

Р.Р. Согуйко
З.З. Масна
О.З. Масна-Чала
І.В. Челпанова

Львівський національний
медичний університет імені
Данила Галицького

Надійшла: 08.05.2019
Прийнята: 17.06.2019

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2019.2.54-62>

УДК 611.716.4-018.4:612.015.31]-08:616-001.5-092.9

АНАЛІЗ ЩІЛЬНОСТІ І МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ НИЖ- НЬОЇ ЩЕЛЕПИ ЩУРА ТА ЗАКОНОМІР- НОСТЕЙ ЇХ ПОСТТРАВМАТИЧНОЇ ДИ- НАМІКИ

Sohujko R.R., Masna Z.Z., Masna-Chala O.Z., Chelpanova I.V.   Density and mineral content analysis of the bone tissue of the lower jaw and peculiarities of the posttraumatic dynamics.

Danylo Halytsky Lviv National Medical University


ABSTRACT. Background Bones fractures today occupy one of the prominent places among traumatic lesions. In dental practice, more than 50% of extractions of teeth are accompanied by the destruction of bone tissue of the alveolar areas of the jaws. A necessary condition for an adequate diagnosis of bone tissue quality deviations from the norm is the knowledge of the standard parameters of this indices, both intact bone and after surgical injury. As the quality of the bone tissue depends not only on its structure but also on the mineral content, the deficiency or excess of any of the mineral elements substantially changes the physical properties of the bone - strength, hardness, elasticity. **Objective.** The aim of our study was to determine the normative indices of the density of bone tissue of the lower jaw of the rat and its mineral content in intact animals, as well as to determine the regularities of the dynamics of these indices after surgical injury. **Methods.** The study was performed on 20 sexually mature, outbred male rats with a body weight of 180-200 g and a 3.5-month old age. The injury was modeled by breaking the integrity of the bone tissue of the mandible in the area of molars with the help of dental drill. The operation was performed under thiopental anesthesia. Control of the quality of bone tissue in the injured area of the mandible was performed using a dental radiovisiographer Siemens with the software Trophy Radiology. The unit of measurement of tissue density was taken to be the conventional unit of gravity (CUG). To determine the mineral content of the bone tissue of the rat's mandible, the method of atomic absorption spectral analysis (AASA) was used, which allowed to detect the contents of eight mineral elements (calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), sodium (Na), potassium (K), iron (Fe), strontium (Sr), zinc (Zn)). Concentration of the investigated elements in bone tissue samples was indicated in mg/g. Investigation of the quality and mineral content of the bone tissue of the mandible was carried out in 1, 2 and 3 weeks after injury (5 animals at each time of the experiment), another 5 animals were in the control group. **Results.** The conducted study showed the presence of expressed dynamics of quality of the bone tissue of the mandible within three weeks after the bone injuries were caused. Within two weeks after injuries, the bone density of the mandible in the injured area gradually increases, increasing twice to the end of the second week compared to normal. During the third week after the injury, the investigated index is reduced, but remains slightly higher than in intact animals. The analysis of the mineral content of the bone tissue of the body of the mandible of the rat in norm and after the surgical trauma has made it possible to determine the quantitative content of all investigated mineral elements. Among the investigated macroelements, the largest proportion belongs to calcium, somewhat smaller phosphorus, the least significant are the proportion of sodium and magnesium. Among the studied microelements, the largest share belongs to potassium. The share of iron was somewhat lower, and the smallest were shares of strontium and zinc. **Conclusion.** Absolute indices of the content of the studied macro- and microelements have unexpressed dynamics for each element. Among all investigated mineral elements during the post-traumatic period, only phosphorus has a dynamics similar to that of bone density.


Key words: bone tissue, density, mineral elements, bone-injured trauma.

Citation:

Sohujko RR, Masna ZZ, Masna-Chala OZ, Chelpanova IV. [Density and mineral content analysis of the bone tissue of the lower jaw and peculiarities of the posttraumatic dynamics]. Morphologia. 2019;13(2):54-62. Ukrainian.

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2019.2.54-62>

 Chelpanova I.V. 0000-0001-5215-814x

 ilona.med75@gmail.com

© SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine», «Morphologia»

Вступ

Злами кісток сьогодні посідають одне з чільних місць серед травматичних уражень. В стоматологічній практиці більше 50% екстракцій зубів супроводжується руйнуванням кісткової тканини коміркових ділянок щелеп [1-5]. Перебіг пост екстракційного періоду та відновлення кісткової тканини залежить від численних чинників – віку пацієнта, наявності супутніх або фонових хронічних захворювань, шкідливих звичок, медикаментозної, алкогольної чи наркотичної залежності, стану безпосередньо кісткової тканини, впливу зовнішнього середовища тощо [5-12]. Тому для вибору оптимального алгоритму лікування та запобігання пост екстракційним ускладненням є необхідним не тільки ретельний збір анамнезу, але й визначення якості кісткової тканини щелеп, що можливо виконати із застосуванням сучасних променевих методів обстеження, зокрема – дентальної радіовізіографії, комп'ютерної томографії. Необхідною умовою адекватної діагностики відхилень показників якості кісткової тканини від норми є знання нормативних показників даного параметра як інтактної кістки, так і після нанесення хірургічної травми [5, 13-14]. Оскільки якість кісткової тканини залежить не лише від її структури, але й від мінерального складу, недостатність або надлишок будь-якого з мінеральних елементів суттєво змінюють фізичні властивості кістки – міцність, твердість, еластичність [16-23].

Мета

Визначення нормативних показників щільності кісткової тканини нижньої щелепи щура та її мінерального складу в інтактних тварин, а також з'ясування закономірностей динаміки цих показників після нанесення хірургічної травми.

Матеріали та методи

Дослідження виконане на 20 статевозрілих безпородних щурах-самцях масою тіла 180–200 г

та віком 3,5 місяці. Дослідних тварин утримували в умовах віварію Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького. Всі дослідження проводилися згідно положень Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986), Директиви Ради Європи 86/609/ЕЕС (1986), Закону України № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження».

Травму моделювали шляхом порушення цілісності кісткової тканини нижньої щелепи в ділянці великих кутніх зубів за допомогою стоматологічного бора. Операцію проводили під тіопенталовим наркозом [24].

Контроль якості кісткової тканини травмованої ділянки нижньої щелепи здійснювали з використанням дентального радіовізіографа фірми Siemens з програмним забезпеченням TrophyRadiology.

Для визначення мінерального складу кісткової тканини нижньої щелепи щура використовували методатомно-абсорбційного спектрального аналізу (ААСА), що дало змогу виявити в досліджуваних зразках вміст восьми мінеральних елементів (з них чотири макроелементи: кальцій (Ca), фосфор (P), магній (Mg), натрій (Na) та чотири мікроелементи: калій (K), залізо (Fe), стронцій (Sr), цинк (Zn)). Концентрацію досліджуваних елементів у зразках кісткової тканини вказували у мг/г. Дослідження якості і мінерального складу кісткової тканини нижньої щелепи проводили через 1, 2 і 3 тижні після нанесення травми (по 5 тварин на кожному терміні експерименту), ще 5 тварин склали контрольну групу.

Результати та їх обговорення

Проведене дослідження засвідчило наявність вираженої динаміки якості кісткової тканини нижньої щелепи впродовж трьох тижнів після нанесення кісткоруйнуючої травми (табл. 1).

Таблиця 1

Щільність кісткової тканини нижньої щелепи щура в нормі та після нанесеної травми (УОС)

| Експериментальні групи | Середнє значення | Дисп | Δ | M- Δ | M+ Δ |
|--------------------------|------------------|--------|----------|-------------|-------------|
| Норма (інтактні тварини) | 75,33 | 177,87 | 14,00 | 61,34 | 89,33 |
| 1-й тиждень експерименту | 107,67 | 689,87 | 27,56 | 80,10 | 135,23 |
| 2-й тиждень експерименту | 152,00 | 394,80 | 20,85 | 131,15 | 172,85 |
| 3-й тиждень експерименту | 99,50 | 820,70 | 30,06 | 69,44 | 129,56 |

Аналіз динаміки досліджуваного показника в експериментальних групах дозволив встановити, що впродовж двох тижнів після нанесення травми щільність кісткової тканини нижньої щелепи в травмованій ділянці поступово зростає, збільшуючись до кінця другого тижня вдвічі у порівнянні з нормою. Впродовж третього тижня

після нанесення травми досліджуваний показник знижується, але залишається дещо вищим, ніж у інтактних тварин (рис. 1).

Проведений аналіз мінерального складу кісткової тканини тіла нижньої щелепи щура в нормі та впродовж трьох тижнів після нанесення хірургічної травми дозволив визначити

кількісний вміст всіх досліджуваних елементів в кістковій тканині на кожному з етапів експерименту та засвідчив наявність їх вираженої

динаміки (табл. 2, рис. 2-13).

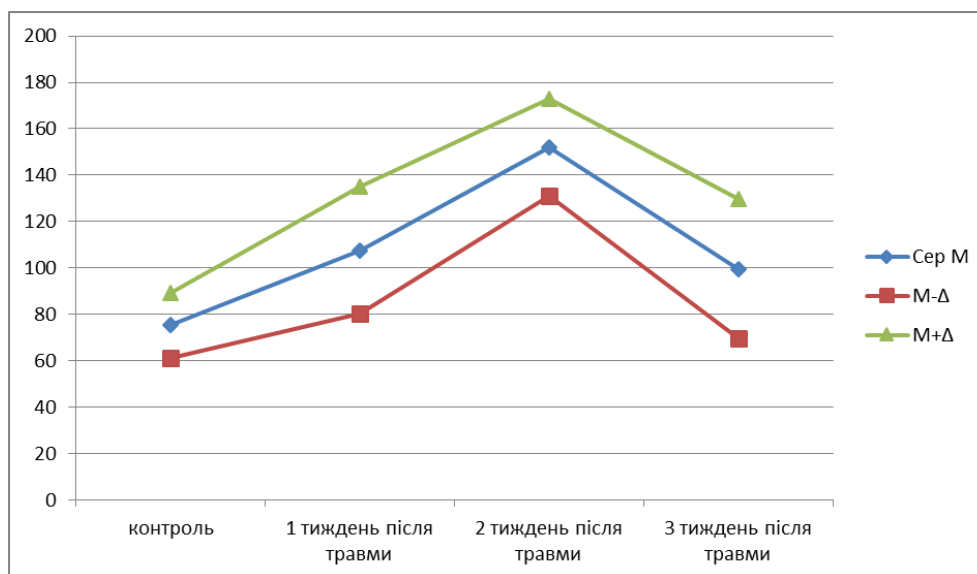


Рис. 1. Динаміка щільності кісткової тканини нижньої щелепи щура впродовж 3-тижневого посттравматичного періоду.

Таблиця 2

Вміст мінеральних елементів в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура в нормі та після нанесеної хірургічної травми за даними атомно-абсорбційного спектрального аналізу(мг/г)

| | | Ca | P | Na | Mg | K | Fe | Sr | Zn |
|--------------------------------|------------------------------------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Інтактні тварини | Середнє М | 14,0067 | 11,56333 | 2,4333 | 2,7867 | 2,9533 | 0,45 | 0,2 | 0,1567 |
| | Ліва межа довірчого інтервалу М-Δ | 13,7925 | 10,28278 | 2,0539 | 2,2525 | 2,8413 | 0,3258 | 0,0758 | 0,0942 |
| | Права межа довірчого інтервалу М+Δ | 14,2208 | 12,84389 | 2,8128 | 3,3208 | 3,0653 | 0,5742 | 0,3242 | 0,2192 |
| 1-й тиждень після експерименту | Середнє М | 40,0633 | 14,36 | 2,3767 | 2,2467 | 1,6767 | 0,9567 | 0,22 | 0,3167 |
| | Ліва межа довірчого інтервалу М-Δ | 38,0003 | 13,61476 | 2,2647 | 2,1216 | 1,5249 | 0,9187 | 0,0958 | 0,2787 |
| | Права межа довірчого інтервалу М+Δ | 42,1264 | 15,10524 | 2,4887 | 2,3717 | 1,8284 | 0,9946 | 0,3442 | 0,3546 |
| 2-й тиждень після експерименту | Середнє М | 38,2 | 14,96 | 2,7167 | 2,35 | 2,21 | 0,7133 | 0,19 | 0,1767 |
| | Ліва межа довірчого інтервалу М-Δ | 37,0616 | 14,69828 | 2,5159 | 1,8086 | 2,0128 | 0,6754 | 0,0658 | 0,1387 |
| | Права межа довірчого інтервалу М+Δ | 39,3384 | 15,22172 | 2,9175 | 2,8914 | 2,4072 | 0,7513 | 0,3142 | 0,2146 |
| 3-й тиждень після експерименту | Середнє М | 41,7667 | 14,30333 | 3,1467 | 2,58 | 2,0967 | 0,8 | 0,2 | 0,27 |
| | Ліва межа довірчого інтервалу М-Δ | 39,2825 | 13,58279 | 2,8834 | 2,5303 | 1,9469 | 0,7503 | 0,0758 | 0,2452 |
| | Права межа довірчого інтервалу М+Δ | 44,2508 | 15,02388 | 3,41 | 2,6297 | 2,2464 | 0,8497 | 0,3242 | 0,2948 |

Зокрема, в ході дослідження було виявлено, що в усіх зразках кісткової тканини серед чотирьох мікроелементів (Ca, P, Mg, Na) найбільша питома частка належить кальцію (45% у інтактних тварин і 68-65-68% після травми) (рис. 2-5).

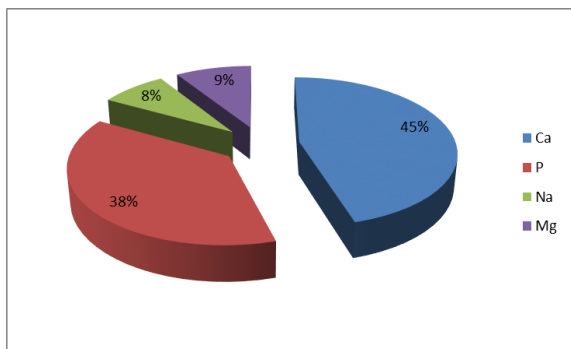


Рис. 2. Питомий вміст мінеральних макроелементів в кістковій тканині тіла нижньої щелепи інтактного щура за даними атомно-абсорбційного спектрального аналізу.

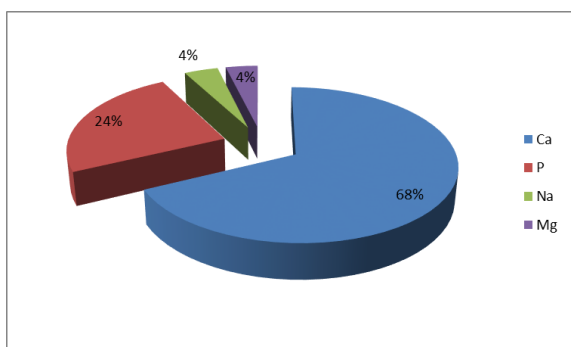


Рис. 3. Питомий вміст мінеральних макроелементів в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура через тиждень після нанесення травми за даними атомно-абсорбційного спектрального аналізу.

Дещо меншою (38% у інтактних тварин і 24-26-23% впродовж експерименту) є питома частка фосфору. Найменшими є питоми частки натрію та магнію, які в інтактних тварин становлять 8% і 9% відповідно, а впродовж експерименту вміст натрію складає 4-5-5%, а магнію – 4% (рис. 2-5).

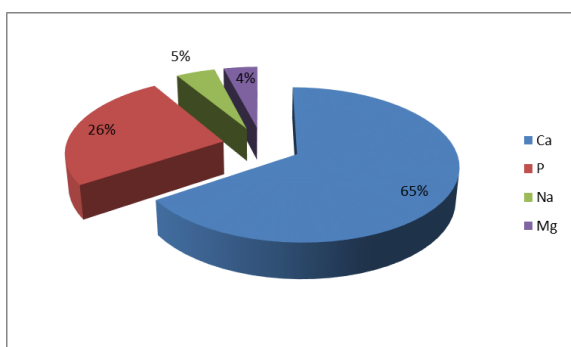


Рис. 4. Питомий вміст мінеральних макроелементів

в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура через два тижні після нанесення травми за даними атомно-абсорбційного спектрального аналізу.

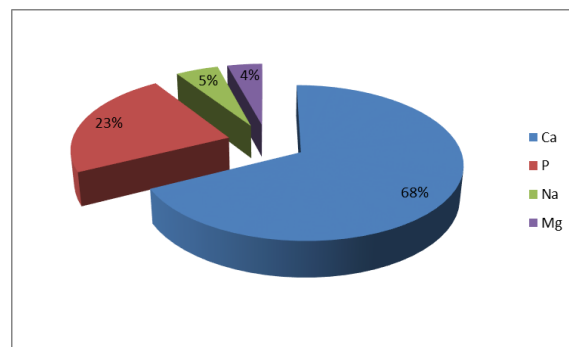


Рис. 5. Питомий вміст мінеральних макроелементів в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура через три тижні після нанесення травми за даними атомно-абсорбційного спектрального аналізу.

Порівняння питомих часток досліджуваних мікроелементів (K, Fe, Sr, Zn) засвідчило, що у всіх зразках кісткової тканини найбільшою була частка калію, яка у інтактних тварин становила 79%, а впродовж трьох експериментальних тижнів – 53-67-62% (рис.6-9).

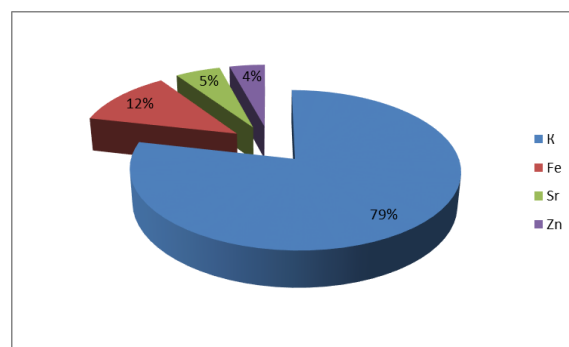


Рис. 6. Питомий вміст мінеральних мікроелементів в кістковій тканині тіла нижньої щелепи інтактного щура за даними атомно-абсорбційного спектрального аналізу.

Питома частка заліза у інтактних тварин складала 12%, а після нанесення травми зростала до 30-22-24% (рис. 6-9).

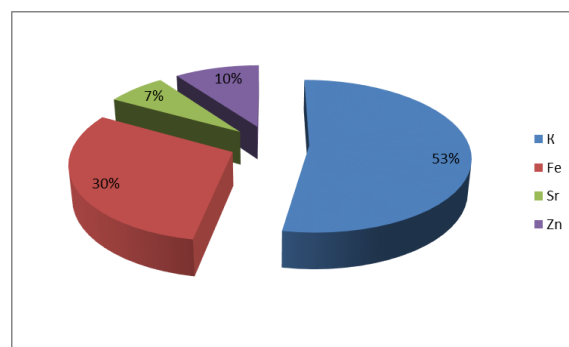


Рис. 7. Питомий вміст мінеральних мікроелементів в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура через тиждень після нанесення травми за даними атомно-

абсорбційного спектрального аналізу.

Найменшими у всіх досліджуваних зразках були частки стронцію та цинку, які в нормі склали 5% та 4% відповідно, а в ході експерименту питома частка стронцію становила 7-6-6%, а цинку – 10-5-8%.

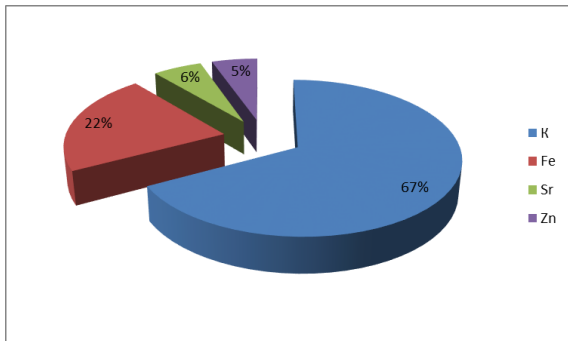


Рис. 8. Питомий вміст мінеральних мікроелементів в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура через два тижні після нанесення травми за даними атомно-абсорбційного спектрального аналізу.

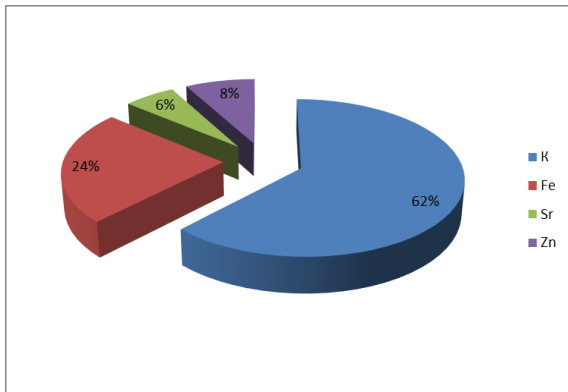


Рис. 9. Питомий вміст мінеральних мікроелементів

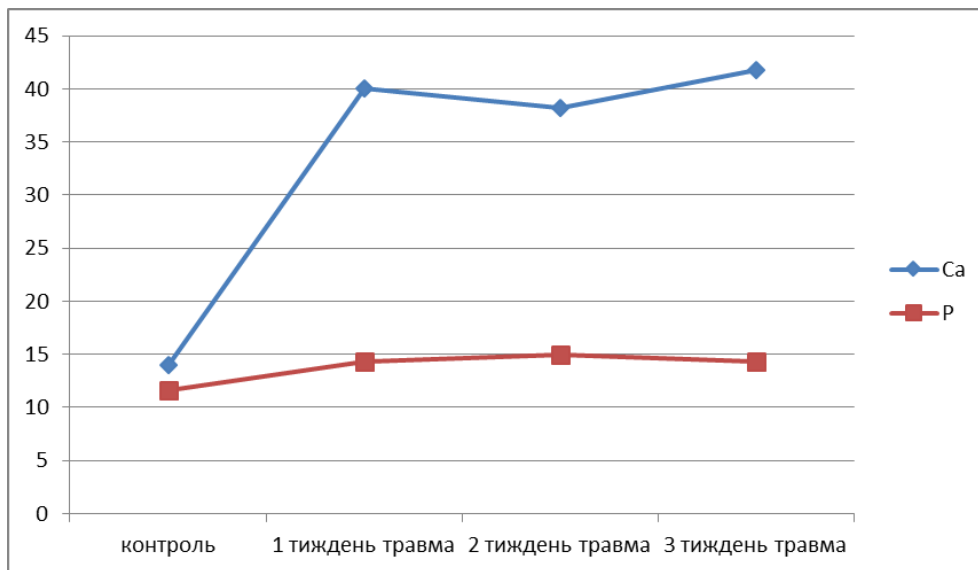


Рис. 10. Динаміка вмісту кальцію та фосфору в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура впродовж трьох тижнів після нанесення хірургічної травми.

в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура через три тижні після нанесення травми за даними атомно-абсорбційного спектрального аналізу.

Вивчення посттравматичних змін у мінеральному складі кісткової тканини тіла нижньої щелепи щура впродовж трьох тижнів експерименту дало змогу з'ясувати, що абсолютні показники вмісту досліджуваних макро-та мікроелементів мають виражену динаміку, характерну для кожного елемента зокрема (рис. 10-13).

Вміст фосфору в кістковій тканині тіла нижньої щелепи зростає після травми до кінця другого тижня і знижується до кінця третього тижня експерименту (рис. 10)

Кількість кальцію, заліза, стронцію та цинку зростає через тиждень після нанесення травми, знижується до кінця другого тижня і знову зростає через три тижні експерименту (рис. 10, 12, 13)

Вміст натрію і магнію знижується до кінця першого тижня експерименту і зростає впродовж наступних двох тижнів (рис. 11).

До кінця першого тижня знижується також вміст калію, який зростає до кінця другого тижня і знову знижується впродовж третього тижня експерименту (рис. 12).

Серед всіх досліджуваних мінеральних елементів впродовж експериментального періоду після нанесеної травми тільки фосфор має динаміку, подібну до динаміки щільності кісткової тканини.

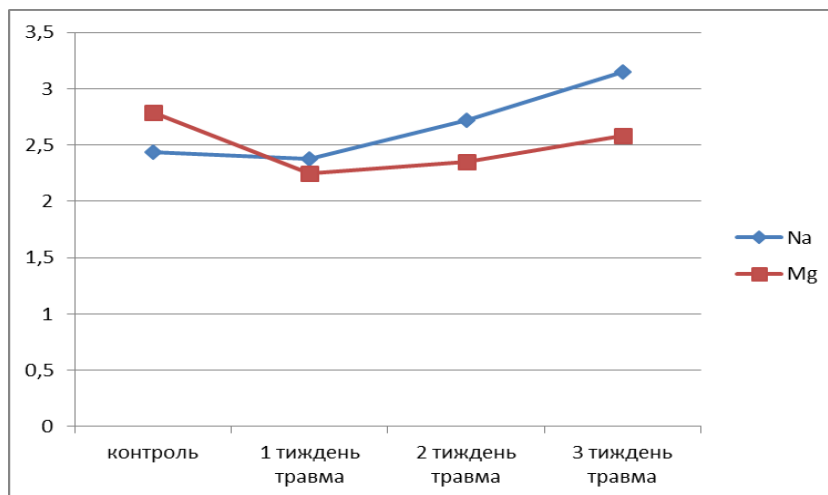


Рис. 11. Динаміка вмісту натрію та магнію в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура впродовж трьох тижнів після нанесення хірургічної травми.

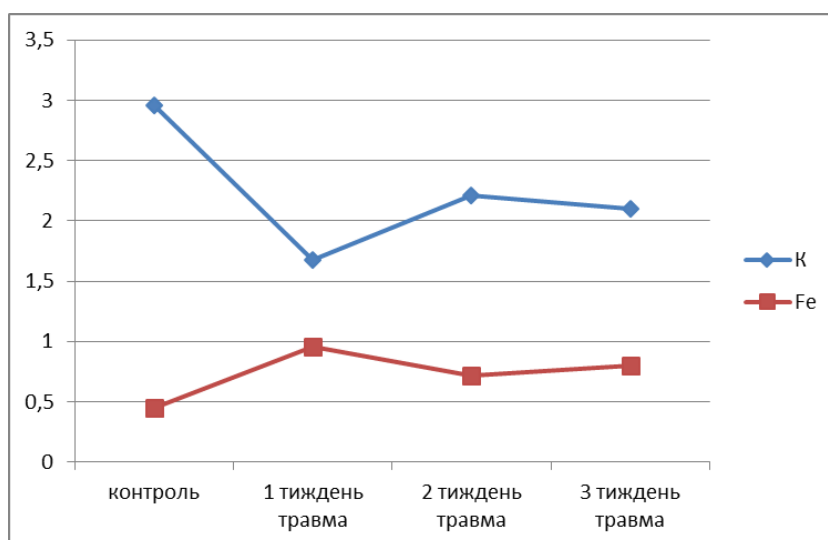


Рис. 12. Динаміка вмісту калію та заліза в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура впродовж трьох тижнів після нанесення хірургічної травми.

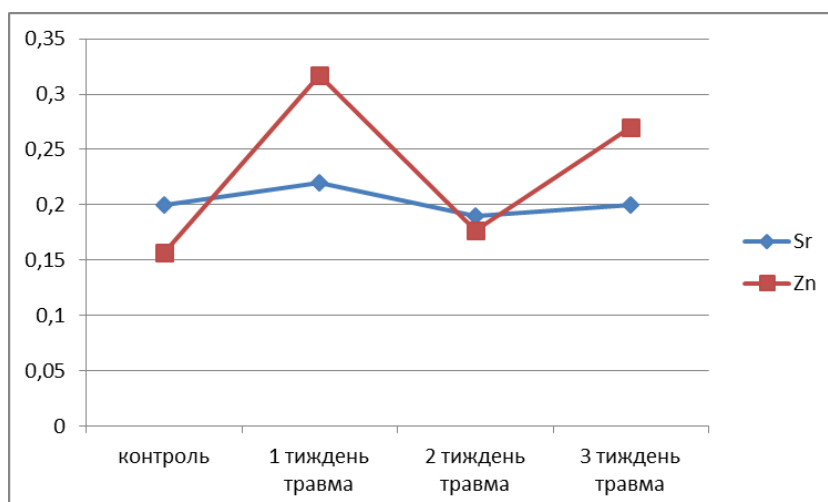


Рис. 13. Динаміка вмісту стронцію та цинку в кістковій тканині тіла нижньої щелепи щура впродовж трьох тижнів

після нанесення хірургічної травми.

Висновки

1. Встановлено виражену динаміку якості та мінерального складу кісткової тканини тіла нижньої щелепи впродовж трьох тижнів після нанесення кісткоруйнучої травми.

2. Впродовж двох тижнів після нанесення травми щільність кісткової тканини нижньої щелепи в травмованій ділянці поступово і знижується до кінця третього тижня експерименту.

3. Аналіз мінерального складу кісткової тканини тіла нижньої щелепи щура в нормі та після нанесення хірургічної травми дозволив визначити кількісний вміст чотирьох макроелементів (Ca, P, Mg, Na) та чотирьох мікроелементів (K, Fe, Sr, Zn)

4. Серед досліджуваних макроелементів найбільша питома частка належить кальцію (45% у інтактних тварин і 68-65-68% після травми), дещо менша фосфору (38% у інтактних тварин і 24-26-23% впродовж експерименту), найменшими є питоми частки натрію та магнію (8% і 9% в інтактних тварин та впродовж експерименту 4-5-5%, і 4% відповідно).

5. Серед досліджуваних мікроелементів найбільша частка належить калію (79% у інтактних тварин та 53-67-62% впродовж трьох експериментальних тижнів). Питома частка заліза у інтактних тварин складала 12%, а після нанесення травми – 30-22-24%, а найменшими були частки стронцію та цинку (5% і 4% в нормі та 7-6-6% і 10-5-8% в ході експерименту відповідно).

6. Абсолютні показники вмісту досліджуваних макро-та мікроелементів мають виражену динаміку, характерну для кожного елемента:

- вміст фосфору зростає після травми впродовж двох тижнів і знижується до кінця третього тижня експерименту;

- кількість кальцію, заліза, стронцію та цинку зростає через тиждень після нанесення травми, знижується до кінця другого тижня і знову зростає через три тижні експерименту;

- вміст натрію і магнію знижується до кінця першого тижня експерименту і зростає впродовж наступних двох тижнів;

- також вміст калію знижується до кінця першого тижня, зростає до кінця другого тижня і знову знижується впродовж третього тижня експерименту.

7. Серед всіх досліджуваних мінеральних елементів впродовж посттравматичного періоду тільки фосфор має динаміку, подібну до динаміки щільності кісткової тканини.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні нормативних показників щільності кісткової тканини експериментальних тварин, а також з'ясуванні закономірностей динаміки показників після нанесення хірургічної травми.

Інформація про конфлікт інтересів

Потенційних або явних конфліктів інтересів, що пов'язані з цим рукописом, на момент публікації не існує та не передбачається.

Джерела фінансування

Дослідження проведено в рамках науково-дослідної теми «Структурна організація, ангіоархітектоніка та антропометричні особливості органів у внутрішньо- та позаутробному періодах розвитку, за умов екзо- та ендопатогенних факторів» (номер державної реєстрації 0115U000041).

Літературні джерела References

1. Avetikov DS, Lokes KP, Stavitsky SO, Yatsenko IV, Rozkolupa OO. [Lower jaw fractures: analysis of frequency of occurrence, localization and complications]. *Visnyk problem biolohiyi i medytsyny*. 2014;3(3):62-64. Ukrainian

2. Rybachuk AB, Mamonov RO, Malanchuk VA. [Epidemiology of traumatic mandibular fractures from 2005 to 2014 on materials of clinic of department]. *Kharkivs'kakhirurhichnashkola*. 2016;1:117-122. Ukrainian

3. Fedirko GV. [The modern idea of the mechanism of regeneration of the mandible in the conditions of polytrauma]. *Klinichna stomatolohiya*. 2015;1:89-94. Ukrainian

4. Kim TG, Chung KJ, Lee JH, Kim YH, Lee JH. Clinical Outcomes Between Atrophic and Nonatrophic Mandibular Fracture in Elderly Patients. *J Craniofac Surg*. 2018;29(8):e815-e818. doi: 10.1097/SCS.0000000000004863.

5. Mingzhe L, Xiaofeng X, Bing X. Current therapy of atrophic edentulous mandibular fractures among elderly people. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2017;35(4):433-436. doi: 10.7518/hxkq.2017.04.017.

6. Dahy K, Takahashi K, Saito K, Kiso H, Rezk I, Oga T, et al. Gender differences in morphological and functional outcomes after mandibular setback surgery. *J Craniofac Surg*. 2018;46(6):887-892. doi: 10.1016/j.jcms.2018.04.006.

7. Damanaki A, Memmert S, Nokhbehshaim M, Sanyal A, Gnad T, Pfeifer A, et al. Impact of obesity and aging on crestal alveolar bone height in mice. *Ann Anat*. 2018;218:227-235. doi: 10.1016/j.aanat.2018.04.005.

8. Jategaonkar AA, Badhey AK, Sokoya M, Kadakia S, Mudrovich S, Ducic Y. Total mandibulectomy defect in the setting of chronic

- bisphosphonate use. *Am J Otolaryngol.* 2018;39(5):649-651. doi: 10.1016/j.amjoto.2018.05.004.
9. Kim JW, Tatad JCI, Landayan MEA, Kim SJ, Kim MR. Animal model for medication-related osteonecrosis of the jaw with precedent metabolic bone disease. *Bone.* 2015;81:442-448. doi: 10.1016/j.bone.2015.08.012.
10. Pichardo SEC, Ten Broek FW, Richard van Merkesteyn JP. Treatment of pathologic fractures of the mandible in stage III medication-related osteonecrosis of the jaw-an observational study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018;46(8):1241-1246. doi: 10.1016/j.jcms.2018.05.025.
11. Yu X, Liu S, Wang W, Li S. Periodontal ligament-associated protein-1 delays rat periodontal bone defect repair by regulating osteogenic differentiation of bone marrow stromal cells and osteoclast activation. *Int J Mol Med.*
12. Zhou J, Gao X, Huang S, Ma L, Cui Y, Wang H, et al. Simvastatin Improves the Jaw Bone Microstructural Defect Induced by High Cholesterol Diet in Rats by Regulating Autophagic Flux. *Biomed Res Int.* 2018;2018:4147932. doi: 10.1155/2018/4147932.
13. Ryzhuk X, Kukhlevsky Yu, Masna Z. [Features of the density of hard tissues of the dentoelectric apparatus in adolescents living in Lviv region]. *Visnyk problem biolohiyi i medytsyny.* 2011;3(1):138-140. Ukrainian
14. Carmo JZB, Medeiros SF. Mandibular Inferior Cortex Erosion on Dental Panoramic Radiograph as a Sign of Low Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2017;39(12):663-669. doi: 10.1055/s-0037-1606622.
15. On SW, Kim HJ, Kim J, Choi JW, Jung YW, Song SI. Effect of Osteoporosis on Bone Density of Orthognathic Osteotomy Sites in Maxillofacial Region. *J Craniofac Surg.* 2016;27(7):e678-e683.
16. Avetikov DS, Lokes KP, Ishchenko VV. [Changes of the mineral component of mandibular bone in the dynamics of reparative osteogenesis under conditions of chronic nitrate intoxication]. *Visnyk problem biolohiyi i medytsyny.* 2014;2(1):37-39.
17. Avetikov DS, Lokes KP, Stavitsky SO, Yatsenko IV. [Changes in the organic and mineral components of the mandibular bone tissue and reparative osteogenesis on the background of chronic sodium nitrate intoxication]. *Trauma.* 2013;14(5):109-111.
18. Andreeva OV. [The chemical composition of the lower jaw of white rats of different ages with the introduction of glucocorticoids and bisphosphonate Zomet]. *Ukrayinskyy morfolohichnyy almanakh.* 2011;9(2):135-138. Ukrainian
19. Krynitsky RP. [Analysis of bone mineral composition of the collar part of the mandible and its age dynamics in male and female subjects]. *Klinichna anatomiya ta operatyvna khirurgiya.* 2015;14(3):40-43. Ukrainian
20. Chaikovska SYu. [Analysis of age-related dynamics of bone mineral composition of the collar part of the mandible in preschool children]. *Klinichna anatomiya ta operatyvna khirurgiya.* 2016;15(3):53-57. Ukrainian
21. Cui Y, Lu C, Chen B, Han J, Zhao Y, Xiao Z, Han S, et al. Restoration of mandibular bone defects with demineralized bone matrix combined with three-dimensional cultured bone marrow-derived mesenchymal stem cells in minipig models. *J Mater Sci Mater Med.* 2018;29(9):147. doi: 10.1007/s10856-018-6152-3.
22. Foster BL, Ao M, Willoughby C, Soenjaya Y, Holm E, Lukashova L, et al. Mineralization defects in cementum and craniofacial bone from loss of bone sialoprotein. *Bone.* 2015;78:150-164. doi: 10.1016/j.bone.2015.05.007.
23. Tataru MR, Łuszczewska-Sierakowska I, Krupski W. Serum Concentration of Macro-, Micro-, and Trace Elements in Silver Fox (*Vulpes vulpes*) and Their Interrelationships with Morphometric, Densitometric, and Mechanical Properties of the Mandible. *Biol Trace Elem Res.* 2018;185(1):98-105. doi: 10.1007/s12011-017-1221-x.
24. Soguyko RR, Masna ZZ, Bilyn GV, inventors; Danylo Halytskyi Lviv National Medical University, patent holder. [Method for simulating lower jaw injury in rat]. *Utility Model Patent No. 118784.* 2017 Aug 28

Согуйко Р.Р., Масна З.З., Масна-Чала О.З., Челпанова І.В. Аналіз щільності і мінерального складу кісткової тканини нижньої щелепи щура та закономірностей їх посттравматичної динаміки.

РЕФЕРАТ. Актуальність. Злами кісток сьогодні посідають одне з чільних місць серед травматичних уражень. В стоматологічній практиці більше 50% екстракцій зубів супроводжується руйнуванням кісткової тканини коміркових ділянок щелеп. Необхідною умовою адекватної діагностики відхилень показників якості кісткової тканини від норми є знання нормативних показників данного параметра як інтактної кістки, так і після нанесення хірургічної травми. **Мета.** Метою нашого дослідження стало визначення нормативних показників щільності кісткової тканини нижньої щелепи щура та її мінерального складу в інтактних тварин, а також з'ясування закономірностей динаміки цих показників після нанесення

хірургічної травми. **Методи дослідження.** Дослідження виконане на 20 статевозрілих безпородних щурах-самцях масою тіла 180–200 г та віком 3,5 місяці. Травму моделювали шляхом порушення цілісності кісткової тканини нижньої щелепи в ділянці великих кутніх зубів за допомогою стоматологічного бора. Операцію проводили під тіопенталовим наркозом. Контроль якості кісткової тканини травмованої ділянки нижньої щелепи здійснювали з використанням дентального радіовізіографа фірми Siemens з програмним забезпеченням TrophyRadiology. Дослідження якості і мінерального складу кісткової тканини нижньої щелепи проводили через 1, 2 і 3 тижні після нанесення травми (по 5 тварин на кожному терміні експерименту), ще 5 тварин склали контрольну групу **Результати.** Проведене дослідження засвідчило наявність вираженої динаміки якості кісткової тканини нижньої щелепи впродовж трьох тижнів після нанесення кісткоруйнуючої травми. Впродовж двох тижнів після нанесення травми щільність кісткової тканини нижньої щелепи в травмованій ділянці поступово зростає, збільшуючись до кінця другого тижня вдвічі у порівнянні з нормою. Впродовж третього тижня після нанесення травми досліджуваний показник знижується, але залишається дещо вищим, ніж у інтактних тварин. Серед досліджуваних макроелементів найбільша питома частка належить кальцію, дещо менша фосфору, найменшими є питоми частки натрію та магнію. Серед досліджуваних мікроелементів найбільша частка належить калію. Питома частка заліза була дещо меншою, а найменшими були частки стронцію та цинку. Абсолютні показники вмісту досліджуваних макро- та мікроелементів мають виражену динаміку, характерну для кожного елемента. **Підсумок.** Серед всіх досліджуваних мінеральних елементів впродовж посттравматичного періоду тільки фосфор має динаміку, подібну до динаміки щільності кісткової тканини.

Ключові слова: кісткова тканина, щільність, мінеральні елементи, кісткоруйнуюча травма.

Согуйко Р.Р., Масна З.З., Масна-Чала О.З., Челпанова И.В. Анализ плотности и минерального состава костной ткани нижней челюсти крысы и закономерностей их посттравматической динамики.

РЕФЕРАТ. Актуальность. Переломы костей сегодня занимают одно из ведущих мест среди травматических поражений. В стоматологической практике более 50% экстракций зубов сопровождается разрушением костной ткани ячеистых участков челюстей. Необходимым условием адекватной диагностики отклонений показателей качества костной ткани от нормы является знание нормативных показателей данного параметра как интактной кости, так и после нанесения хирургической травмы. **Цель.** Целью нашего исследования стало определение нормативных показателей плотности костной ткани нижней челюсти крысы и ее минерального состава у интактных животных, а также выяснение закономерностей динамики этих показателей после нанесения хирургической травмы. **Методы исследования.** Исследование выполнено на 20 половозрелых беспородных крысах-самцах массой тела 180-200 г и возрастом 3,5 месяца. Травму моделировали путем нарушения целостности костной ткани нижней челюсти в области больших коренных зубов с помощью стоматологического бора. Операцию проводили под тиопенталовым наркозом. Контроль качества костной ткани травмированного участка нижней челюсти осуществляли с использованием дентального радиовизиографа фирмы Siemens с программным обеспечением TrophyRadiology. Исследование качества и минерального состава костной ткани нижней челюсти проводили через 1, 2 и 3 недели после нанесения травмы (по 5 животных на каждом сроке эксперимента), еще 5 животных составили контрольную группу. **Результаты.** Проведенное исследование показало наличие выраженной динамики качества костной ткани нижней челюсти в течение трех недель после нанесения костноразрушающей травмы. В течение двух недель после нанесения травмы плотность костной ткани нижней челюсти в травмированной области постепенно растет, увеличиваясь к концу второй недели вдвое по сравнению с нормой. В течение третьей недели после нанесения травмы исследуемый показатель снижается, но остается несколько выше, чем у интактных животных. Среди исследуемых макроэлементов наибольший удельный вес принадлежит кальцию, несколько меньше фосфора, наименьшими являются удельные доли натрия и магния. Среди исследуемых микроэлементов наибольшая доля принадлежит калию. Удельный вес железа был несколько меньше, а наименьшими были доли стронция и цинка. Абсолютные показатели содержания исследуемых макро- и микроэлементов имеют выраженную динамику, характерную для каждого элемента. **Заключение.** Среди всех исследуемых минеральных элементов в течение посттравматического периода только фосфор имеет динамику, подобную динамике плотности костной ткани.

Ключевые слова: костная ткань, плотность, минеральные элементы, костноразрушающая травма.