

УДК: 611.71/.72  
© Кутя С.А., 2010

## ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПЕРЕГРУЗОК НА ОРГАНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСТЕЙ КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА Кутя С.А.

*Крымский государственный медицинский университет им. С.П. Георгиевского*

**Кутя С.А.** Влияние поперечных гравитационных перегрузок на органические характеристики костей крыс разного возраста // Украинский морфологический альманах. – 2010. – Том 8, №2. – С. 115-117.

В статье представлены результаты исследования плотности, минеральной насыщенности, зольности костей, индекса Симона при моделировании гипергравитации 9g у крыс разного возраста. Показано, что направленность и выраженность изменений зависит от возраста животных, вида костей и кратности действия перегрузок. Наибольшие изменения подверглись плотность и минеральная насыщенность костей двухмесячных крыс.

**Ключевые слова:** гипергравитация, кости, возрастной аспект

**Кутя С.А.** Вплив поперечних гравітаційних перевантажень на органічні характеристики кісток щурів різного віку // Український морфологічний альманах. – 2010. – Том 8, №2. – С. 115-117.

В статті наведені результати дослідження щільності, мінеральної насиченості, зольності кісток, індексу Симона при моделюванні гіпергравітації 9g у щурів різного віку. Виявлено, що направленість та вираженість змін залежить від віку тварин, виду кісток та кратності дії перевантажень. Найбільші зміни характерні для щільності та мінеральної насиченості кісток двомісячних щурів.

**Ключові слова:** гіпергравітація, кістки, віковий аспект

**Kutyu S.A.** Influence of transverse gravitational overloads of organic features of various age rat bones // Ukrainian morphological almanac. – 2010. – Tom 8, №2. – С. 115-117.

Article contains results of investigation of bone density, mineral saturation, ash content, robusticity index in various age rats exposed to 9g hypergravity. It is revealed that direction and evidence of changes depend on rat age, bone type and hypergravity multiplicity. Bone density and mineral saturation of two-month-old rats were undergone the greatest changes.

**Key words:** hypergravity, bones, age

В нашей предыдущей работе было показано, что десяти- и тридцатикратные гравитационные перегрузки вызывают изменение ряда показателей, характеризующих кость как орган, у крыс двухмесячного возраста [1]. **Целью этого исследования** явилось установление органических характеристик костей разных типов с увеличением кратности действия перегрузок до шестидесяти и у животных разных возрастных групп.

**Материалы и методы.** Экспериментальное исследование проведено на 108 крысах самцах линии Вистар трех возрастных групп: двух-, шести- и двенадцатимесячных животных с исходной массой 120-130 г, 200-220 г и 260-280 г соответственно, которые были разделены на две серии – экспериментальную и контрольную. Животных первой серии ежедневно подвергали воздействию поперечных гравитационных перегрузок величиной 9g в течение 10 минут в виде следующих друг за другом трех “площадок” продолжительностью по 3 минуты (с двумя 30-ти секундными перерывами между ними). Гипергравитацию моделировали путем вращения животных в периферических контейнерах на центрифуге Ц-2/500 (рабочий диапазон от 1 до 50 g, радиус плеча 50 см, градиент нарастания - 1,6 g/c, градиент спада - 0,6-0,8 g/c). Контролем служили животные, которых на период сеанса гипергравитации помещали в аналогичные контейнеры и размещали на платформе центрифуги.

Эксперимент на животных выполняли в соответствии с правилами Европейской конвенции защиты позвоночных животных, использующихся в экспериментальных и других научных целях [4].

По окончании сроков эксперимента (10, 30 и 60 дней) животных декапитировали под эфирным наркозом и выделяли большеберцовую, плечевую, тазовую кости и третий поясничный позвонок.

Остеометрию выполняли штангенциркулем с точностью до 0,05 мм.

Количественную оценку структурной композиции костей производили по показателям плотности (ПД, г/см<sup>3</sup>) и объемного содержания минеральных веществ (минеральная насыщенность, МН, г/см<sup>3</sup>). По отношению массы минералов к массе кости определяли зольность костей (ЗЛ, %), характеризующую степень минерализации костного вещества. Выше упомянутые параметры рассчитывали по следующим формулам: ПД =  $\frac{P_{\text{костн}}}{V}$ ; МН =  $\frac{P_{\text{золим}}}{V}$ ; ЗЛ =  $\frac{P_{\text{золим}}}{P_{\text{костн}}} \cdot 100\%$  [3].

Определение объема костей проводили посредством градуированной пробирки - по объему вытесненной жидкости. Озолнение костей производили в муфельной печи при температуре 520°C в течение 12 часов. Взвешивание проводили на аналитических весах АН-50.

С целью интеграции ростовых параметров костей, ее прочностных характеристик и минерального баланса рассчитывали индекс Симона (ИС):

$$ИС = \frac{l}{\sqrt[3]{m}},$$

где  $l$  – длина кости (для позвонка – высота его тела),  $m$  – масса нативной кости [2].

Данные, полученные в результате исследования, обрабатывались с использованием методов вариационной статистики. Достоверной считали вероятность ошибки менее 5% ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и их обсуждение.** У двухмесяч-

ных крыс 10-кратные ежедневные гравитационные перегрузки привели к снижению ИС во всех исследованных костях (рис. 1-4). Показатели ПЛ, МН и ЗЛ костей превосходили контрольные значения. При этом достоверные изменения наблюдали только в трубчатых костях. Так, МН большеберцовых костей была больше данных контроля на 18,48% ( $p < 0,05$ ), плечевых - на 13,77% ( $p < 0,05$ ) (рис. 1-4). При увеличении кратности воздействия гравитационных перегрузок до 30 наблюдали изменения ИС аналогичной направленности предыдущему сроку. В плечевых костях он был ниже контрольных значений на 7,37% ( $p < 0,05$ ), а в тазовых - на 5,91% ( $p < 0,05$ ). ПЛ и МН трубчатых костей была выше, чем в контроле, а тазовых костей и позвонков - ниже. При этом ЗЛ всех костей превышала контрольные значения (рис. 1-4). После 60-ти дней эксперимента у животных этой возрастной группы обнаружили значительное увеличение показателей ПЛ и МН. Так, в трубчатых костях они превышали контрольные значения на 12,73% ( $p < 0,05$ ) и 16,05% ( $p < 0,05$ ) (большеберцовые кости) и на 13,62% ( $p < 0,05$ ) и 18,53% ( $p < 0,05$ ) соответственно. В тазовых костях ПЛ и МН были больше аналогичных значений у крыс контрольной серии на 29,41% ( $p < 0,05$ ) и 31,2% ( $p < 0,05$ ) соответственно, а в позвонках - на 33,39% ( $p < 0,05$ ) и 40,78% ( $p < 0,05$ ). Эти явления сочетались с достоверным снижением ИС в большеберцовых костях на 2,83% ( $p < 0,05$ ) и в тазовых на 4,70% ( $p < 0,05$ ). ЗЛ всех костей превышала значе-

ния контроля (рис. 1-4).

При исследовании костей крыс шестимесячного возраста, подвергавшихся влиянию гипергравитации 10 раз, нами было обнаружено достоверное отклонение только ЗЛ плечевых костей, которая была большей значений контроля на 1,19% ( $p < 0,05$ ). Остальные показатели мало отличались от контрольных результатов. При этом ПЛ и МН большинства костей превышала данные контроля (рис. 1-4). После 30 дней эксперимента изучаемые показатели в трубчатых костях слабо отличались от данных контроля. В тазовых же костях и позвонках наблюдали статистически достоверное снижение их ПЛ на 8,74% ( $p < 0,05$ ) и 16,11% ( $p < 0,05$ ) соответственно и МН на 8,46% ( $p < 0,05$ ) и 14,34% ( $p < 0,05$ ) соответственно (рис. 1-4). При увеличении кратности воздействия гравитационных перегрузок до шестидесяти в большеберцовых костях отмечали увеличение всех показателей в сравнении с контрольными данными: ИС на 3,68% ( $p > 0,05$ ), ПЛ на 8,84% ( $p > 0,05$ ), МН на 18,63% ( $p < 0,05$ ) и ЗЛ на 8,10% ( $p < 0,05$ ). В плечевых костях достоверно увеличились ИС на 4,22% ( $p < 0,05$ ) и ЗЛ - на 4,83% ( $p < 0,05$ ). ПЛ, МН и ЗЛ тазовых костей превышали контрольные значения на 9,91% ( $p < 0,05$ ), 15,98% ( $p < 0,05$ ) и 5,30% соответственно. В отличие от других костей в позвонках отмечали достоверное снижение ИС на 3,26% ( $p < 0,05$ ). ЗЛ позвонков была больше, чем в контроле на 4,64% ( $p < 0,05$ ) (рис. 1-4).

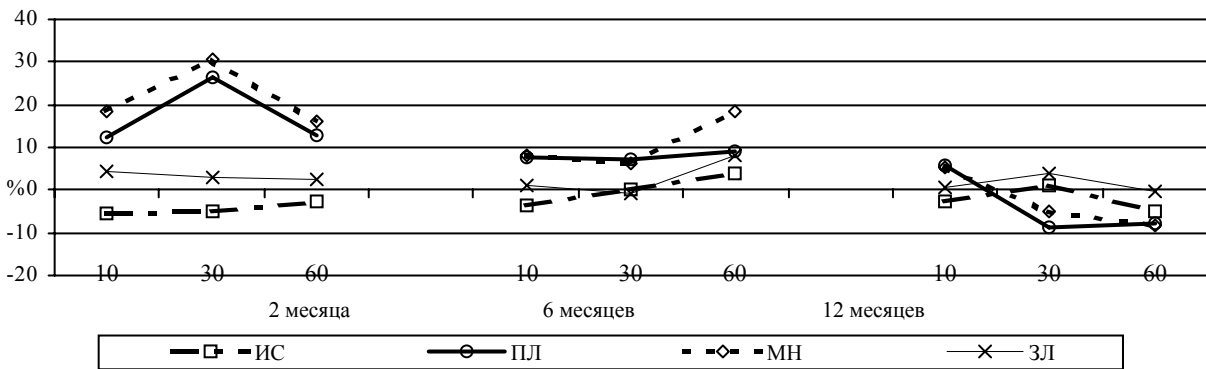


Рис. 1. Динамика изменений показателей ИС, ПЛ, МН и ЗЛ большеберцовых костей крыс в условиях моделируемой гипергравитации.

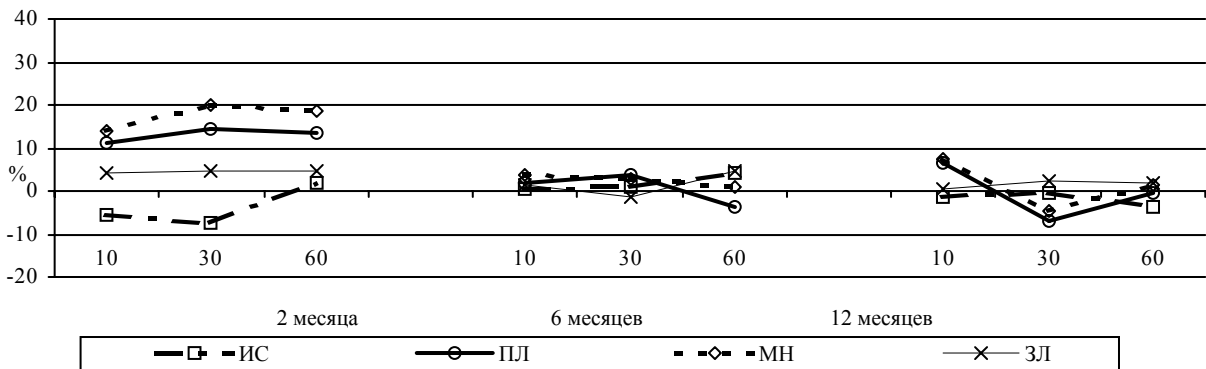


Рис. 2. Динамика изменений показателей ИС, ПЛ, МН и ЗЛ плечевых костей крыс в условиях моделируемой гипергравитации.

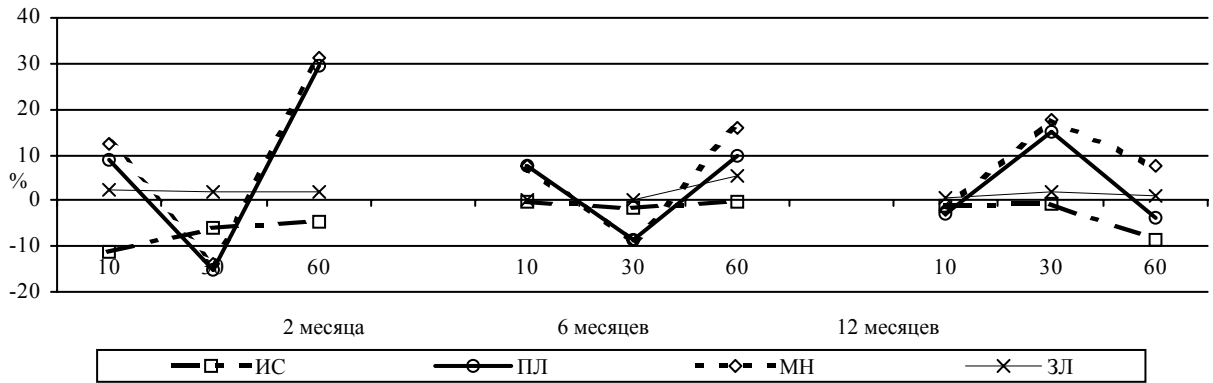


Рис. 3. Динамика изменений показателей ИС, ПЛ, МН и ЗЛ тазовых костей крыс в условиях моделируемой гипергравитации.

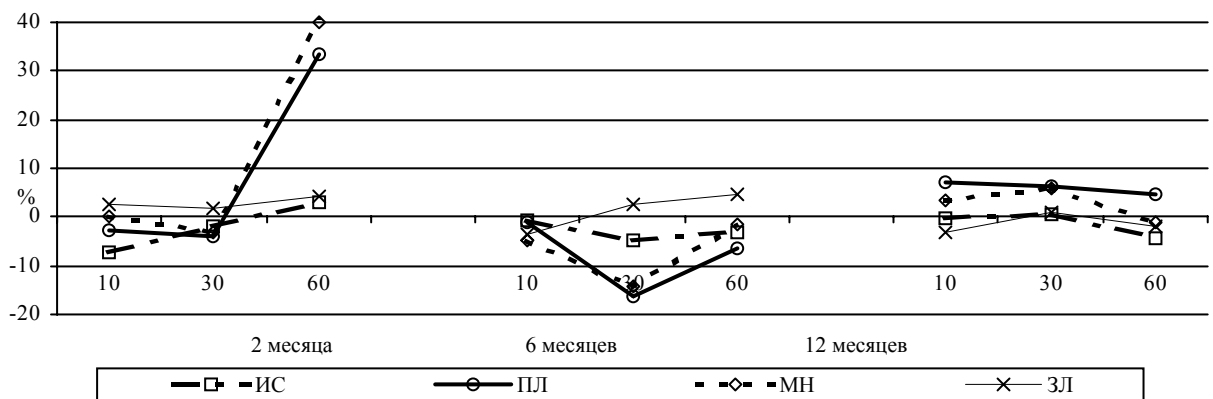


Рис. 4. Динамика изменений показателей ИС, ПЛ, МН и ЗЛ позвонков крыс в условиях моделируемой гипергравитации.

У двенадцатимесячных животных 10-ти кратные гравитационные перегрузки не вызвали достоверных отклонений от контрольных данных ни в одной из исследованных костей (рис. 1-4). Через 30 дней от начала эксперимента достоверно возросла ЗЛ костей: большеберцовых на 3,74% ( $p < 0,05$ ), плечевых на 2,29% ( $p < 0,05$ ), тазовых на 1,89% ( $p < 0,05$ ). Кроме того, в тазовых костях отмечали возрастание их ПЛ и МН на 14,9% ( $p < 0,05$ ) и 17,66% ( $p < 0,05$ ) соответственно (рис. 1-4). После 60-ти дней опыта у крыс этой возрастной группы обращает на себя внимание снижение ИС во всех костях от 3,77% ( $p < 0,05$ ) в плечевых до 8,48% ( $p < 0,05$ ) – в тазовых. ЗЛ плечевых костей была больше контрольных значений на 1,64% ( $p < 0,05$ ). Остальные полученные результаты были статистически не достоверны (рис. 1-4).

**Выводы:**

1. Гипергравитация величиной 9g вызывает изменение прочности костей, их плотности, минеральной насыщенности и зольности, направленность и выраженность которых зависит от возраста животных, вида костей и кратности действия гравитационных перегрузок.

2. Гравитационные перегрузки оказывают более выраженное влияние на показатели плотности и минеральной насыщенности костей,

чем на их зольность и пластичность. Наибольшие изменения обнаружены у двухмесячных животных.

В перспективе планируется проведение исследований, направленных на выяснение механизмов, вызвавших эти изменения.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Кутя С.А. Органные характеристики костей крыс под влиянием гравитационных перегрузок / С.А. Кутя // Медицина сегодня и завтра. – 2009. - №1. – С. 18 – 21.
2. Пикалюк В. С. Методичні аспекти дослідження скелету людини і тварин / В.С.Пикалюк. — Сімферополь, 2007. — 272 с.
3. Ступаков Г. П. Костная система и невесомость / Г. П. Ступаков, А. И. Воложин. — М. : Наука, 1989. — 184 с. — (Проблемы космической биологии; т. 63).
4. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose: Council of Europe 18.03.86. — Strasbourg, 1986. — P. 52.