

УДК 611.716.4-001.5-018.4:612.015.7]-08  
DOI: 10.24061/1727-0847.21.1.2022.09

**І.В. Челпанова, О.З. Масна-Чала\*, З.З. Масна\*\***

*Кафедри гістології, цитології та ембріології (зав. – доц. І.В. Челпанова); \*хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії (зав. – проф. Я.Е. Варес); \*\*оперативної хірургії з топографічною анатомією (зав. – проф. З.З. Масна), Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького*

## ДИНАМІКА МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ КРОЛИКА ПІСЛЯ НАНЕСЕННЯ КІСТКОВОРУЙНІВНОЇ ТРАВМИ

**Резюме.** Властивості кісткової тканини, зокрема її міцність і твердість, залежать від мінерального компонента кістки. Метою нашої роботи стало дослідження вмісту чотирьох мінеральних макроелементів: кальцію, фосфору, магнію та натрію у кістковій тканині нижньої щелепи кролика та аналіз його посттравматичної динаміки. Дослідження проведене на 20 статевозрілих кроликах у віці 6-7 місяців, вагою 2,5-3,0 кг. Усіх тварин розподілено на експериментальну (15 тварин) та контрольну (5 тварин) групи. Тваринам експериментальної групи під комбінованим знеболенням білатерально наносили кістковоруйнівну травму шляхом порушення цілісності кісткової тканини коміркової частини нижньої щелепи за допомогою стоматологічного бора. Тварин виводили з експерименту через 1, 2 і 3 тижні після нанесення травми, після чого проводили дезартикуляцію нижньої щелепи. Для визначення мінерального складу кісткової тканини використовували метод атомно-абсорбційного спектрального аналізу. Визначали вміст чотирьох мінеральних елементів (Ca, P, Mg, Na). Встановлено, що вміст кальцію до кінця першого тижня після нанесення травми збільшується більше, ніж у два рази, до кінця другого тижня незначно знижується, а впродовж третього тижня знову незначно збільшується. Вміст фосфору в кістковій тканині збільшується до кінця першого тижня після травми, а впродовж наступних двох тижнів знижується. Кількість натрію до кінця першого тижня після травми незначно знижується, а впродовж наступних двох тижнів збільшується і в кінці третього тижня перевищує норму. Кількість магнію у кістковій тканині знижується упродовж двох тижнів після нанесення травми, а до кінця третього тижня збільшується, практично повертаючись до нормальних показників. Результати проведеного дослідження дали змогу зробити висновок про те, що впродовж трьох тижнів після нанесення хірургічної кістковоруйнівної травми досліджувані макроелементи кісткової тканини мають виражену динаміку, різну та характерну для кожного елемента.

**Ключові слова:** кісткова тканини, мінеральний склад, кістковоруйнівна травма, нижня щелепа.

Властивості кісткової тканини, зокрема її міцність і твердість, залежать від мінерального компонента кістки [1, 2]. Упродовж різних етапів онтогенезу мінеральний склад кісткової тканини змінюється, в результаті чого змінюються і механічні властивості кісток, які з віком втрачають еластичність і гнучкість, але стають більш твердими та міцними [1-4]. Вплив різних чинників як екзогенного, так і ендогенного походження на мінеральний склад кістки є причиною розвитку численних патологічних станів кісткової системи, які призводять до суттєвого зниження якості життя сучасної людини і мають високий ступінь інвалідизації [4-6].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, патологія кісткової тканини серед основних

медико-соціальних проблем посідає сьогодні четверте місце після захворювань серцево-судинної системи, онкозахворювань та цукрового діабету [5, 6].

**Мета дослідження:** дослідити вміст чотирьох мінеральних макроелементів: кальцію, фосфору, магнію та натрію у кістковій тканині нижньої щелепи кролика та аналіз його посттравматичної динаміки.

**Матеріал і методи.** Дослідження проведене на 20 статевозрілих кроликах у віці 6-7 місяців, вагою 2,5-3,0 кг. Тварин утримували на стандартному раціоні віварію Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького з вільним доступом до води, при сталій температурі й вологості. Усіх тварин розподілено на експериментальну (15 тварин) та контрольну (5 тварин) групи.

Тваринам експериментальної групи під комбінованим знеболенням білатерально наносили кістковоруйнівну травму шляхом порушення цілісності кісткової тканини коміркової частини нижньої щелепи за допомогою стоматологічного бора. Тварин виводили з експерименту через 1, 2 і 3 тижні після нанесення травми, після чого проводили дезартикуляцію нижньої щелепи.

Для визначення мінерального складу кісткової тканини використовували метод атомно-абсорбційного спектрального аналізу (ААСА). Визначали вміст чотирьох мінеральних елементів (Са, Р, Mg, Na).

Комітетом з біоетики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького (протокол № 3 від 11 березня 2020 р.) встановлено, що дослідження проводили відпо-

відно до 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».

**Результати дослідження та їх обговорення.** Проведене вивчення мінерального складу кісткової тканини тіла нижньої щелепи інтактного кролика та дослідження особливостей його динаміки впродовж трьох тижнів після нанесення хірургічної кістковоруйнівної травми дали змогу визначити кількісний вміст усіх досліджуваних макроелементів у кістковій тканині на кожному з етапів експерименту, а також засвідчили наявність їх вираженої динаміки (таблиця).

Таблиця

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

	Са	Р	Na	Mg
Інтактні тварини	17,014+ 0,25	10,712+ 1,37	2,381+ 0,32	3,017+ 0,53
1-й тиждень після експерименту	37,045+ 2,63	13,521+ 1,17	2,175+ 0,12	2,357+ 0,32
2-й тиждень після експерименту	35,702+ 1,07	13,185+ 0,32	2,814+ 0,14	2,183+ 0,57
3-й тиждень після експерименту	38,271+ 3,75	12,327+ 0,97	2,976+ 0,52	2,985+ 0,08

Аналіз посттравматичних змін у мінеральному складі кісткової тканини коміркової ділянки нижньої щелепи кролика впродовж трьох тижнів експерименту дав змогу з'ясувати, що абсолютні показники вмісту всіх досліджуваних макроелементів мають виражену динаміку, різну для кожного елемента.

Встановлено, що вміст кальцію до кінця першого тижня після нанесення травми збільшується більше, ніж у два рази, до кінця другого тижня незначно знижується, а впродовж третього тижня знову незначно збільшується. Вміст фосфору в кістковій тканині тіла нижньої щелепи збільшується до кінця першого тижня після травми, а впродовж наступних двох тижнів знижується.

Кількість натрію до кінця першого тижня після травми незначно знижується, а впродовж наступних двох тижнів збільшується і в кінці третього тижня перевищує норму.

Кількість магнію у кістковій тканині знижується впродовж двох тижнів після нанесення травми, а до кінця третього тижня збільшується, практично повертаючись до нормальних показників.

Фахова література містить численні дані щодо вивчення мінерального складу кісткової тканини

людини та експериментальних тварин за умов фізіологічної норми, а також після травм та на тлі метаболічних змін в організмі чи впливу зовнішніх чинників [2-4, 7-10]. Очевидно, що результати клінічних та експериментальних досліджень, виконані із застосуванням різних методик, об'єктами яких є різні ділянки скелета, мають суттєві розбіжності [7-10]. Проте, на нашу думку, важливою є певна подібність посттравматичної динаміки вмісту окремих мінеральних елементів у кістковій тканині навіть при різних абсолютних показниках їх кількості, встановлених під час проведення нашого та інших незалежних експериментальних досліджень [7, 8].

**Висновок.** Упродовж трьох тижнів після нанесення хірургічної кістковоруйнівної травми досліджувані макроелементи кісткової тканини мають виражену динаміку, різну та характерну для кожного елемента.

**Перспективи подальших досліджень.** Дані, отримані в результаті глибокого та різнобічного вивчення мінерального складу кісткової тканини різних ділянок скелета, допоможуть удосконалити існуючі та запропонувати нові схеми лікування патологічних станів кісткової тканини шляхом корекції складу її мінерального компонента.

### Список використаної літератури

1. Пикалюк ВС, Мостовой СО. Современные представления о биологии и функции костной ткани. Таврический медико-биологический вестник. 2006;9(3):186-95.
2. Гусак ЄВ, Погорелов МВ, Ткач ГФ, Данильченко СМ, Бумейстер ВІ, та ін. Мікроелементний склад довгих та мішаних кісток скелета в нормі. Український морфологічний альманах. 2010;8(4):51-5.
3. Криницький РП. Аналіз мінерального складу кісткової тканини коміркової частини нижньої щелепи та його вікової динаміки у осіб чоловічої та жіночої статі. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2015;14(3):40-3.
4. Козак ДВ, Давибіда НО. Мінералізація кісткової тканини за різних режимів рухової активності у віковому аспекті. Галицький лікарський вісник. 2015;22(4):30-2.
5. Шуба НМ. Остеопороз актуальная проблема XXI века: современное представление о патогенезе и терапии. Український ревматологічний журнал. 2008;32(2):5-14.
6. Фролова ТВ, Охалкина ОВ, Берус АВ. Остеопороз у детей и подростков: современный взгляд на проблему. Здоровье ребенка. 2006;2:106-10.
7. Согуйко РР. Особливості динаміки щільності та мінерального складу кісткової тканини нижньої щелепи після кісткоруйнуючої травми та застосування лінкоміцину. Морфологія. 2019;2(154):320-5.
8. Согуйко РР, Масна ЗЗ, Павлів ХІ. Аналіз посттравматичної динаміки щільності та мінерального складу кісткової тканини нижньої щелепи щура на тлі тривалого вживання налбуфіну та після лікування лінкоміцином. Вісник проблем біології і медицини. 2019;4(153):231-7.
9. Korenkov AV. Regeneration of the long bone after implantation into its defect of osteoplastic material. Cerabone. Osteologicky Bulletin. 2016;21(1):24-7.
10. Korenkov AV. Computed tomography densitometry of femoral defect healing after implantation of calcium phosphate bioceramics in rats. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. 2016;19(2):87-95.

### References

1. Pykalyuk VS, Mostovoy SO. Sovremennye predstavleniya o byolohyy u funktsyy kostnoy tkany. Tavrycheskyy medyko-byolohycheskyy vestnyk. 2006;9(3):186-95. [in Ukrainian].
2. Husak YeV, Pohoryelov MV, Tkach HF, Danyl'chenko SM, Bumeyster VI, ta in. Mikroelementnyy sklad dovhykh ta mishanykh kistok skeleta v normi. Ukrainskiy morfoljgichnyi al'manakh. 2010;8(4):51-5. [in Ukrainian].
3. Krynyts'kyu RP. Analiz mineral'noho skladu kistkovoyi tkanyny komirkovoyi chastyny nyzhn'oyi shchelepy ta yoho vikovoyi dynamiky u osib cholovichoyi ta zhinochoyi stati. Klinichna anatomiya ta operatyvna khirurhiya. 2015;14(3):40-3. [in Ukrainian].
4. Kozak DV, Davybida NO. Mineralizatsiya kistkovoyi tkanyny za riznykh rezhymiv rukhovoyi aktyvnosti u vikovomu aspekti. Halyts'kyu likars'kyu visnyk. 2015;22(4):30-2. [in Ukrainian].
5. Shuba NM. Osteoporoz aktual'naya problema XXI veka: sovremennoe predstavlenye o patoheneze y terapiyy. Ukrayins'kyu revmatolohichnyy zhurnal. 2008;32(2):5-14. [in Ukrainian].
6. Frolova TV, Okhapykna OV, Berus AV. Osteoporoz u detey y podrostkov: sovremennyy vz-hlyad na problemu. Zdorov'e rebenka. 2006;2:106-10. [in Russian].
7. Sohuyko RR. Osoblyvosti dynamiky shchil'nosti ta mineral'noho skladu kistkovoyi tkanyny nyzhn'oyi shchelepy pislya kistkoruynyuchoyi travmy ta zastosuvannya linkomitsynu. Morfolohiya. 2019;2(154):320-5. [in Ukrainian].
8. Sohuyko RR, Masna ZZ, Pavliv KHI. Analiz posttravmatychnoyi dynamiky shchil'nosti ta mineral'noho skladu kistkovoyi tkanyny nyzhn'oyi shchelepy shchura na tli tryvaloho vzhyvannya nalbufinu ta pislya likuvannya linkomitsynom. Vistnyk problem biolohiyi i medytsyny. 2019;4(153):231-7. [in Ukrainian].
9. Korenkov AV. Regeneration of the long bone after implantation into its defect of osteoplastic material. Cerabone. Osteologicky Bulletin. 2016;21(1):24-7.
10. Korenkov AV. Computed tomography densitometry of femoral defect healing after implantation of calcium phosphate bioceramics in rats. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. 2016;19(2):87-95.

### DYNAMICS OF BONE MINERAL COMPOSITION OF RABBIT LOWER JAW AFTER BONE-DESTRUCTIVE TRAUMA

**Abstract.** The properties of bone tissue, in particular its strength and hardness, depend on the mineral component of the bone. The aim of our work was to study the content of four mineral macronutrients – calcium, phosphorus, magnesium and sodium in the bone tissue of the rabbit lower jaw and to analyze the posttraumatic dynamics.

Research was done on 20 adult 6-7-month-old rabbits, having 2.5-3.0 kg weight, which were segregated into experimental (15 animals) and control (5 animals) groups. Animals of the experimental group under combined anesthesia were subjected to bilateral bone-destructive trauma with a dental drill, that disrupted the integrity of the bone tissue of the alveolar part of the lower jaw. 1, 2, and 3 weeks after the injury the animals were taken out of the experiment, and were subjected to lower jaw disarticulation. To determine the mineral composition of the bone tissue, we used the method of atomic absorption spectral analysis. The content of four mineral elements (Ca, P, Mg, Na) was determined. It was found that calcium content more than doubled by the end of the first week after injury, slightly decreased by the end of the second week, and slightly increased again during the third week. Bone phosphorus content increases by the end of the first week after injury, and decreases during the next two weeks. The amount of sodium decreases slightly at the end of the first week after injury, but increases during the next two weeks and exceeds the norm at the end of the third week. The amount of magnesium in the bone tissue decreases during the two weeks after injury, and increases by the end of the third week, almost returning to normal levels. The results of the study allowed us to conclude that within three weeks after surgical bone-destructive trauma, the studied macronutrients in bone tissue have a pronounced dynamic, different and specific for each element.

**Key words:** Bone tissue, mineral composition, bone-destructive trauma, lower jaw

*Відомості про авторів:*

**Челпанова Ілона Владиславівна** – кандидат медичних наук, доцент, завідувач кафедри гістології, цитології та ембріології Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, м. Львів;

**Масна-Чала Оксана З.** – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, м. Львів;

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

*Information about the authors:*

**Chelpanova Iлона V.** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Histology, Cytology and Embryology, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv;

**Masna-Chala Oksana Z.** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Lviv National Medical University named after Danylo Halytsky, Lviv;

**Masna Zoryana Z.** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Operative Surgery with Topographic Anatomy, Lviv National Medical University named after Danylo Halytsky, Lviv.

Надійшла 12.02.2022 р.

Рецензент – проф. І.Ю. Олійник (Чернівці)