

УДК 57.042

Показатели гистоморфометрии костной ткани крыс после опорной разгрузки на фоне применения витамина D₃

Лукичёва Надежда Анатольевна^(*)

luckichyowa.n@yandex.ru

SPIN-код: 7555-3005

Гордиенко Кирилл Владимирович

k.vl.gordienko@gmail.com

SPIN-код: 6869-3415

Васильева Галина Юрьевна

galvassilieva@mail.ru

SPIN-код: 7518-1150

ГНЦ РФ — ИМБП РАН, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрено влияние опорной разгрузки разной длительности (7 и 21 сутки) на структуру губчатого костного вещества большеберцовой кости крыс на фоне ежедневного применения витамина D₃ и без. Показано, что опорная разгрузка приводит к структурным изменениям, свидетельствующим о снижении костной массы. Применение витамина D₃ в исследуемой дозировке не предотвращает костные изменения при 21-суточном воздействии.

Ключевые слова: опорная разгрузка, гистоморфометрический анализ, костная ткань, витамин D₃

Введение. Негативное влияние опорной разгрузки на костную ткань подтверждается множеством исследований с участием людей [1] и лабораторных животных [2]. Показано, что длительное снижение нагрузки приводит к изменениям минерального обмена, потерям костной массы и структурным изменениям костной ткани. В качестве одного из потенциальных средств профилактики рассматривается витамин D₃, метаболиты которого регулируют кальций-фосфорный обмен.

Несмотря на широкое применение, на данный момент нет исследований, показывающих однозначно положительный эффект применения витамина D₃ для профилактики изменений костной ткани при дефиците опорной нагрузки [3].

Целью данной работы была оценка влияния опорной разгрузки разной длительности на структуру костной ткани без профилактики и на фоне ежедневного приема витамина D₃ (4 МЕ/сутки).

Методы и материалы; результаты. В работе представлены результаты двух экспериментов (протоколы биоэтической комиссии № 529 от 12.11.2019 г. и № 568 от 23.12.2020 г.), проведенных на половозрелых самцах крыс линии Wistar: антиортостатическое вывешивание (АВ) 7 и 21 сутки (n = 31; 4 группы) и АВ 7 и 21 сутки на фоне применения витамина D₃ (n = 62; 8 групп).

Опорная разгрузка животных осуществлялась методом Новикова – Ильина в модификации Морей – Холтон [4, 5]. Для каждой вывешенной группы была соответствующая группа контроля.

Анализ проводился в зонах проксимального метафиза большеберцовой кости. Подготовку гистологических препаратов осуществляли по стандартной методике [6]. Микроскопию проводили с использованием микроскопа Eclipse Ni-E Nikon в программном обеспечении TopView. Для оценки состоя-

ния костной ткани использовали следующие показатели: количество трабекул на 1 мм^2 (N. Tb), площадь трабекул (S Tb), толщина трабекул (Tb. Th), расстояние между ними (Tb. Sp.) и соотношение площади костной ткани к площади ткани (BV/TV).

В эксперименте без применения витамина D₃ выявлены следующие различия между группами АВ и контроля: S Tb — ниже в группах после АВ ($p = 0,0157$ для 7 суток и $p = 0,0136$ для 21 суток); BV/TV также ниже в группах после АВ ($p = 0,0086$ для 7 суток и $p = 0,0005$ для 21 суток); Tb. Th — ниже в группе после 21-суточного АВ в сравнении с контролем.

В эксперименте с витамином D₃ BV/TV ниже, чем у контрольных групп только после 21-суточного АВ. Это отмечается как при сравнении групп с витамином D₃ так и групп, получавших плацебо ($p = 0,0029$ для групп с витамином D₃, $p = 0,0036$ для групп с плацебо). Наибольшее значение Tb. Sp. выявлено в группе животных после 21-суточной опорной разгрузки, которые ежедневно получали витамин D₃ ($p = 0,0360$ при сравнении с соответствующим контролем).

Заключение. Полученные результаты показывают, что животные после опорной разгрузки отличаются более низкими показателями плотности костной ткани в сравнении с контрольными группами. Значимые изменения отмечены уже через 7 суток воздействия. Применение витамина D₃ в исследуемой дозировке не предотвращают структурные изменения в губчатом костном веществе при длительной опорной разгрузке.

Список источников

- [1] Baran R., Wehland M., Schulz H., Heer M., Infanger M., Grimm D. Microgravity-related changes in bone density and treatment options: a systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022, vol. 23, art. no. 8650. <https://doi.org/10.3390/ijms23158650>
- [2] Дурнова Г.Н., Капланский А.С. Сравнительное гистоморфометрическое исследование большеберцовых костей у самцов и самок крыс при вывешивании за хвост в антиортостатическом положении. *Авиакосмическая и экологическая медицина*, 2003, № 37, с. 29–32.
- [3] Caruso J., Patel N., Wellwood J., Bollinger L. Impact of exercise-induced strains and nutrition on bone mineral density in spaceflight and on the ground. *Aerospace medicine and human performance*, 2023, vol. 94, pp. 923–933. <https://doi.org/10.3357/AMHP.6255.2023>
- [4] Ильин Е.А., Новиков В.Е. Стенд для моделирования физиологических эффектов невесомости в лабораторных экспериментах с крысами. *Космическая биология и авиакосмическая медицина*, 1980, № 3, с. 79–80.
- [5] Morey-Holton E.R., Globus R.K. Hindlimb unloading rodent model: technical aspects. *Journal of Applied Physiology*, 2002, vol. 92, pp. 367–377. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00969>
- [6] Erben R.G., Glösmann M. Histomorphometry in rodents. *Methods Mol Biol.*, 2012, vol. 816, pp. 279–303. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-415-5_19