

I.В. Челпанова

Львівський національний
медичний університет імені
Данила Галицького, Львів,
Україна

Надійшла: 22.09.2022

Прийнята: 16.10.2022

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2022.3.127-132>

УДК 611.716.4-001.3-018.4-08

ДИНАМІКА СТРУКТУРНИХ ЗМІН У КІСТКОВІЙ ТКАНИНІ ЩЕЛЕПИ ПІСЛЯ НАНЕСЕННЯ КІСТКОРУЙНУЮЧОЇ ТРАВМИ

Chelpanova I.V.  ✉ Dynamics of structural changes in the bone tissue of the jaw after a bone-destructive trauma. Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine.


ABSTRACT. Background. Injuries of the jaws with a violation of the integrity of the bone tissue of various genesis are among the most frequent reasons for patients to visit the maxillofacial surgery clinic. Removal of teeth, including atypical, is also causes a violation of the integrity of the bone tissue of the alveolar part of the jaws, the restoration of which is a necessary condition for high-quality prosthetics and ensuring the functional capacity of the chewing apparatus. However, the changes that occur in the destroyed bone tissue and the patterns of their dynamics during the period of restoration of the integrity of the damaged bone area at the microstructural level remain insufficiently studied. The **purpose** of the work is to find out the features of the structural reconstruction of the bone tissue of the alveolar part of the rabbit lower jaw body within 15 days after the infliction of a bone-destructive injury. **Methods.** Research was done on 20 adult 6–7-month-old rabbits, having 2.5–3 kg weight, which were segregated into experimental (15 animals) and control (5 animals) groups. The animals of the experimental group were subjected to combined anesthesia bilaterally in the alveolar part of the lower jaw with a bone-destructive injury by breaking the integrity of the bone tissue with the help of a dental drill. Animals were taken out of the experiment after 1, 8 and 15 days. The structure of bone tissue was studied on histological slides stained by traditional method with hematoxylin and eosin. **Results.** It was established that within 15 days after inflicting traumatic bone injury, the bone tissue of the alveolar part of the lower jaw has pronounced changes, which are visualized at the microstructural level. One day after inflicting the trauma around the defect, architectonic violations and destruction of the osteon layer with homogenization of the bone plates were detected. In distant zones – disorganization and homogenization of osteon bone plates, the appearance of a large number of resorption lacunae. Eight days after the injury, the homogenization of the adjacent bone matrix and the appearance of resorption cavities were observed along the perimeter of the defect cavity. On the 15th day of the experiment, signs of deep disorganization of lamellar bone, remnants of resorption lacunae, and resorption cavities filled with tissue detritus and fibrin were observed in the area of the defect. **Conclusion.** The conducted studies indicate an acute reaction of the bone tissue of the jaw in response to an iatrogenic factor, which is a bone-destructive injury. At the beginning, this reaction manifested itself in the form of accumulation of disorganized bone structures, and later the mechanisms of lysis of irreversibly lost structures were activated, with the cleaning of the territory of future regeneration.

Key words: bone tissue, bone-destructive trauma, lower jaw, resorption, regeneration.

Citation:

Chelpanova I.V. [Dynamics of structural changes in the bone tissue of the jaw after a bone-destructive trauma]. Morphologia. 2022;16(3):127-32. Ukrainian.

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2022.3.127-132>

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

✉ ilona.med75@gmail.com

© Dnipro State Medical University, «Morphologia»

Вступ

Травми щелеп з порушенням цілісності кісткової тканини різного генезу належать до найчастіших причин звертання пацієнтів в клініку щелепно-лицевої хірургії [1-5]. Видалення зубів, зокрема – атипове, також є причиною порушення цілісності кісткової тканини коміркових ділянок щелеп, відновлення якої є необхідною умовою для якісного протезування та забезпечення функціональної спроможності жувального апа-

рату [2, 6-8]. Результати як клінічних, так і експериментальних досліджень свідчать, що впродовж тривалого часу після видалення зуба чи нанесення кісткоруйнуючої травми якість кісткової тканини коміркових ділянок щелеп в ділянці втручання суттєво відрізняється від інтактної, що підтверджують результати широко застосовуваних в клінічній практиці рентгенологічних, радіовізіографічних, томографічних обстежень, проведення яких дозволяє встановити

показники щільності кістки та простежити їх динаміку в посттравматичному періоді [6-10]. За даними експериментальних досліджень виявлено виражені зміни і в мінеральному складі кісткової тканини травмованої ділянки, про що свідчать результати атомно-абсорбційного та атомно-емісійного спектрального аналізу [6, 11-14]. Проте недостатньо вивченими сьогодні залишаються зміни, які виникають у зруйнованій кістковій тканині та закономірності їх динаміки впродовж періоду відновлення цілісності пошкодженої ділянки кістки на мікроструктурному рівні.

Метою нашої роботи стало з'ясування особливостей структурної перебудови кісткової тканини коміркової частини тіла нижньої щелепи кролика впродовж 15 діб після нанесення кісткоруйнуючої травми.

Матеріали та методи

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

Тваринам експериментальної групи під комбінованим знечуленням білатерально в ділянці коміркової частини нижньої щелепи наносили кісткоруйнуючу травму шляхом порушення цілісності кісткової тканини за допомогою стоматологічного бора.

Тварин виводили з експерименту через 1, 8 та 15 діб, після чого проводили дезартікуляцію нижньої щелепи. Структуру кісткової тканини вивчали на гістологічних препаратах.

Для отримання таких препаратів попередньо проводили демінералізацію отриманого матеріалу [15]. Перед фіксацією очищали кістковий матеріал від м'яких тканин та промивали у теплом (37°C) фізіологічному розчині. Фіксацію матеріалу здійснювали у свіжоприготовленому 10% розчині формаліну упродовж 1 доби. Після фіксації матеріал кістки промивали у проточній воді. Декальцинацію здійснювали у 1-% розчині азотної кислоти. Час повної декальцинації кістки тривав від 5 до 7 діб. Критерієм повної декальцинації було вільне проходження препарувальної голки крізь кістку.

У подальшому матеріал зневоднювали у спиртах висхідної концентрації, ущільнювали у парафіні та заливали у блоки. Зрізи товщиною 5-7 мкм виготовляли у фронтальній, сагітальній та косих площинах. Отримані зрізи забарвлювали гематоксилином та еозином традиційним методом та візуалізували при допомозі мікроскопа UlabXSP -137TLED (Китай) та фотографували камерою XCAM-1080 P (Китай).

Комітетом з біоетики Львівського національного медичного університету імені Данила

Галицького (протокол №3 від 11 березня 2020 р.) встановлено, що 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».

Результати та їх обговорення

Через одну добу після нанесення травми в ділянках кістки щелепи кролика, що безпосередньо прилегли до дефекту, спостерігали порушення архітектоники та руйнування остеонного шару поверхні зубних комірок з гомогенізацією кісткових пластинок. У віддалених зонах остеонний шар залишався збереженим (рис. 1, 2).

В ділянках, віддалених від дефекту спостерігали дезорганізацію кісткових пластинок остеона і їх гомогенізацію, розширення каналу Гаверса. Для цього терміну експерименту характерною була поява великої кількості резорбційних лакун (лакун Гаушипа) внаслідок остеолітичної активації остеокластів на території остеона (рис.3, 4).

На восьму добу експерименту по периметру порожнини дефекту спостерігали гомогенізацію матриксу прилеглої кістки та появу резорбційних порожнин (рис. 5).

Через 15 діб після нанесення кісткоруйнуючої травми в ділянці дефекту спостерігали ознаки глибокої дезорганізації пластинчастої кістки, залишки резорбційних лакун та заповнені тканинним детритом і фібрином резорбційні порожнини (рис. 6).

Таким чином, проведені дослідження свідчать про гостру реакцію кісткової тканини щелепи у відповідь на ятрогенний чинник, яким є кісткоруйнуюча травма. На початках така реакція проявлялася у вигляді нагромадження дезорганізованих структур кістки, а в подальшому включалися механізми лізису безповоротно втрачених структур, з очищенням території майбутньої регенерації.

В сучасній науковій медичній літературі міститься багато даних щодо змін в кістковій тканині після нанесення кісткоруйнуючої травми та в динаміці загоєння дефекту, отриманих шляхом використання променевих та мінералогічних методів дослідження [6,16-21]. Виявлені нами зміни та закономірності перебігу процесів посттравматичної регенерації кісткової тканини коміркової частини нижньої щелепи на гістологічному рівні суттєво доповнюють існуючі дані та можуть стати теоретичним підґрунтям для розпрацювання профілактичних заходів з метою зниження кількості ускладнень після кісткоруйнуючих травм коміркових ділянок щелеп в стоматологічній практиці.

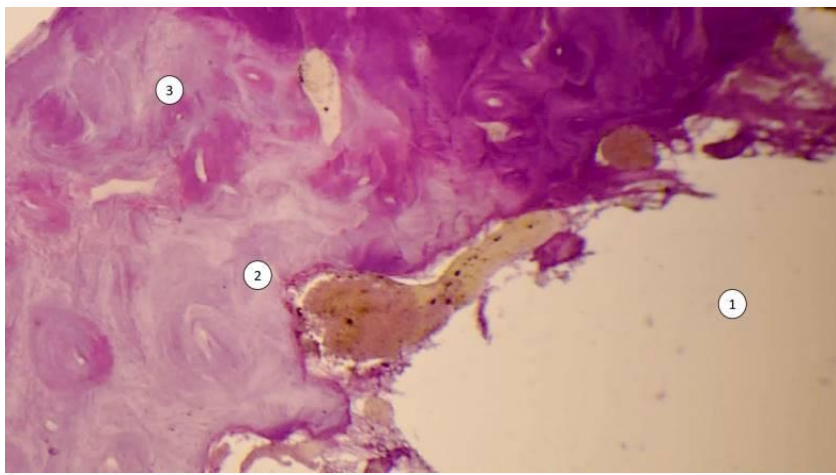


Рис. 1. Дефект кістки щелепи кроля через одну добу після його нанесення. Порожнина дефекту (1); зруйнований остеогенний шар (2); відносно збережені остеони (3). Гематоксилін та еозин. $\times 100$.

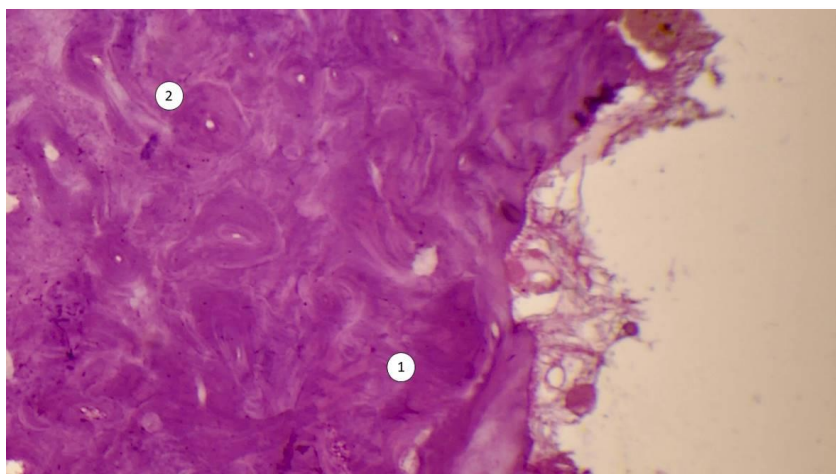


Рис. 2. Ділянка кістки щелепи кроля, безпосередньо прилегла до дефекту через добу після його нанесення. Порушення архітекτονіки остеонного шару. Гомогенізація кісткових пластинок (1); у віддалених зонах остеонний шар збережений (2). Гематоксилін та еозин. $\times 100$.

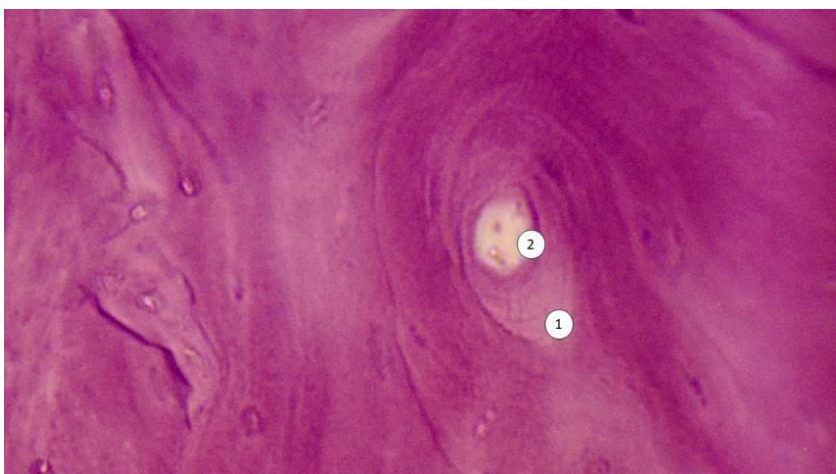


Рис. 3. Кістка щелепи кроля у віддаленій ділянці від дефекту через добу після його нанесення. Дезорганізація кісткових пластинок остеона і їхня гомогенізація. Розширення каналу Гаверса (2). Гематоксилін та еозин. $\times 400$.

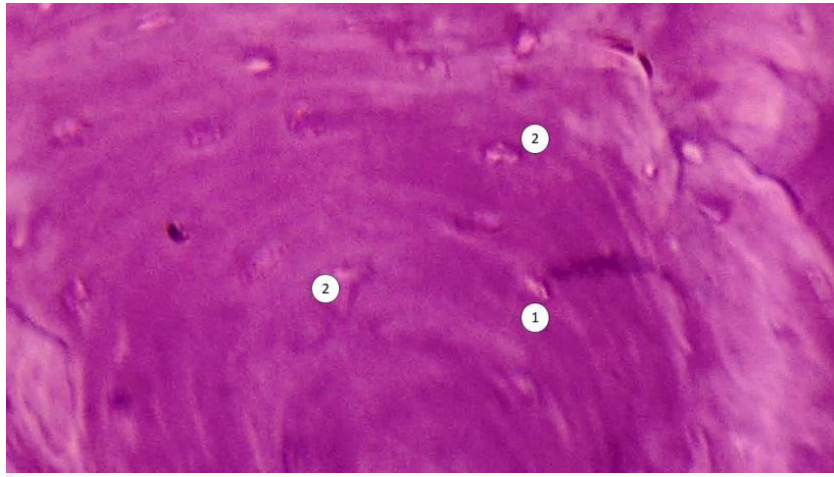


Рис. 4. Віддалена від дефекту ділянка кістки щелепи кроля через добу після його нанесення. Поява великої кількості резорбційних лакун (лакун Гаушипа) внаслідок активації остеокластів (2) на території остеона (1). Гематоксилін-еозин. $\times 400$.

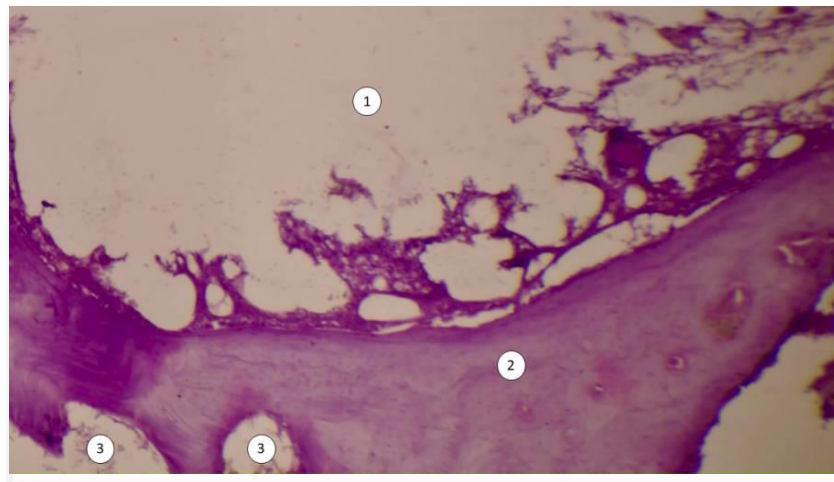


Рис.5. Дефект кістки щелепи кроля на 8 добу після його нанесення. Порожнина дефекту (1); Гомогенізація матриксу прилеглої кістки (2), поява резорбційних порожнин (3). Гематоксилін-еозин. $\times 100$.

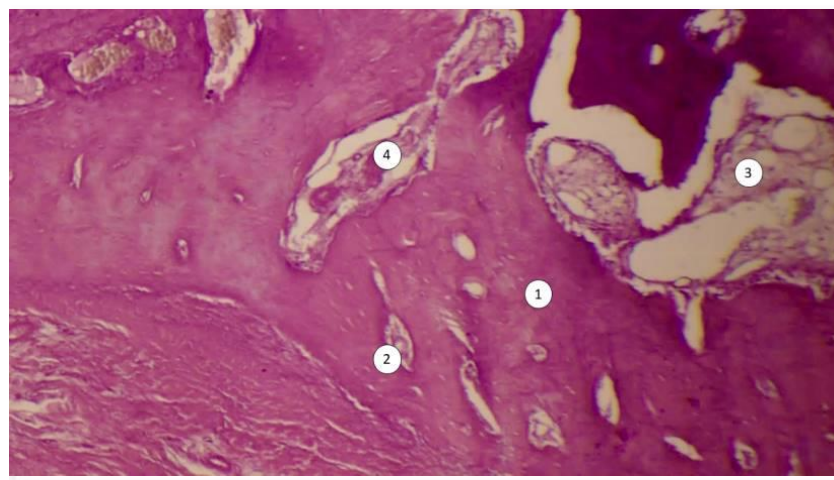


Рис.6. Ділянка дефекту кістки щелепи кроля на 15 добу після його нанесення. Глибока дезорганізація пластинчастої кістки (1), залишки резорбційних лакун (2), резорбційні порожнини заповнені тканинним детритом (3) та фібрином (4). Гематоксилін-еозин. $\times 100$.

Висновки

1. Впродовж 15 діб після нанесення кісткоруйнучої травми кісткова тканина коміркової частини нижньої щелепи має виражені зміни, які візуалізуються на мікроструктурному рівні.

2. Через одну добу після нанесення травми по периметру дефекту, виявлено порушення архітекτονіки та руйнування остеонного шару з гомогенізацією кісткових пластинок. У віддалених зонах – дезорганізація та гомогенізація кісткових пластинок остеона, поява великої кількості резорбційних лакун.

3. Через вісім діб після травми по периметру порожнини дефекту спостерігали гомогенізацію матриксу прилеглої кістки та появу резорбційних порожнин.

4. На 15-ту добу експерименту в ділянці дефекту спостерігали ознаки глибокої дезорганізації пластинчастої кістки, залишки резорбцій-

них лакун та заповнені тканинним детритом і фібрином резорбційні порожнини.

Перспективи подальших досліджень

Проведення подальших досліджень для з'ясування особливостей динаміки регенерації кісткової тканини після нанесення кісткоруйнучої травми дозволить оптимізувати перебіг даного процесу та здійснювати його корекцію впродовж ранніх посттравматичних термінів.

Джерела фінансування

Дослідження проведено в рамках науково-дослідної теми «Морфофункціональні та імуногістохімічні особливості тканин і органів в нормі та при патологічних станах».

Інформація про конфлікт інтересів

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

Літературні джерела

References

1. Avetikov DS, Lokes KP, Stavitskiy SO, Yatsenko IV, Rozkolupa OO. [Fractures of the lower jaw: analysis of frequency of occurrence, localization and complications]. Bulletin of problems in biology and medicine. 2014;3(3):62–64. Ukrainian.
2. Rybachuk AV, Mamonov RO, Malanchuk VO. [Epidemiology of traumatic fractures of the lower jaw in the period from 2005 to 2014 y. according to the materials of the clinic of the department]. Kharkiv Surgical School. 2016;1:117–122. Ukrainian.
3. KimTG, ChungKJ, LeeJH, KimYH, LeeJH. Clinical Outcomes Between Atrophic and Nonatrophic Mandibular Fracture in Elderly Patients. J Craniofac Surg. 2018;29(8):815–818.
4. Mingzhe L, Xiaofeng X, Bing X. Current therapy of atrophic edentulous mandibular fractures among elderly people. Hua Xi Kou Qiang Yi Xue ZaZhi. 2017;35(4):433–436.
5. Dahy K, Takahashi K, Saito K, Kiso H, Rezk I, Oga T. Gender differences in morphological and functional outcomes after mandibular set back surgery. J Craniomaxillofac. Surg. 2018;46(6):887–892.
6. Soguyko RR. [Peculiarities of the dynamics of the density and mineral composition of the bone tissue of the lower jaw after a bone-crushing injury and the use of lincomycin]. Morphology. 2019;2(154):320-325. Ukrainian.
7. Dakhno LO. [Analysis of linear dimensions and indicators of bone tissue density of the cellular process of the upper jaw of women in the age aspect]. Clinical anatomy and operative surgery. 2016;15(3):62-68. Ukrainian.
8. Dakhno LA. [Planning of dental implantation based on data from cone beam computed tomogra-
- phy (CBCT) and using interactive software Anatoimage Invivo 5 and Sim Plant Concept Dentistry]. 2015;1(11):20-23. Russian.
9. Chaikovska SYu, Masna ZZ, Masna-Chala OZ, Pavliv KhI. [Analysis of the density of hard tissues of the maxillofacial apparatus and its age dynamics during the formation of a milk bite]. Actual issues of medical science and practice. 2015;82((2)2):442–449. Ukrainian.
10. Dakhno LO, Masna ZZ. Age dynamics analysis of the osseous tissue layers in the maxillary alveolar process and their ratio in adult individuals. Deutscher Wissenschaftsherold German Science Herald. 2017;1:31–37.
11. Krynytskyi RP. [Analysis of the mineral composition of the bone tissue of the cellular part of the lower jaw and its age dynamics in men and women]. Clinical anatomy and operative surgery. 2015;14(3):40–43. Ukrainian.
12. Avetikov DS, Lokes KP, Ishchenko VV. [Changes in the mineral component of the mandibular bone in the dynamics of reparative osteogenesis under conditions of chronic nitrate intoxication]. Bulletin of problems in biology and medicine. 2014;2(1):37–39. Ukrainian.
13. Chaikovskaya SYu. [Analysis of the age-related dynamics of the mineral composition of the bone tissue of the cellular part of the lower jaw in preschool children]. Clinical anatomy and operative surgery. 2016;15(3):53–57. Ukrainian.
14. Tatara 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.

15. Vasko LV, Kiptenko LI, Budko HY. [Morphofunctional studies of bones after damage against the background of negative factors]. Achievements of clinical and experimental medicine. 2008;1:104–105. Ukrainian.

16. Korenkov OV. [Long bone regeneration after β -tricalcium phosphate implantation into its defect]. Orthopedics, traumatology and prosthetics. 2015;1:21–24. Ukrainian.

17. Korenkov OV. [The influence of natural hydroxylapatite and β -tricalcium phosphate on the dynamics of changes in mechanical properties in an experimental defect of compact bone tissue]. Orthopedics, traumatology and prosthetics. 2017;1:14–20. Ukrainian.

18. Korenkov OV. [Computed tomographic and densitometric analysis of the influence of calcium-phosphate bioceramics on the regeneration of an experimental defect of compact bone tissue]. Theory and practice of modern morphology. 2016;1:81–83. Ukrainian.

19. Korenkov AV. [Regeneration of the long bone after implantation into its defect of osteoplastic material]. Cerabone. Osteologicky Bulletin. 2016;21(1):24–27. Ukrainian.

20. 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.

Челпанова І.В. Динаміка структурних змін у кістковій тканині щелепи після нанесення кісткоруйнучої травми.

РЕФЕРАТ. Актуальність. Травми щелеп з порушенням цілісності кісткової тканини різного генезу належать до найчастіших причин звертання пацієнтів в клініку щелепно-лицевої хірургії. Видалення зубів, зокрема – атипове, також є причиною порушення цілісності кісткової тканини коміркових ділянок щелеп, відновлення якої є необхідною умовою для якісного протезування та забезпечення функціональної спроможності жувального апарату. Сьогодні недостатньо вивченими залишаються зміни, які виникають у зруйнованій кістковій тканині та закономірності їх динаміки впродовж періоду відновлення цілісності пошкодженої ділянки кістки на мікроструктурному рівні. **Мета** роботи – з'ясування особливостей структурної перебудови кісткової тканини коміркової частини тіла нижньої щелепи кролика впродовж 15 діб після нанесення кісткоруйнучої травми. **Методи.** Дослідження виконане на 20 статевозрілих кроликах у віці 6-7 місяців, вагою 2,5-3 кг. Всіх тварин було розділено на експериментальну (15 тварин) та контрольну (5 тварин) групи. Тваринам експериментальної групи під комбінованим знечуленням білатерально в ділянці коміркової частини нижньої щелепи наносили кісткоруйнучу травму шляхом порушення цілісності кісткової тканини за допомогою стоматологічного бора. Тварин виводили з експерименту через 1, 8 та 15 діб. Структуру кісткової тканини вивчали на гістологічних препаратах, забарвлених гематоксиліном та еозином традиційним методом. **Результати.** Встановлено, що впродовж 15 діб після нанесення кісткоруйнучої травми кісткова тканина коміркової частини нижньої щелепи має виражені зміни, які візуалізуються на мікроструктурному рівні. Через одну добу після нанесення травми по периметру дефекту, виявлено порушення архітекtonіки та руйнування остеонного шару з гомогенізацією кісткових пластинок. У віддалених зонах – дезорганізація та гомогенізація кісткових пластинок остеона, поява великої кількості резорбційних лакун. Через вісім діб після травми по периметру порожнини дефекту спостерігали гомогенізацію матриксу прилеглої кістки та появу резорбційних порожнин. На 15-ту добу експерименту в ділянці дефекту спостерігали ознаки глибокої дезорганізації пластинчастої кістки, залишки резорбційних лакун та заповнені тканинним детритом і фібрином резорбційні порожнини. **Висновок.** Проведені дослідження свідчать про гостру реакцію кісткової тканини щелепи у відповідь на ятрогенний чинник, яким є кісткоруйнуча травма. На початках така реакція проявлялася у вигляді нагромадження дезорганізованих структур кістки а в подальшому включалися механізми лізису безповоротно втрачених структур, з очищенням території майбутньої регенерації.

Ключові слова: кісткова тканина, кісткоруйнуча травма, нижня щелепа, резорбція, регенерація.