

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 306 (2014), 56 – 59

**MORPHO-FUNCTIONAL CONDITIONAL OF LYMPHOID TISSUE  
OF LYMPH GLANDS OF MICE ON BACKGROUND  
OF 30 DAYS FLIGHT ON THE SPACECRAFT «BION-M» №1 TO SPACE**

L. E. Bulekbaeva<sup>1</sup>, E. A. Ilyin<sup>2</sup>, L. M. Erofeeva<sup>2</sup>, G. A. Demchenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Institute of Human and Animal Physiology, MES RK, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>The Institute of Medico-Biology of Problem of RAN, Moscow, Russia.

E-mail: lbulekbaeva@gmail.com

**Key words:** space flight, weightlessness, lymph nodes.

**Abstract.** The article presents the research materials of the immune tissue of mesenteric lymph glands of Black linear mice in 30-days mission in space aboard the spacecraft "Biosatellites-M" №1. The histological, morphometric research revealed changes in the ratio of structural-functional zones and microstructure of nodes after the flight. There is a reduction in number of reticular cells, plasma cells, macrophages, and blasts of glands, indicating a decrease in humoral immune cell type.

УДК 612.42+613.693

**МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИМФОИДНОЙ  
ТКАНИ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ МЫШЕЙ НА ФОНЕ  
30-ТИ СУТОЧНОГО ПОЛЕТА НА КА «БИОН-М» №1 В КОСМОС**

Л. Э. Булекбаева<sup>1</sup>, Е. А. Ильин<sup>2</sup>, Л. С. Ерофеева<sup>2</sup>, Г. А. Демченко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт физиологии человека и животных КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

**Ключевые слова:** космический полет, невесомость, лимфатические узлы.

**Аннотация.** В статье приведены материалы исследования состояния иммунной ткани брыжеечных лимфатических узлов линейных мышей Black в условиях 30-ти суточного полета в космос на борту КА «Биспутник-М» №1. После полета гистологические морфометрические исследований выявили изменения в соотношении структурно-функциональных зон и микроструктуры узлов.

Поскольку жизнь на Земле развивалась в условиях постоянного гравитационного поля, то при невесомости организм человека испытывает большие перегрузки, связанные с отсутствием силы земного притяжения, гипоксию и ускорение [1, 2]. В многочисленных полетах в космос на российских спутниках «Бион» и «Фотон» изучалось состояние систем жизнеобеспечения организма обезьян и крыс при действии факторов космического пространства. Отмечены сдвиги в деятельности ряда внутренних органов, в том числе, наблюдались серьезные сдвиги в сердечно-сосудистой системе [3, 4].

Одной из малоизученных проблем в космической биологии и медицине является роль лимфоидных органов в защитных реакциях организма при действии фактора невесомости в условиях длительных космических полетов. В наших предыдущих исследованиях было показано участие лимфатической системы собак и крыс в адаптивных реакциях организма при моделировании

физиологических эффектов невесомости на земле [5, 6]. Находясь на путях тока лимфы, регионарные лимфатические узлы выполняют дренажно-детоксикационную функцию по отношению к тканевой жидкости и осуществляют защитные функции. Известно, что лимфатические узлы относятся к периферическим органам иммунной системы и занимают важное место в формировании иммунного ответа при антигенном и неантigenном воздействии на организм. Однако, роль лимфатических узлов в иммунных реакциях организма при действии невесомости в длительных космических полетах до сих пор не изучалась.

Цель работы: Изучить состояние структурно-функциональных зон и иммунной ткани брыжеечных лимфатических узлов мышей в 30-ти суточном космическом полете на российском КА «Бион-М» №1.

### Материал и методика исследований

Для отправки в космос группа из 10 мышей-самцов *Mus musculus* линии C57 Black/6 и 7 монгольских песчанок *Meriones unguiculatus* помещались в специальные боксы по 3 головы в каждой ячейке, в которые автономно подавались воздух, пища и вода, автоматически чистился бокс. Указанные животные по своим физиологическим данным, а также по малому весу соответствовали требованиям современной технологии обеспечения жизнедеятельности в космическом корабле. Все животные прошли ветеринарный контроль (определение температуры тела, массы тела и другие параметры). Биоспутник с животными на борту стартовал с космодрома «Байконур» 19 апреля 2013 г. После 30 суточного полета КА и приземления спускаемого аппарата «Бион-М» №1 в заданном районе вся группа мышей осталась в живых. Все монгольские песчанки погибли из-за отказа системы жизнеобеспечения на биоспутнике. Проведено первичное обследование животных на месте приземления и всех животных, которые остались в живых, доставили в Институт МБП РАН в г. Москву, где после эвтаназии мышей был взят биоматериал, в том числе, 40 брыжеечных лимфатических узлов. Контрольная группа мышей-самцов линии C57 Black/6 в количестве 9 особей находилась в Москве в виварии на стандартном режиме питания и содержания.

Изъятые брыжеечные лимфатические узлы мышей фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. После консервации узлов в парафине готовили из ткани узлов поперечные серийные срезы толщиной 4-5 мкм. Используя классический гистологический метод, срезы узлов окрашивали гематоксилином и эозином, азуром и эозином. Гистологический анализ осуществляли на световом микроскопе Leica – DM-100 (Россия) с помощью морфометрической сетки, которую накладывали на весь срез лимфоузла и раздельно на каждую его структуру [29, 30]. Подсчитывали число клеток в ткани узлов на стандартной площади морфометросетки 1600 мкм<sup>2</sup>.

Полученный материал подвергали статистической обработке с использованием программы статистического анализа StatPlus Pro 2009, AnalystSoft Inc.

### Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что у контрольной группы мышей в норме структура брыжеечных лимфатических узлов представлена тонкой плотной капсулой, корковой и мозговой частью, соотношение которых составляет 1,23, так называемый К/М индекс. У мышей, которые были в течение 30 суток в космосе на борту спутника «Бион-М» №1, в брыжеечных лимфатических узлах были выявлены различия в реагировании различных структурно-функциональных зон на действие негативных факторов космического пространства (таблица 1). В узлах уменьшалась площадь коркового плато в 3,4 раза, число и размеры лимфоидных узелков без герминативного центра в 2 раза, субкапсулярного синуса в 5,2 раза. Наблюдается увеличение площади паракортекса в 1,37 раза, мозгового синуса в 1,55 раза. Индекс К/М узла становился ниже единицы.

Клетки лимфоидного ряда паренхимы лимфатического узла оказались весьма чувствительными к действию внешних факторов. У мышей после 30 суточного полета в космос в паракортекальной зоне брыжеечного узла наблюдается уменьшение числа плазмоцитов в 2,69 раза, бластов в 1,69 раза, макрофагов в 1,5 раза на единицу площади узлов (морфометрическое измерение) по сравнению с показателями контрольной группы мышей. Одновременно отмечено увеличение в

Таблица 1 – Характеристика структурно-функциональных зон брыжеечных лимфатических узлов в контроле и после полета на КА «Бион-М» №1 (площадь  $\text{мм}^2$ )

Наименование зоны	Контроль	Полет
Капсула узла	1,05±0,08	1,13±0,08
Субкапсуллярный синус	0,63±0,04	0,12±0,04*
Корковое плато	1,02±0,04	0,30±0,04*
Лимфоидный узелок без герминативного центра	1,19±0,04	0,59±0,13*
Лимфоидный узелок с герминативным центром	0,70±0,04	0,66±0,17
Паракортекс	3,85±0,04	5,27±0,42*
Мяготные тяжи	4,06±0,04	3,87±0,08
Мозговой синус	2,81±0,17	4,35±0,25*
Общая площадь	15,31±0,25	16,29±0,30
K/M	1,23±0,01	0,98±0,02

\* Достоверно по сравнению с контролем при  $P_{1-2} < 0,05$ .

узлах численности средних лимфоцитов в 1,53 раза. В узле значительно изменяется цитоархитектоника мяготных тяжей и мозгового синуса. Так, в мяготных тяжах узла уменьшается число плазмоцитов в 3 раза, ретикулярных клеток в 1,8 раза при одновременном увеличении числа средних лимфоцитов в 1,7-3 раза. В мозговом синусе увеличивается численность лимфоцитов в 1,92 раза, макрофагов в 2,44 раза. Уменьшается число плазмоцитов в мозговом синусе в 1,92 раза (таблица 2) от контрольных показателей.

Таблица 2 – Цитологическая картина структурно-функциональных зон брыжеечного лимфатического узла

Наименование клетки	Контроль, число клеток	Космический полет
Мозговые тяжи		
Плазмобласты	3,60±0,12	3,67±0,53
Зрелые плазмоциты	3,81±0,12	1,24±0,11*
Малые лимфоциты	4,60±0,24	7,83±0,89*
Средние лимфоциты	3,0±0,12	10,0±0,89*
Макрофаги	5,0±0,13	6,0±0,35
Ретикулярные клетки	1,23±0,11	0,67±0,18
Эозинофильные гранулоциты	0,67±0,09	1,33±0,18
Паракортекс		
Бласты	4,50±0,18	2,67±0,18*
Средние лимфоциты	6,0±0,35	9,17±0,71*
Малые лимфоциты	8,5±1,60	8,5±0,71
Ретикулярные клетки	1,50±0,18	1,33±0,18
Плазмоциты	2,1±0,11	0,78±0,09*
Макрофаги	5,50±0,18	3,67±0,23*
Эозинофильные гранулоциты	0,49±0,18	1,31±0,18
Мозговой синус		
Малые лимфоциты	6,0±0,27	11,5±1,42*
Макрофаги	3,0±0,13	7,33±0,53*
Ретикулярные клетки	1,80±0,12	0,33±0,08
Плазмоциты	3,80±0,30	1,98±0,11
Эозинофильные гранулоциты	0,40±0,06	0,17±0,02

\* Достоверно по сравнению с контролем при  $P_{1-2} < 0,05$ .

Из результатов настоящего исследования видно, что после 30 суточного пребывания мышей в космическом пространстве на борту российского КА спутника «Бион-М» №1 в брыжеечных лимфатических узлах изменяется соотношение структурно-функциональных зон.. Отмечено уменьшение площади паракортекса и увеличение мозгового синуса, что привело к уменьшению индекса К/М ниже единицы, тогда как в норме он составляет 1,23. После космического полета в паракортексе брыжеечных лимфатических узлов, где, в основном, сосредоточена лимфоидная (иммунная) ткань, уменьшается число ретикулярных клеток, плазмоцитов и макрофагов, в среднем, в пределах 1,5-3 раза, от контрольных данных. Указанные клетки ответственны за реализацию защитных реакций организма при действии повреждающих факторов среды. Одновременно наблюдается увеличение числа средних лимфоцитов в мякотных тяжах лимфатических узлов, как свидетельство миграционной активности клеток внутри узла.

Таким образом, после 30 суточного полета мышей на борту КА «Биоспутника-М» №1 в космическое пространство в брыжеечных лимфатических узлах происходят существенные сдвиги: изменение соотношения структурно-функциональных зон в узлах и снижение пролиферативной активности узлов, уменьшение числа лимфоидных клеток, что указывает на снижение гуморального иммунитета по клеточному типу.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Газенко О., Григорьев А. Егоров А. Космическая медицина: вчера, сегодня завтра // Наука в России. – 2006. – № 3. – С. 5-11.
- [2] Ильин Е.А. Программа «Бион»: От прошлого к будущему // Ж. Авиакосм. и эколог. медицина. – 2008. – Т. 42, № 6. – С. 57-67.
- [3] Ilyin E.A. From the First Dog to the Last Monkey in Space // J. Gravitational Physiology. – 2007. – Vol. 14. – P. 143-146.
- [4] Булекбаева Л.Э., Демченко Г.А., Вовк Е.В. Взаимоотношения лимфатического и венозного давления при кратковременном антиортостазе // Физиол. журн. им. Сеченова. –1992. – № 9. – С. 58-62.
- [5] Булекбаева Л.Э., Макашев Е.К., Демченко Г.А., Абдрецов С.Н. Транспортная функция лимфатических узлов при антиортостатическом воздействии // Росс. физиол. журнал им. И. М. Сеченова. – 2007. – Т. 93, №1. – С. 39-45.
- [6] Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.

#### REFERENCES

- [1] Gazenko O., Grigoriev A. Egorov A. Space medicine: yesterday, today, tomorrow. Nauka in Russia. 2006. N 3. P. 5-11.
- [2] Ilyin E.A. Programm of «Bion». From past time to future. J. Aviakosmos. i Ekol. Med. 2008. N 3. P. 5-11.
- [3] Ilyin E.A. From the First Dog to the Last Monkey in Space. J. Gravitational Physiology. 2007. Vol. 14. P. 143-146.
- [4] Bulekbaeva L.E., Demchenko G.A., Vovk E.V. Relation of venous and lymphatic pressure in in body antithorstatic posture in during of short time. Russian J. of Physiology. 1992. Vol. 93, N 2. P. 58-62.
- [5] Bulekbaeva L.E., Makachev E.K., Demchenko G.A., Abdrechov S.N. Transport function of lymph nodes in body antithorstatic posture. Russian Journ. of Physiology. 2007. Vol. 93, N 1. P. 39-46.
- [6] Avtandilov G.G. Medical morfometric. M.: Med, 1990. 384 s.

#### 30 ТӘУЛІКТІК «БИОН-М» №1 ҒАРЫШҚА ҰШУ КЕЗІНДЕГІ ТЫШҚАНДАРДЫҢ ЛИМФАТИКАЛЫҚ ТҮЙІНДЕРІНІҢ ЛИМФОИДТЫ ҰЛПАСЫНЫң МОРФО-ФУНКЦИОНАЛДЫ ЖАҒДАЙЫ

**Л. Е. Булекбаева, Е. А. Ильин<sup>2</sup>, Л. М. Ерофеева<sup>2</sup>, Г. А. Демченко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Адам және жануарлар физиологиясы» Институты, Алматы, ҚР БФМ FK, Қазақстан,

<sup>2</sup>Медико-биологиялық мәселелер» Институты, РFA, Москва, Ресей

**Тірек сөздер:** ғарышқа ұшу, салмақсыздық, лимфа түйіндері.

**Аннотация.** Мақалада КА «Бион-М» №130 тәуліктік ғарышқа ұшу кезіндегі Black түріндегі тышқандардың шажырқай лимфа түйіндеоіндегі ұлпалардың иммундық күйі зерттелгендігі туралы мәліметтер көлтірілген. Ұшудан кейінгі гистологиялық морфо-метрикалық зерттеулер түйіндердің микрокұрылымдары мен функционалдық аймақтардың қатынасында өзгерістер болатындығы анықталды. Түйіндердің ретикулярлы клеткаларының, плазмоциттердің, макрофагтар мен бластардің санының азаюы, бұл өз кезегінде клетка түріндегі гуморалдық иммунитеттің төмендегенін көрсетеді. Түйіндердің ретикулярлы клеткаларының, плазмоциттердің, макрофагтар мен бластардің санының азаюы, бұл өз кезегінде клетка түріндегі гуморалдық иммунитеттің төмендегенін көрсетеді.

Поступила 10.11.2014 г.