

УДК 616.71:576:3/7:531.5

## **ВЛИЯНИЕ МИКРОГРАВИТАЦИИ НА СТРУКТУРУ ОСТЕОЦИТОВ КОСТНОЙ ТКАНИ ОБЕЗЬЯН**

*Золотова Н. В., Домашевская Е. А.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Проблема воздействия факторов космического полета (микрогравитация, перегрузки и др.) на организм человека и животных является актуальной. Установлено, что микрогравитация существенно влияет на состояние опорно-двигательного аппарата, и прежде всего на костную ткань. Известно, что пребывание в условиях микрогравитации, а также в условиях сниженной функциональной нагрузки приводит к деминерализации костного матрикса, уменьшению скорости костеобразования, снижению механической прочности костей скелета [1, 2, 3]. Длительное воздействие этих факторов приводит к значительным отклонениям [4, 5, 6] в состоянии и функционировании костной системы.

Однако, структурные изменения костной ткани в условиях действия микрогравитации на организм остаются еще малоизученными. Недостаточно понятны клеточные механизмы изменений, происходящих в костной ткани, особенности дифференцировки и функционирования остеогенных клеток. В частности отсутствуют данные о структурных изменениях в популяции остеоцитов, которые выполняют в системе костной ткани важные функции (поддержание целостности костной структуры, стабилизация минерального компонента).

Задачей исследования явилось изучение состояния популяции остеоцитов в костной ткани обезьян (макаки-резус), пребывавших в течение двух недель на борту биоспутника «БИОН-11».

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследование проведено на образцах костной ткани, полученные методом биопсии из гребня подвздошной кости обезьян. Образцы предоставлены Институтом медико-биологических проблем (Москва, Россия) в рамках Международного сотрудничества. Эксперимент состоял из 3-х серий: виварийный контроль (5 обезьян), синхронный наземный контроль (3 обезьяны) и полетная серия (2 обезьяны).

Образцы фиксировали в 2% глутаральдегиде с добавлением 1.5% параформола на фосфатном буфере, рН=7.4 в течение 24 ч. Гистопрепараты окрашивали гематоксилин-эозином и метиленовым синим. На препаратах подсчитывали

количество остеоцитов и пустых остеоцитарных лакун (на условную единицу площади среза). Проводили статистическую обработку цифровых данных [7].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Биообразцы подвздошной кости от обезьян виварийного и синхронного контролей представляют собой кусочки минерализованной костной ткани, содержащие остеоциты. Гистологический анализ показал, что биоптаты кости от виварийного и синхронного контролей сохраняет типичную структуру и по своим основным характеристикам не отличаются. Они содержат большое количество остеоцитов в лакунах, располагающихся равномерно и часто по всему основному веществу (рис. 1). Остеоциты в лакунах имеют овальную форму и отростки, характерные для нормы, со всех боков окружены межклеточным кальцифицированным веществом. На гистопрепаратах как в виварийном, так и в синхронном контролях, в остеоцитах не обнаружено различий по степени окраски гематоксилин-эозином и метиленовым синим. В биообразцах от виварийного и синхронного контролей встречаются лакуны без остеоцитов -пустые лакуны, при анализе их количества (на условную единицу площади среза) отмечено небольшое различие. Так, в образцах от синхронного контроля по сравнению с виварийным контролем, выявлена тенденция к увеличению количества пустых остеоцитарных лакун, однако различия не достоверны (рис. 2).

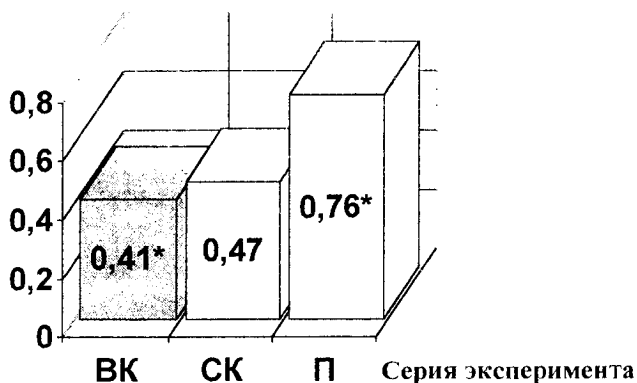


Рис. 1. Изменение количества остеоцитарных лакун в биообразцах подвздошной кости обезьян на единицу площади гистосреза. ВК – виварийный контроль; СК – синхронный контроль; П – космический полет

Таким образом, в биообразцах подвздошной кости обезьян от виварийного и синхронного контролей принципиальных изменений в гистоструктуре костной ткани и клетках не выявлено.

Биообразцы костной ткани гребня подвздошной кости обезьян, находившиеся в условиях космического полета также представляют собой кусочки

минерализованной костной ткани, включающие остеоциты. Гистологический анализ показал, что биообразцы костной ткани полетной серии содержат большое количество остеоцитарных лакун. По сравнению с виварийным и синхронным контролями их количество на условную единицу площади среза достоверно не изменяются (рис. 1). Размещаются остеоцитарные лакуны в костной ткани относительно равномерно, однако размеры некоторых из них значительно увеличены. Большинство остеоцитов в биообразцах кости от животных полетной группы сохраняют типичную структуру и по своим основным характеристикам почти не отличаются от клеток контрольных животных. Остеоциты представляют собой полиморфные клетки с цитоплазматическими отростками, которые внедряются в канальца минерализованного матрикса. Клетки располагаются в лакунах и со всех сторон окружены межклеточным кальцифицированным веществом. В некоторых лакунах встречаются остеоциты, которые отделены от кальцированного матрикса значительным по ширине пространством. Исследование показало, что имеются и некоторые различия. Так, в биообразцах обезьян полетной серии наблюдается деструкция минерализованного матрикса по периферии остеоцитарных лакун. Возрастает количество разрушающихся остеоцитов, в связи с чем достоверно увеличивается количество пустых остеоцитарных лакун на условную единицу площади гистосреза по сравнению с контролем (рис. 2). Выявленные изменения в остеоцитах по-видимому носят адаптивно-компенсаторный характер. Наши результаты согласуются с данными А. С. Капланского, Г. Н. Дурновой [8] и Н. В. Родионовой [9] о снижении в условиях микрогравитации функциональной активности клеток в костной ткани. Увеличение количества пустых лакун происходит в результате деструкции остеоцитов и свидетельствуют о тенденции к развитию остеопоротических перестроек в кости, особенно при длительных полетах.



\*  $p \leq 0,05$

Рис.2. Изменение относительного количества пустых лакун в биообразцах подвздошной кости обезьян по сравнению с количеством остеоцитов на единицу площади гистосреза. ВК – виварийный контроль; СК – синхронный контроль; П – космический полет.

## ВЫВОДЫ

1. Костная ткань в биообразцах подвздошной кости обезьян из виварийного и синхронного контролей по своим основным гистоструктурным характеристикам не имеет принципиальных различий.

2. Увеличение в биообразцах костной ткани животных полетной группы количества пустых лакун в связи с деструкцией части остеоцитов свидетельствуют о тенденции к появлению остеопоротических перестроек при снижении гравитационной нагрузки на скелет.

3. Выявленные изменения в костной ткани носят адаптивный характер и не отражают развития выраженной патологии, в условиях двухнедельного космического полета.

## Список литературы

1. Оганов В. С., Рахманов А. С., Терновой С. К., Новиков В. Е., Дубонос С. Л. Минеральная плотность костей скелета у человека при моделировании сниженной гравитационной нагрузки // Космич. биология и авиакосмич. медицина. – 1989, – №5. – С. 43-47.
2. Григорьев А. И., Воложин А. И., Ступаков Г. П. Минеральный обмен у человека в условиях измененной гравитации. – М.: Наука, 1994. – 216 с.
3. Газенко О. Г., Григорьев А. И., Егоров А. Д. и др. Физиологические проблемы невесомости/ Под ред. О. Г. Газенко, И. И. Касьяна. – М.: Медицина, 1990. – 286 с.
4. Оганов В. С., Бакулин А. В., Мурашко Л. М., Моргун В. В., Воронин Л. И., Чердаков Н. В. и др. Клинико-физиологическая оценка изменений минерализации костной ткани у космонавтов // Космич. биология и авиакосмич. медицина. Тезисы докладов XI конферен. – 1998. – Т. 2. – С. 99-100.
5. Орлов О. И., Шашков В. С., Григорьев А. И. Влияние дифосфонатов на обмен кальция, его регуляция и состояние костной ткани при моделировании физиологических эффектов невесомости // Эксперим. и клинич. фармакология. – 1992. – Т. 55, №5. – С. 61-65.
6. Кнетс И. В. Влияние невесомости, гиподинамии и гипокинезии на биомеханическое состояние костей // Современные проблемы биомеханики. – 1993. – №7. – С. 186-195.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высш.шк., 1980. – 293 с.
8. Капланский А. С., Дурнова Г. И., Ильина-Какцева Е. И., Сахарова З. Ф. Гистоморфометрический анализ костей крыс, экспонированных на биоспутнике «Космос-1887» // Результаты исследований на биоспутниках. – М.: РАН, отделение физиологии, 1992. – С. 181-187.
9. Родионова Н. В., Оганов В. С., Золотова Н. В. Ультраструктурные изменения остеоцитов в условиях микрогравитации // 3-тя науково-практична конф. «Актуальні проблеми експериментальної медицини». – Київ: НДЛЦ НМУ. – 1999. – С. 36-37.