

УДК 616.74-008.64-06:611.71-018:577.118]-092.9  
DOI: 10.24061/1727-0847.21.3.2022.36

**Р. Р. Довган, З. З. Масна\***

*Кафедри травматології і ортопедії (зав. – проф. І. Р. Трут'як), \*оперативної хірургії з топографічною анатомією (зав. – проф. З. З. Масна) Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького*

## ВПЛИВ ГІПОДИНАМІЇ НА ЯКІСТЬ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ СТЕГНОВОЇ КІСТКИ В ЕКСПЕРИМЕНТІ

**Резюме.** Злами стегнової кістки становлять 10-12% від загальної кількості усіх травматичних пошкоджень кісткової системи людини. Серед причин високої частоти зламів стегнової кістки різні автори називають, окрім анатомічних особливостей, зниження якості кісткової тканини, зумовлене гіподинамією. Метою нашої роботи стало з'ясування змін якості кісткової тканини, що розвиваються в різних ділянках проксимальної частини стегнової кістки на тлі вимушеної гіподинамії.

Дослідження виконане на 10 білих безпородних статевозрілих щурах-самцях віком 3,0-3,5 місяці і масою 180,0-200,0 г. Вимушену гіподинамію моделювали шляхом іммобілізації задніх кінцівок гіпсовою пов'язкою за типом кокситної (з укріпленням металевим дротом), з повним обмеженням рухів у кульшових та колінних суглобах. Термін спостереження становив 4-и тижні. Щільність кісткової тканини в ділянці головки, шийки, великого вертлюга та проксимальної ділянки діафізу стегнової кістки визначали методом радіовізіографії. Встановлено, що у інтактного щура найвищі показники щільності має кісткова тканина великого вертлюга ( $156,8 \pm 14,87$  УОС), дещо нижчі головки ( $143,92 \pm 13,07$  УОС) та проксимальної ділянки діафізу стегнової кістки ( $136,32 \pm 19,68$  УОС), найнижчі – шийки стегнової кістки ( $131,28 \pm 12,86$  УОС).

На тлі відсутності змін у кульшовому та колінному суглобах і у структурі кісткової тканини стегнової кістки, за даними рентгенографії, через чотири тижні вимушеної гіподинамії щільність кісткової тканини головки стегнової кістки і великого вертлюга знижувалась до  $140,08 \pm 9,84$  УОС та  $149,97 \pm 16,18$  УОС відповідно, щільність кісткової тканини проксимальної ділянки діафізу стегнової кістки збільшувалась до  $143,73 \pm 17,52$  УОС, а щільність кісткової тканини шийки стегнової кістки залишалась на тому ж рівні, що і у інтактного щура, становлячи  $131,04 \pm 9,16$  УОС.

**Ключові слова:** гіподинамія, стегнова кістка, кісткова тканина, щільність.

Як засвідчують джерела сучасної наукової медичної літератури та дані офіційної статистики, злами стегнової кістки становлять 10-12% від загальної кількості усіх травматичних пошкоджень кісткової системи людини [1-5]. Частота зламів за локалізацією в різних ділянках стегнової кістки має суттєві відмінності: 71% припадає на її проксимальний відділ, 15,4% становлять діафізарні переломи [2, 3]. За даними інших авторів, злами проксимального відділу стегнової кістки становлять 18-20% від загальної кількості травм опорно-рухового апарату, і більше 50% їх припадає на шийку стегна [4, 5]. Оскільки злами стегнової кістки є причиною інвалідизації 7,7-29% пацієнтів, а у 5,5-49,6% випадків мають летальне завершення, лікування та реабілітація таких пацієнтів має не лише медичну, але й економічну складову і переводить проблему в категорію медико-соціальних [1, 2].

Серед причин високої частоти зламів стегнової кістки різні автори називають, окрім анатомічних особливостей, зниження якості кісткової тканини, зумовлене численними екзо- та ендогенними чинниками, зокрема гіподинамією, що стала сьогодні «неінфекційною пандемією» XXI століття [1, 6-8].

**Мета дослідження:** з'ясування змін якості кісткової тканини, що розвиваються в різних ділянках проксимальної частини стегнової кістки на тлі вимушеної гіподинамії.

**Матеріал і методи.** Дослідження виконане на 10 білих безпородних статевозрілих щурах-самцях віком 3,0-3,5 місяці і масою 180,0-200,0 г. Тварин утримували на стандартному раціоні віварію Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького з вільним доступом до води, при сталій температурі й вологості.

Тварин розподілено на контрольну та експериментальну групи по 5 тварин у кожній.

Вимушену гіподинамію моделювали шляхом іммобілізації задніх кінцівок гіпсовою пов'язкою за типом кокситної (з укріпленням металевим дротом), з повним обмеженням рухів у кульшових та колінних суглобах. Термін спостереження ста-

новив 4-и тижні. Щільність кісткової тканини в ділянці головки, шийки, великого вертлюга та проксимальної ділянки діафізу стегнової кістки визначали методом радіовізіографічного дослідження на апараті фірми Siemens з програмним забезпеченням Trophy Radiology (рис. 1), Одиниця виміру щільності тканин – умовна одиниця сірості (УОС).

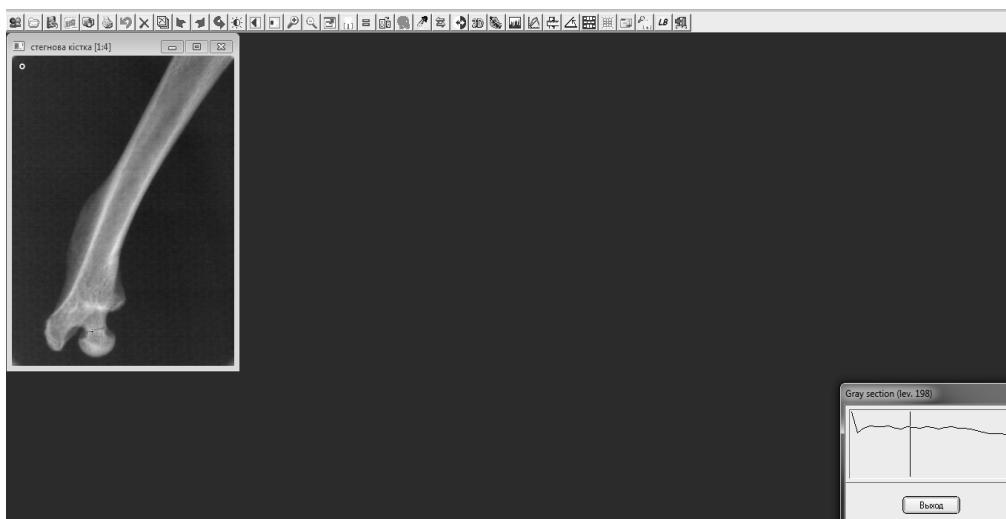


Рис. 1. Алгоритм визначення щільності кісткової тканини методом радіовізіографічного дослідження

#### Результати дослідження та їх обговорення.

Повна іммобілізація задніх кінцівок після накладання укріпленої кокситної пов'язки мала суттєвий вплив на загальний стан експериментальних тварин. Намагання звільнитись від пов'язки супроводжувалось неспокоєм та агресією упродовж двох перших тижнів експерименту. У цей же період спостерігали зниження апетиту та стабілізацію показників маси тіла. Приріст маси відновлювався лише впродовж четвертого тижня після накладання пов'язки.

Результати рентгенологічного обстеження засвідчили відсутність змін у кульшовому та колінному суглобах і у структурі кісткової тканини стегнової кістки упродовж усього терміну експерименту.

Проведене визначення показників щільності різних ділянок проксимальної частини стегнової кістки інтактного щура дало змогу встановити, що серед досліджуваних структур найбільшу щільність має кісткова тканина великого вертлюга ( $156,8 \pm 14,87$  УОС), найменшу – шийки стегнової кістки ( $131,28 \pm 12,86$  УОС). Щільність кісткової тканини головки та проксимальної ділянки діафіза стегнової кістки становить  $143,92 \pm 13,07$  УОС та  $136,32 \pm 19,68$  УОС відповідно.

Через чотири тижні вимушеної гіподинамії щільність кісткової тканини головки стегнової кістки і великого вертлюга знижувалась до  $140,08 \pm 9,84$  УОС та  $149,97 \pm 16,18$  УОС відповідно, щільність

кісткової тканини проксимальної ділянки діафіза стегнової кістки збільшувалася до  $143,73 \pm 17,52$  УОС, а щільність кісткової тканини шийки стегнової кістки залишалась на тому ж рівні, що і у інтактного щура, становлячи  $131,04 \pm 9,16$  УОС (рис. 2).

Результати проведеного дослідження засвідчують, що через чотири тижні експериментальної гіподинамії найвищі показники щільності кісткової тканини зберігає ділянка великого вертлюга, найнижчі – ділянка шийки стегнової кістки, Проте, на відміну від інтактного щура, показники щільності кісткової тканин у проксимальній ділянці стегнової кістки є вищими, ніж у ділянці головки стегна.

Наукова медична література містить численні публікації щодо наслідків гіподинамії, які призводять до порушень метаболізму та кровообігу, атрофічних змін у кістковій та м'язовій тканинах [9, 10]. Результати проведених нами досліджень засвідчили, що навіть короткотривала (4-тижнева) вимушена гіподинамія, зумовлена іммобілізацією задніх кінцівок, призводять до зниження щільності кісткової тканини (до 1%) у ділянках головки стегнової кістки та великого вертлюга. Оскільки літературні дані засвідчують, що через- та міжвертлюгові злами становлять 3-6% від усіх травматичних уражень опорно-рухового апарату, а від загального числа зламів стегнової кістки до – 52% [4, 6], зниження щільності кісткової тканини у цій ділянці в результаті гіподинамії, на нашу думку, можна розглядати як додатковий чинник ризику у механізмі травми.



Рис. 2. Порівняння щільності кісткової тканини різних ділянок проксимальної частини стегнової кістки інтактного щура та після 4 тижнів гіподинамії

**Висновки.** 1. У інтактного щура найвищі показники щільності має кісткова тканина великого вертлюга ( $156,8 \pm 14,87$  УОС), дещо нижчі – головки ( $143,92 \pm 13,07$  УОС) та проксимальної ділянки діафізу стегнової кістки ( $136,32 \pm 19,68$  УОС), найнижчі – шийки стегнової кістки ( $131,28 \pm 12,86$  УОС). 2. На тлі відсутності змін у кульшовому та колінному суглобах і у структурі кісткової тканини стегнової кістки, за даними рентгенографії, проведено вивчення щільності кісткової тканини різних ділянок проксимальної частини стегнової кістки через 4-и тижні експериментальної гіподинамії засвідчило нерівномірність зміни її показників. 3. Після 4-х тижнів іммобілізації нижніх кінцівок щільність кісткової тканини головки стегнової кістки і великого вертлюга знижувалась, щільність кісткової тканини проксимальної ділянки діафізу стегнової кістки

збільшувалася, а щільність кісткової тканини шийки стегнової кістки залишалась на тому ж рівні, що і у інтактного щура. 4. Через чотири тижні вимушеної гіподинамії найвищі показники щільності кісткової тканини має ділянка великого вертлюга ( $149,97 \pm 16,18$  УОС), дещо нижчі – проксимальної ділянки діафіза ( $143,73 \pm 17,52$  УОС) та головки стегнової кістки ( $140,08 \pm 9,84$  УОС), найнижчі – ділянка шийки стегнової кістки ( $131,04 \pm 9,16$  УОС).

**Перспективи подальших досліджень.** Вивчення змін якості кісткової тканини, що розвиваються на тлі тривалої іммобілізації, дасть змогу підвищити ефективність профілактики зламів у осіб з гіподинамією різної тривалості, краще зрозуміти механізми травми різних ділянок скелета та оптимізувати посттравматичні, а також постіммобілізаційні реабілітаційні заходи.

### Список використаної літератури

1. Жук ПМ, Каяфа АМ. Епідеміологія та еволюція переломів стегнової кістки (огляд літератури). Вісник ортопедії, травматології та протезування. 2015;4:71-6.
2. Ананко АА, Бабко АН. Современная травматологическая тактика при проксимальных переломах бедренной кости (обзор немецкой литературы). Український медичний часопис. 2007;1(57):75-80.
3. Анкин НЛ, Анкин ЛН. Травматология. Европейские стандарты диагностики и лечения. Киев: Книга-плюс; 2012. 464 с.
4. Голка ГГ, Бур'янова ОЯ, Климовицький ВГ. Ушкодження кісток та суглобів нижньої кінцівки. Вінниця: Нова Книга; 2014. 464с.
5. Каплан АВ. Повреждения костей и суставов. Изд. 3. М; 2000:568 с.
6. Головач ІЮ, Зазирний ІМ, Туровская ТВ, Семенов ІП, Евсеенко ВГ, Чипко ТМ, Пинчук ЕИ. Оценка коморбидности у пациентов с переломом шейки бедренной кости на фоне остеопороза и последующим эндопротезированием тазобедренного сустава. Український ревматологічний журнал. 2014;57(3):23-8.
7. Жук ПМ, Каяфа АМ, Абрамов МВ. Результати ендопротезування кульшового суглоба в людей старшої вікової групи в разі переломів стегнової кістки у вертлюговій ділянці. Ортопедия, травматология и протезирование. 2017;1:87-91.

8. Жук ПМ, Каяфа АМ. Результати хірургічного лікування хворих старшої вікової групи з черезвертлюговими та міжвертлюговими переломами стегнової кістки. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2017;4:15-9.
9. Толлок ВС, Полин КВ, Доцюк ЛГ. Виникнення, розвиток та методи запобігання гіподинамії. *Молодий вчений*. 2018;3:153-5.
10. Прокопчук ОО, Полукаров ЮО. Небезпека гіподинамії в сучасному світі: причини виникнення, наслідки та профілактика. В: Левченко ОГ, редактор. *Матеріали Двадцять третьої Всеукр. наук.-метод. конф. Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки; 2020 лист. 16-17; Київ. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського; 2020, с. 193-5.*

#### References

1. Zhuk PM, Kayafa AM. *Epidemiolohiya ta evolyutsiya perelomiv stehnovoyi kistky (ohlyad literatury)*. *Visnyk ortopediyi, travmatolohiyi ta protezuvannya*. 2015;4:71-6. [Ukrainian].
2. Ananko AA, Babko AN. *Sovremennaya travmatolohicheskaya taktyka pry proksymal'nykh perelomakh bedrennoy kosty (obzor nemetskoy lyteratury)*. *Ukrayins'kyy medychnyy chasopys*. 2007;1(57):75-80. [Russian].
3. Ankyn NL, Ankyn LN. *Travmatolohyya. Evropeyskye standarty dyahnostyky y lechenyya*. *Kyev: Knyha-plyus; 2012. 464 s.* [Russian].
4. Holka HH, Bur"yanova OYA, Klymovyts'kyu VH. *Ushkodzhennya kistok ta suhlobiv nyzhn'oyi kintsivky*. *Vinnytsya: Nova Knyha; 2014. 464 s.* [Ukrainian].
5. Kaplan AV. *Povrezhdenyya kostey y sustavov*. *Yzd. Z. M; 2000:568 s.* [Russian].
6. Holovach YYU, Zazyrnyy YM, Turovskaya TV, Semenyy YP, Evseenko VH, Chypko TM, Pynchuk EY. *Otsenka komorbydnosty u patsyentov s perelomom sheyky bedrennoy kosty na fone osteoporoza y posleduyushchym éndoprotezyrovanyem tazobedrennoho sustava*. *Ukrayins'kyy revmatolohichnyy zhurnal*. 2014;57(3):23-8. [Russian].
7. Zhuk PM, Kayafa AM, Abramov MV. *Rezultaty endoprotezuvannya kul'shovoho suhloba v lyudey starshoyi vikovoyi hrupy v razi perelomiv stehnovoyi kistky u vertlyuhoviyi dilyantsi*. *Ortopedyya, travmatolohyya y protezyrovanye*. 2017;1:87-91. [Ukrainian].
8. Zhuk PM, Kayafa AM. *Rezultaty khirurhichnoho likuvannya khvorykh starshoyi vikovoyi hrupy z cherezvertlyuhovymy ta mizhvertlyuhovymy perelomamy stehnovoyi kistky*. *Ortopedyya, travmatolohyya y protezyrovanye*. 2017;4:15-9. [Ukrainian].
9. Tolok VS, Polyn KV, Dotsyuk LH. *Vynyknennya, rozvytok ta metody zapobihannya hipodynamiyi*. *Molodyy vchenyy*. 2018;3:153-5. [Ukrainian].
10. Prokopchuk OO, Polukarov YUO. *Nebezpeka hipodynamiyi v suchasnomu sviti: prychny vynyknennya, naslidky ta profilaktyka*. В: Levchenko OH, redaktor. *Materialy Dvadsyat' tret'oyi Vseukr. nauk.-metod. konf. Problemy okhorony pratsi, promyslovyi ta tsyvil'noyi bezpeky; 2020 lyst. 16-17; Kyiv. Kyiv: KPI im. Ihorya Sikors'koho; 2020, s. 193-5.* [Ukrainian].

#### THE INFLUENCE OF HYPODYNAMY ON THE QUALITY OF THE FEMUR BONE TISSUE IN THE EXPERIMENT.

**Abstract.** Femur fractures make up 10-12% in the total number of all traumatic injuries of the human bone system. Among the reasons of the high frequency of femur fractures, various authors point out, in addition to anatomical features, a decrease in the quality of bone tissue caused by hypodynamia. The purpose of our work was to find out the changes in the quality of bone tissue that develop in different areas of the proximal part of the femur on the background of forced hypodynamia.

The study was performed on 10 white outbredsexually mature male rats aged 3.0-3.5 months and with weigh 180.0-200.0 g. Forced hypodynamia was modeled by immobilizing the hind limbs with a plaster cast of the coxite type (with metal wire reinforcement), with full restriction of movement in hip and knee joints. The observation period was 4 weeks. The density of bone tissue in the area of the head, neck, greater trochanter and the proximal area of the diaphysis of the femur was determined by radiovisiography.

It was established that the bone tissue of the greater trochanter has the highest density indicators ( $156.8 \pm 14.87$ ), slightly lower has the head ( $143.92 \pm 13.07$  CGU) and the proximal part of the diaphysis of the femur ( $136.32 \pm 19.68$  CGU) and the lowest has the neck of the femur ( $131.28 \pm 12.86$  CGU).

On the background of the absence of changes in the hip and knee joints and in the structure of the bone tissue of the femur according to radiography data, after four weeks of forced hypodynamia, the density of the bone

tissue of the head of the femur and the greater trochanter decreased to  $140.08 \pm 9.84$  CGU and  $149.97 \pm 16.18$  CGU, respectively, the density of the bone tissue of the proximal part of the diaphysis of the femur increased to  $143.73 \pm 17.52$  CGU, and the density of the bone tissue of the neck of the femur remained at the same level as in the intact rat, amounting to  $131.04 \pm 9.16$  CGU.

**Key words:** hypodynamia, femur, bone tissue, density.

*Відомості про авторів:*

**Довган Ростислав Романович** – асистент кафедри травматології і ортопедії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, м. Львів;

**Масна Зоряна Зеновіївна** – доктор медичних наук, професор, завідувачка кафедри оперативної хірургії з топографічною анатомією Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, м. Львів.

*Information about the authors:*

**Dovgan Rostyslav R.** – assistant of the Department of Traumatology and Orthopedics of Lviv National Medical University named after Danylo Halytskyi, Lviv;

**Masna Zoriana Z.** – MD, professor, head of the operative surgery and topographic anatomy department, Danylo Halytskyi Lviv National Medical University, Lviv.

Надійшла 01.08.2022 р.

Рецензент – проф. Т. В. Хмара (Чернівці)