель настоящей работы составляло исследование биомеханических характеристик ОР стоп у космонавтов в ходе длительных космических полётов, выявление индивидуальных особенностей локомоторной стратегии ходьбы и бега в активном режиме бегущей дорожки.

Исследование проведено в рамках космического эксперимента «Мотокард», выполняющегося с участием российских членов экипажей на борту Международной космической станции (МКС). На российском сегменте МКС исследования по программе «Мотокард» проводились ежемесячно в ходе выполнения локомоторных тренировок. До начала КП и после его завершения проводилось по две сессии эксперимента. Выполняемая

космонавтами локомоторная нагрузка состояла из 5 ступеней: разминочной ходьбы, медленного, среднего и быстрого бега и заминочной ходьбы. При выполнении полётных сессий аксиальная нагрузка, составляющая обычно 60-70% от земного веса космонавта, создаётся специальным тренировочно-нагрузочным костюмом (ТНК). При выполнении теста регистрировали подограмму, записываемую 190-197 тензометрическими датчиками под стопами космонавтов в диапазоне от 0,1 до 3,0 кГс/см² с точностью $\pm 15\%$, частоту сердечных сокращений (ЧСС) и скорости локомоций.

В эксперименте приняли участие 15 членов экипажей МКС, длительность полетов которых составляла от 5 до 12 месяцев.

Ранее выявленные авторами настоящей работы изменения биомеханических характеристик ОР стоп у космонавтов в ходе КП были особенно выражены в конце первого месяца КП и на 8-е сутки после приземления. Они характеризовались увеличением темпа (частоты шагов) ходьбы и бега, сокращением длины шага, а также достоверным увеличением величины ОР при переднем толчке (космонавт бегал «на носочках»), при этом в КП средние суммарные ОР уменьшались. Новые расчёты величин ОР с учётом величины притяга, создаваемым ТНК бегущей дорожки, и веса тела космонавтов, показали, что у 30,8 % участников эксперимента ОР имели тенденцию к снижению в КП, у 38,5% – к увеличению и у 30,8% – практически не изменялись, однако на 8-е сутки после приземления отмечалась явная однонаправленная тенденция к их увеличению (на $28,33 \pm 2,93\%$). Также результаты анализа стратегии увеличения скорости при переходе от одной ступени теста к другой показали, что до полёта 33,3 % участников эксперимента увеличивали скорость за счёт удлинения шага, 46,67% – за счёт увеличения частоты шага, 20% – за счёт увеличения и длины, и частоты шага. В КП стратегия увеличения скорости изменилась у 60% космонавтов, а на 8-е сутки после приземления - у 46,67% по сравнению с фоновыми значениями. При этом отмечалась высокая неоднородность и индивидуальность как динамики изменения стратегии увеличения скорости, так и динамики продолжительности фаз шага в ходе полёта.

Описанные явления подтверждают выдвинутую гипотезу, а также необходимость дальнейшего исследования индивидуальных особенностей адаптационного процесса. Исследование поддержано государственной корпорацией «Роскосмос».

INDIVIDUAL SPECIFIC FEATURES OF THE LOCOMOTOR STRATEGY OF WALKING AND RUNNING IN THE COURSE OF LONG-TERM SPACE FLIGHTS

Saveko A.A., Rukavishnikov I.V., Osetskiy N.Y., Brykov V.I., Ryazansky S.N.

¹RF SSC - Institute of Biomedical Problems of the RAS, Moscow, Russia

²State Organization «Yu.A. Gagarin Research & Test Cosmonaut Training Center»

Locomotor disorders are natural consequence of space flights (Kozlovskaya I.B., 2011; Smith S.M., 2012). The gait of space flight crew members, even after relatively short space missions (from 72 hours to 16 days) is characterized by marked instability: cosmonauts walk hesitantly, legs wide apart, swaying from side to side, sometimes spreading out their arms to maintain the balance (Kozlovskaya I.B., 1979). Influence of factors of hypogravity and hypokinesia on the characteristics of natural locomotion, such as walking and running, is diverse. The most bright manifestations of this are the decrease in muscle strength and increase of EMG activity and the cost of muscle work (Jaweed M.M., 1994; Shpakov A.V., 2008), decrease in the volume and speed of movements in the knee and ankle joints (Panfilov V.E., 2009, Shpakov A.V., 2016), decrease in orthostatic stability (Kotov A.N., 2016). If after the short flights these disorders disappear by 48-72 hours after landing, then after the long term space flights (SF) restoration of locomotive abilities lasts days and weeks (Kozlovskaya I.B., 2013). Since the speed of adaptation of each cosmonaut is an individual personality measure, depending on many factors, it can be assumed that the individual specific features of biomechanical characteristics of support reactions, measured before, during and after the long term SF, will reflect the specificity of the adaptation process of the

cosmonaut. The aim of the present work is study of biomechanical characteristics of support reactions (SR) of cosmonauts during long term space flights, identification of individual features of the locomotor strategy of walking and running in the active treadmill mode.

The research was conducted as part of the "Motocard" space experiment performed with the participation of Russian crew members onboard the International Space Station (ISS). In the Russian segment of the ISS the investigations for the "Motocard" program were performed on a monthly basis during the execution of locomotor training. Two sessions of the experiment were conducted before and two after the SF. The locomotor task performed by cosmonauts consisted of 5 stages: warm-up walk, slow, medium and fast run and hitch walk. When performing flight sessions, the axial load, which is usually 60-70% of the earth's weight of the cosmonaut, is created by the special training-load suit (TLS). When performing the test, the podogram was registered, being recorded by 190-197 sensors under the cosmonauts' feet in the range from 0.1 to 3.0 kgf/cm² with an accuracy of $\pm 15\%$; heart rate (HR) and locomotion speed were recorded.

15 members of the ISS crews were involved in the experiment; duration of their flights ranged from 5 to 12 months.

Earlier revealed by the authors of the present work, the changes in biomechanical characteristics of SR during SF were especially manifested at the end of the first month of SF and on the 8th day after landing. They were characterized by the increase in the pace (frequency of steps) of walking and running, the reduction in step length, as well as the significant increase of SR at metatarsal areas of the sole (cosmonaut ran "on tiptoe"), while in SF the average total of SR decreased. New calculations of SR values, taking into account the magnitude of retraction created by TLS of the treadmill and the body weight of cosmonauts, demonstrated that 30.8% participants of the SR experiment had tendency to the decrease in SF, 38.5% – to the increase and 30.8% – practically did not change, but on the 8th day after landing there was a clear unidirectional tendency to their increase (in $28.33 \pm 2.93\%$). Also, the results of the analysis of the strategy of increasing the speed during the transition from one stage of the test to another showed that before the flight, 33.3% participants of the experiment increased the speed by lengthening the step, 46.67% – by increasing the step frequency, and 20% – by increasing both the length and the step frequency. In SF the strategy of increase the speed changed at 60% cosmonauts, and on the 8th day after landing-at 46,67%, in comparison with background values. At the same time, the high heterogeneity and individuality of both the dynamics of changing the strategy of increasing the speed and the dynamics of duration of the step phases during the flight were registered.

The described phenomena prove the advanced hypothesis, as well as the need for further study of the individual characteristics of the adaptation process. The study was supported by the "Roscosmos" State Corporation.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ КОСТНОГО СТАТУСА УЧАСТНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА «СИРИУС 2017»

Сервули Е.А.

ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

Введение: В предыдущих исследованиях было показано, что пребывание в условиях гиподинамии и ограниченного объема приводит к изменениям в элементах опорно-двигательного аппарата, в том числе костной и мышечной ткани (Servuli E.A., 2016; Oganov V.S. et al., 2014). Даже в краткосрочном периоде в ходе изоляции отмечалось однонаправленное, хоть и не достоверное, снижение содержания костных минералов в организме испытуемых. В ходе данного эксперимента стояла задача более детально исследовать изменения костного статуса в условиях изоляции, а так же определить характер изменений в зависимости от структуры кости (преобладания компактного или трабекулярного компонента).