

H.A. АХМЕТБАЕВА, С.Н. АБДРЕШОВ

## АДРЕНЕРГИЧЕСКАЯ ИННЕРВАЦИЯ ЛИМФАТИЧЕСКИХ И КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ ПРИ УСЛОВИЯХ АНТИОРТОСТАЗА

(Представлена академиком НАН РК Х.Д. Дюсембиным)

Изучено влияние антиортостатического воздействия на адренергическую иннервацию кровеносных и лимфатических сосудов. Показано, что при условиях антиортостаза отмечается резкое уменьшение плотности адренергических волокон в стенке кровеносных и лимфатических сосудах, а также наблюдается разрыхленность соединительного каркаса стенки сосуда.

После пребывания человека и животных в условиях как реальной, так и моделируемой невесомости наиболее выраженные изменения регистрируются в «медленных» познотонических мышцах [1, 2]. К этой же группе мышц в первую очередь принадлежит *m. soleus*. У крыс после космических полетов и в экспериментах с вывешиванием наблюдали уменьшение размеров волокон *m. soleus* [1, 3].

В космических экспериментах на крысах в качестве индикаторов симпато-адреналовой активности исследователи определяли содержание катехоламинов и ферментов и их обмена в надпочечниках и гипоталамусе. Однако наилучшим индикатором активации симпатико-адреналовой системы считают уровень содержания катехоламинов в крови. Известно, что источником норадреналина на 70% являются симпатические нервные окончания. Утверждают, что космический полет вместе с маневром приземления активизирует главном образом периферийный симпатикус и в меньшей мере - мозговой слой надпочечников, являющийся на 95% источником адреналина. Исследователи отмечают повышение уровня норадреналина в плазме крови крыс полетных групп в 2,5 раза. Через 25 суток после приземления уровень норадреналина в плазме крови у полетных крыс не отличался от контрольных величин. Незначительное повышение норадреналина в плазме крови исследователи связывают не с пребыванием животных в состоянии невесомости, а влиянием других факторов при полете и приземлении [4].

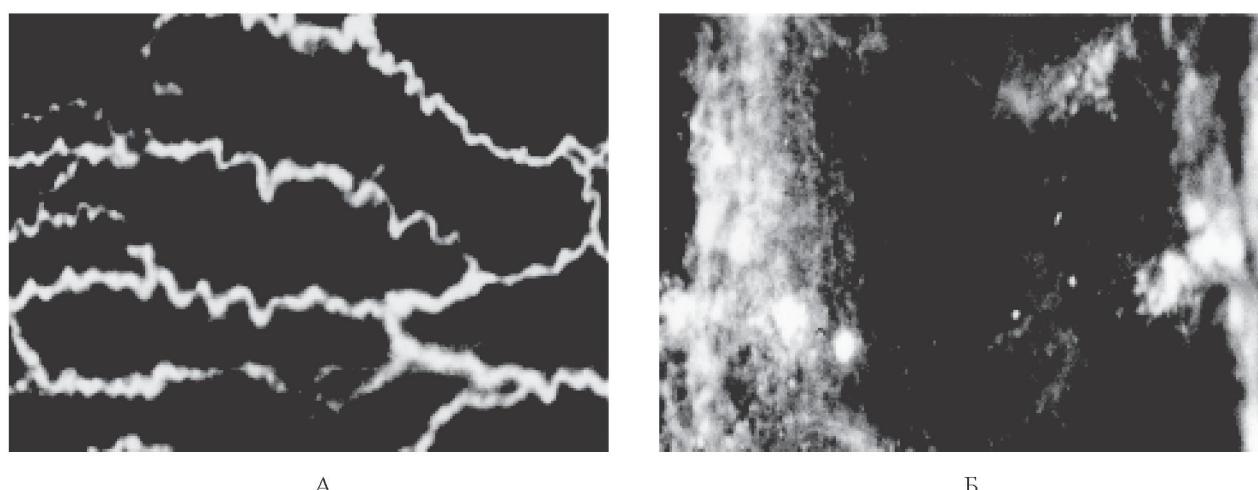
В изучении тонуса сосудов представляет интерес состояние периферического нервного аппарата стенки кровеносных и лимфатических сосудов при моделировании физиологических эффектов невесомости. В литературе отсутствует

сведения о сосудодвигательной иннервации кровеносных и лимфатических сосудов в условиях невесомости. В настоящем исследовании нами изучалась адренергическая иннервация стенки легочных и бронхиальных артерий, а также грудного протока в норме и в условиях микрогравитации путем вывешивания животного в антиортостатическом положении длительностью до 14 суток.

### Материалы и методы

Опыты проведены на 30 взрослых крысах – самцах с массой тела 200-250гр, из них 10 составляли контрольную группу 1, которая содержалась в обычных условиях вивария.

Вторая группа – опытная (20 крыс). Для моделирования в наземных условиях эффектов невесомости использовали антиортостатическое положение тела испытуемого объекта. С этой целью крыс подвешивали на специальных стелдах головой вниз в течение 14 дней под углом  $45\pm5^\circ$ , таким образом полностью снималась весовая нагрузка с задних конечностей, а с помощью передней конечности животные свободно передвигались по решетчатому полу стелда [5]. После декапитации животного брали кровеносные сосуды и грудной проток от устья протока до цистерны и цистерну. Для изучения адренергической иннервации в стенке сосудов применяли гистохимический метод выявления катехоламинов по методу Фальку в модификации В.А.-Говырина с использованием глиоксалевой кислоты и флуоресцентного микроскопа ЛЮМАМ [6, 7]. На тотальных препаратах сосудов изучали архитектонику нервного сплетения. Для выявления области локализации адренергических нервных волокон в стенке сосудов готовились криостатные среды толщиной 20 мкм. Проанализи-

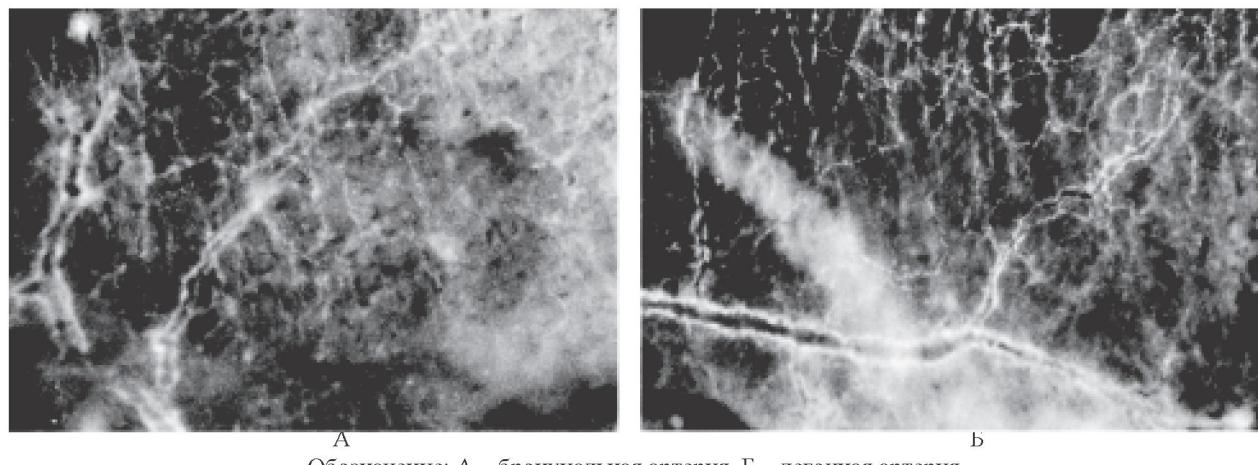


А

Б

Обозначение: А – норма, Б – после антиортостаза.

Рис. 1. Гистохимическая реакция на катехоламины стенки грудного протока интактной и после антиортостаза  
Об. 30 ок. РК 6,3 х



А

Б

Обозначение: А – бронхиальная артерия, Б – легочная артерия.

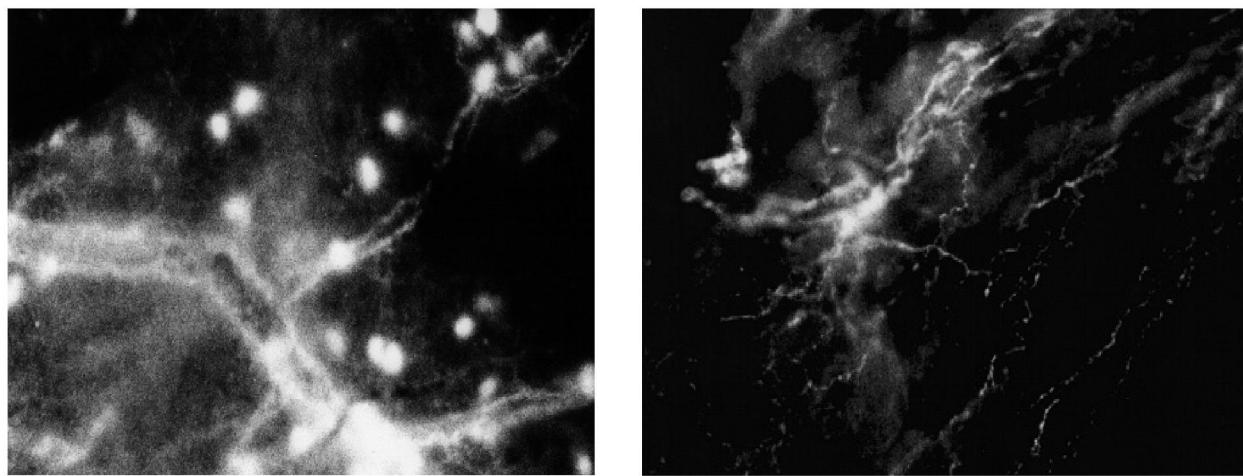
Рис.2. Гистохимическая реакция на катехоламины стенки бронхиальной и легочной артерии у интактной крысы  
Об. 30 ок. РК 6,3 х

ровано 200 тотальных и криостатных срезов со- судов.

#### Результаты и их обсуждение

У контрольной группы крыс в стенке грудно- го протока адренергическая иннервация пред- ставлена сетью адренергических волокон, рас-пределенных по центру лимфангиона. Отдельные нервные волокна сопровождают паравазальные (*vasa vasorum*) сосуды, повторяя архитектонику сети кровеносных сосудов. Грудной проток на- ряду с участками иннервированием отдельными терминальными ветвлениями нервных волокон

имеет участки, вовсе лишённые иннервации. В редких случаях единичные нервные волокна до-стигают клапанного участка, локализуясь у ос-нования клапана. По всей длине адренергиче- ские волокна имеют вариозности, соответствую- ющие месту скопления нейромедиатора, дающие при люминесцентной микроскопии более яркое изумрудно-зеленое свечение. Таким образом, у интактных крыс плотность адренергической ин-нервации одного лимфангиона неравномерна. Грудной проток на всем своем протяжении име- ет разную плотность нервных волокон. Наибо- лее иннервирован участок устья протока. Тол-



Обозначение: А – бронхиальная артерия, Б – легочная артерия.

Рис. 3. Гистохимическая реакция на катехоламины стенки бронхиальной и легочной артерии у крыс после антиортостаза

Об. 30 ок. РК 6,3 х

стые отдельные пучки, состоящие из адренергических волокон расположены в цистерне грудного протока. Адренергическое нервное сплетение образуется в основном в адвентициальном слое грудного протока среди коллагеновых и эластических волокон и лишь терминальная часть нервного волокна проникает в более глубокий слой адвентиции, доходя в медио-адвентициальную область (рис 1, А).

У крыс после длительного пребывания в антиортостатическом положении отмечается резкое уменьшение плотности адренергических волокон в стенке грудного протока. Наблюдается разрыхленность соединительного каркаса стенки лимфатического сосуда. Снижается интенсивность свечения как самих нервных волокон, так и их варикозностей (рис. 1, Б).

У интактной крысы на поверхности легочной и бронхиальной артерии обнаружено много тонких адренергических нервных волокон, ярко флуоресцирующих зеленым цветом. Адренергические нервные волокна образуют хорошо выраженные нервные сплетения в адвентиции легочной и бронхиальных артерий. Часть нервных волокон из этих сплетений переходит на *vasa vasorum*, образуя, в свою очередь, на их поверхности ярко светящееся нервное сплетение (рис. 2). Плотность адренергических волокон в стенке бронхиальной артерии выше, чем в стенке легочной.

У крыс, находившихся длительное время в антиортостатическом положении, наблюдали кровоизлияние в *vasa vasorum* легочной и бронхиальной артерии. Адренергические нервные волокна, адресованные этим паравазальным сосудам становились диффузными, снижалось их свечение. Нарушению подвергалась терминальная часть нервного сплетения, образованного вокруг *vasa vasorum*. Стенка легочной и бронхиальной артерии становилась рыхлой и нарушению архитектоники нервного сплетения подверглись не только нервные волокна, образующие сеть по ходу *vasa vasorum*, но и самостоятельно образующие сплетение на поверхности адвентиции. Одиночные адренергические нервные волокна с варикозными утолщениями, встречающиеся в стенке крупных бронхов, расположенных между слизистой оболочкой и надслизистой основой становятся слабо светящимися, тогда как в норме они обладают яркой флуоресценцией (рис. 3).

Таким образом, полученные результаты, свидетельствуют о том, что 2-х-недельное антиортостатическое воздействие ведет к нарушению адренергической иннервации грудного протока и кровеносных сосудов легких. Двухнедельное антиортостатическое положение тела крысы вызывает нарушение терминальной части адренергического нервного волокна в стенке грудного протока и кровеносных сосудов легких бронхов. Особо-

бенно подвержена структурным изменениям бронхиальные нервные волокна.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ilyin E.A., Oganov V.S. Microgravity and musculoskeletal system of mammals // *Adv. Space Res.* – 1989, – №11, – V. 9, - P. 11-19.
2. Ohira Y., Jiang B., Roy R., Oganov V., Ilyina-Kakueva E., et al. Rat solues fibres responses to 14 days of spaceflight and hindlimb suspension // *J. Appl. Physiol.*, – 1992. 73 (Suppl. 2). – S. 51-57.
3. Thomason D.B., Booth F.W. Atrophy of the soleus muscle by hindlimb unweighting // *J. Appl. Physiol.*, – 1990, 68 (1). – S. 1-12.
4. Тигранян Р.А., Махо Л., Кветнянски Р., Калита Ф. Концентрация гормонов в плазме крови крыс после полета на биоспутнике «Космос-936» // Космич. биол. и авикосмич. Медицина. – 1982, - Т.16, - №6. – С.84-87.
5. Ильин Е.А., Новиков В.Е. Стенд для моделирования физиологических эффектов невесомости в лабораторных экспериментах с крысами // Космическая биология и авиа-космич. мед. - 1988, - Т.14, - № 3. – С.79-81.
6. Falck B. Axelsson S., Bjorklund A., Lindvall O., Svensson Z. Glyoxylic acid condensation: a new fluorescence method for the histochemical demonstratin of biogenic monoamines // *Acta physiol. Scand.* 1973, -V.87. – P. 57-62.

7. Говырин В.А. Адаптационно-трофическая функция сосудистых перов // Развитие научного наследия акад. Л.А.-Орбели. Л.: Наука, - 1982, - С. 169-181.

**Резюме**

Лимфа және қан тамырларының адренегриялық иннервациясына антиортостаздың әсері қарастырылды. Антиортостаз жағдайында лимфа және қан тамырлар қабырғасының тығыздығы төмендейтіндігі, сонымен бірге тамырлар қабырғасын қосатын дәнекер үлпалардың болансусы байкалады.

**Summary**

Influence of antiorthostatic action on adrenergic innervation of blood and lymph nodes was studied. It was shown that in the conditions of antiorthostaz the abrupt decrease of density of adrenergic fibres in the wall of blood and lymph vessels is marked, also the reduce density of connecting skeleton of vessel wall is observed.

УДК 612.42:616.379

Институт физиологии человека  
и животных ЦБИ МОН РК  
г. Алматы

Поступила 01.07.09 г.