

І.В. Челпанова
О.З. Масна-Чала
А.М. Ященко
З.З. Масна
Х.І. Рудницька

Львівський національний
медичний університет імені
Данила Галицького,
Львів, Україна

Надійшла: 23.08.2021

Прийнята: 18.09.2021

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2021.3.175-179>

УДК 616.716.4-089.843-085.837:615.036

ДИНАМІКА СТАНУ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ПІСЛЯ ДЕНТАЛЬНОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ ТА УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ

Chelpanova I.V.  ✉, Masna-Chala O.Z., Yashchenko A.M., Masna Z.Z. , Rudnytska Kh.I. Dynamics of the mandible bone tissue condition after the dental implantation and shockwave therapy.

Danylo Halytskyi Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine.


ABSTRACT. Background. The problem of restoration the integrity of the dentition after tooth loss remains one of the most problematic dental issues. Modern dental technologies open a promising direction in its solution, in particular - the method of dental implantation. **Objective.** The aim of our work was to study the changes that occur in the bone tissue of the mandible after implantation of titanium foam and to determine the effect of shock wave therapy (SWT) on its structure restoration. **Methods.** The study was performed on 15 adult rabbits aged 6-7 months, weighing 2.5-3 kg. The animals from the experimental groups were implanted with titanium pin, 3 mm long. The pin was implanted under combined anesthesia bilaterally into the body of the mandible. One day after the operation, the animals received SWT 500 pulses with a frequency of 5 Hz and a maximum pressure at the wavefront of 1.2 Bar per implantation site using the device Storz Medical Master Plus MP 100. The animals were removed from the experiment on 15-th day, after which the mandible was disarticulated and radiographically performed. The obtained results were statistically significant. The differences at $p < 0.05$ were considered significant. **Results.** The results showed that the bone tissue of the jaws during implantation undergoes traumatic injury, the results of which, two weeks after surgery on radiographs we can clearly see a violation of the bone tissue structure and a significant increase in its density. Using the SWT method, we obtained a positive dynamics of bone density after titanium pin implantation and slight Rh-changes in bone structure compared with normal. **Conclusion.** After implantation with titanium pin the bone density of the rabbit lower jaw body is significantly reduced, X-ray shows the heterogeneity of bone structure, areas of sclerosis are expressed. Shock wave therapy helps to restore the quality of bone tissue, this is confirmed by the fact that the density indicators are close to the norm and X-ray shows some separate small areas of restructuring of bone tissue heterogeneity, mainly due to merging the pattern of the bone trabeculae of the bone cancellous part.

Key words: mandible, lower jaw, bone tissue, dental implantation, density, shock wave therapy.

Citation:

Chelpanova IV, Masna-Chala OZ, Yashchenko AM, Masna ZZ, Rudnytska KhI. [Dynamics of the mandible bone tissue condition after the dental implantation and shockwave therapy]. *Morphologia*. 2021;15(3):175-9. Ukrainian.

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2021.3.175-179>

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

 Masna Z.Z. 0000-0003-2057-7061

✉ ilona.med75@gmail.com

© Dnipro State Medical University, «Morphologia»

Вступ

Проблема відновлення цілісності зубних рядів після втрати зубів залишається однією з найактуальніших стоматологічних проблем, як у загальномедичному, так і в естетичному та соціальному аспектах. Перспективний напрямок у її вирішенні відкривають сучасні стоматоло-

логічні технології, зокрема – метод дентальної імплантації, що має сьогодні широке застосування в клініці при заміщенні дефектів зубних рядів як при частковій, так і при повній адентії [1-3]. Застосування дентальних імплантів значно підвищує якість стоматологічної реабілітації пацієнтів, проте результати дентальної імпланта-

ції залежать від численних чинників, які відіграють важливу роль на різних етапах лікування [4-8]. Операція дентальної імплантації передбачає травмування кістки, для відновлення якості якої застосовують як медикаментозну терапію, так і фізичні методи, спрямовані на стимуляцію регенеративних процесів [9-13]. Результати вивчення терапевтичного ефекту ударно-хвильової терапії (УХТ) на репаративний остеогенез в різних ділянках скелету засвідчують доцільність її застосування в щелепно-лицевій ділянці, зокрема, після дентальної імплантації [14-18].

Метою нашої роботи стало дослідження змін, що виникають в кістковій тканині нижньої щелепи після імплантації титанового піна та з'ясування впливу ударно-хвильової терапії на відновлення її структури.

Матеріали та методи

Дослідження виконане на 15 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.

Тварин було розділено на 3 групи по 5 тварин: дві експериментальні (1 – тварини з імплантованими титановими пінами; 2 – тварини з імплантованим титановим піном, яким проводили УХТ) та контрольна.

Тваринам експериментальних груп під комбінованим знечуленням білатерально в тіло нижньої щелепи імплантували титановий пін, довжиною 3 мм. Через добу після операції тварини 3-ї групи отримували УХТ по 500 імпульсів частотою 5 Гц та величиною максимального тиску на фронті хвилі 1,2 Бар на ділянку імплантації з використанням апарату Storz Medical Master Plus MP 100 (Німеччина).

Тварин виводили з експерименту на 15 добу, після чого проводили дезартикуляцію нижньої щелепи та виконували рентгенографію на апараті для дентальної радіовізіографії фірми Siemens з програмним забезпеченням Trophy Radiology. Щільність кісткової тканини визначали в умовних одиницях сірості (УОС).

Комітетом з біоетики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького (протокол №3 від 11 березня 2020р.) 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».

Статистичне опрацювання отриманих даних проведено на персональному комп'ютері за допомогою статистичних методів з використанням

стандартних статистичних функцій електронних таблиць Excel (версія 10) та за допомогою пакету прикладних програм для статистичного аналізу даних медико-біологічних обстежень Biostat та Statistica (StatSoftInc., США). Для кожної групи отриманих показників визначали мінімальне значення (Mmin) та максимальне значення (Mmax), середнє значення досліджуваного показника (M), розмах, дисперсію, середнє квадратичне відхилення і відхилення (Δ) при рівні достовірності $P \geq 95\%$. Достовірність різниці значень між незалежними кількісними величинами визначали при нормальному розподілі за t-критерієм Стьюдента. Достовірними вважали відмінності при $p < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Рентгенівські знімки тіла нижньої щелепи кроликів з імплантованими титановими пінами засвідчили наявність виражених змін в кістковій тканині у порівнянні з нормою (рис. 1).

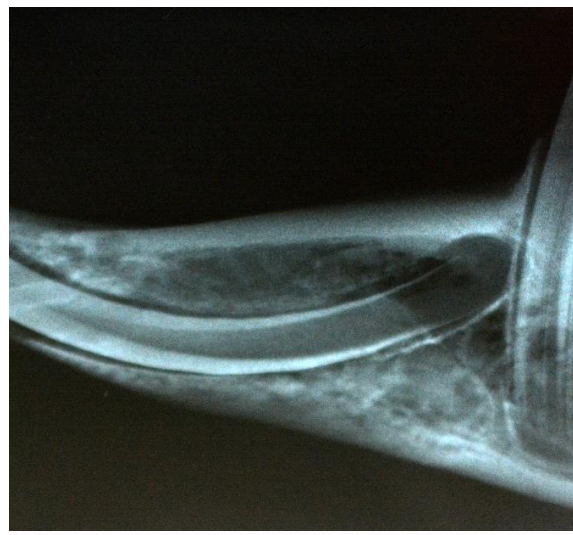


Рис. 1. Кісткова тканина тіла нижньої щелепи кролика в нормі.

У тварин 1-ї експериментальної групи кісткова тканина в ділянці імплантованого піна має неоднорідну структуру з ділянками склерозування (рис. 2).

У тварин 2-ї експериментальної групи, яким проводили УХТ структура кісткової тканини неоднорідна з ділянками кісткової перебудови, переважно за рахунок злиття малюнку кісткових балок губчастої частини кістки (рис. 3).

Проведений аналіз якості кісткової тканини тіла нижньої щелепи тварин експериментальних та контрольної груп засвідчив, що на 15-ту добу після імплантації титанових пінів щільність кісткової тканини зростала у порівнянні з нормою майже удвічі, натомість у тварин, яким через добу після імплантації проводили УХТ, досліджуваний показник лише незначно перевищував норму (табл.1).

З метою об'єктивізації отриманих даних ми

визначили різницю щільності кісткової тканини тіла нижньої щелепи тварин експериментальних та контрольної груп у відсотках, взявши за 100% показник контрольної групи (рис. 4).



Рис. 2. Тіло нижньої щелепи кролика з імплантованим титановим піном через 15 днів після операції.

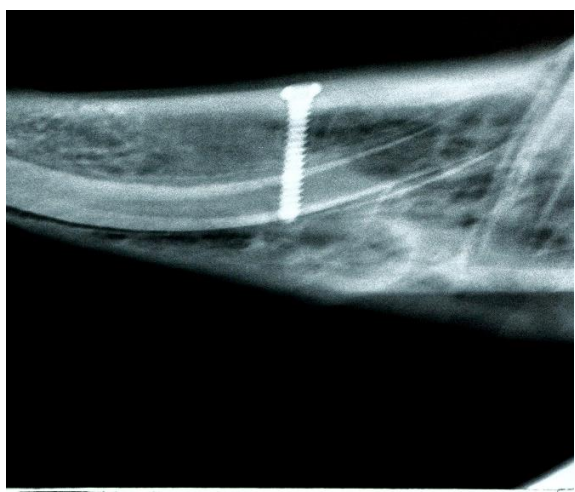


Рис. 3. Тіло нижньої щелепи кролика з імплантованим титановим піном через 15 днів після операції та УХТ.

Таблиця 1
Щільність кісткової тканини нижньої щелепи кроля в нормі, після імплантації титанового піна та післяопераційної УХТ (УОС)

Експериментальні групи	$M \pm m$
Норма (інтактні тварини)	$71,25 \pm 11,20$
15-а доба після імплантації	$132,18 \pm 17,35$
15-а доба після імплантації та УХТ	$82,24 \pm 19,12$

$p < 0,05$

Отримані результати переконливо свідчать про те, що кісткова тканина щелеп під час операції імплантації зазнає травматичного ушкодження, результати якого через два тижні після оперативного втручання проявляються рентгенологічно порушенням структури кісткової ткани-

ни та вираженою зміною її щільності.

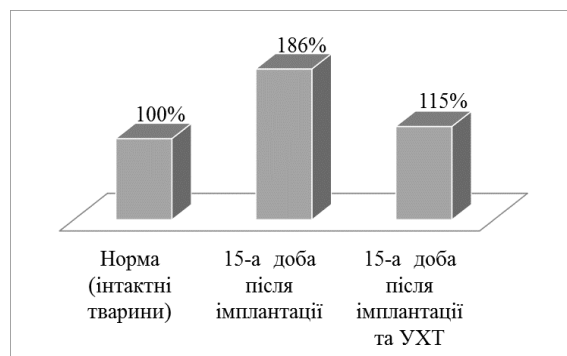


Рис. 4. Динаміка щільності кісткової тканини тіла нижньої щелепи кроля після імплантації титанового піна та післяопераційної УХТ (%).

Подібні зміни кісткової тканини експериментальних тварин після нанесення кісткоруйнуючої травми описані в науковій літературі [9, 15, 16]. Різні автори пропонують різні способи загоєння кісткових дефектів та відновлення структури кісткової тканини в ділянці травми [10, 11, 13, 18]. Застосувавши метод УХТ, який Штибель Н.В., Варес Я.Е. [15-18] використовували для загоєння кісткоруйнуючої травми, ми отримали позитивну динаміку щільності кісткової тканини після імплантації титанового піна та незначні Rh зміни кісткового малюнка у порівнянні з нормою.

Підсумок

Результати проведених досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

- щільність кісткової тканини тіла нижньої щелепи кролика після імплантації титанового піна достовірно знижується, що рентгенографічно проявляється неоднорідністю структури кісткової тканини з вираженими ділянками склерозування.
- ударно-хвильова терапія сприяє відновленню якості кісткової тканини, що підтверджується наближеними до норми показниками щільності та рентгенографічно наявністю окремих незначних ділянок кісткової перебудови неоднорідної структури, переважно за рахунок злиття малюнка кісткових балок губчастої частини кістки.

Перспективи подальших досліджень

Планується продовження досліджень впливу УХТ на якість кісткової тканини та відновлення її структури після операцій дентальної імплантації, результати яких, на нашу думку, сприятимуть скороченню кількості ускладнень після імплантації у стоматологічних пацієнтів, пришвидшенню їх післяопераційної реабілітації та поліпшенню якості життя.

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. Messias A, Nicolau P, Guerra F. Titanium dental implants with different collar design and surface modifications: A systematic review on survival rates and marginal bone levels. *Clin. Oral Implant. Res.* 2019;30:20–48.
2. Santonocito D, Nicita F, Risitano G. A Parametric Study on a Dental Implant Geometry Influence on Bone Remodelling through a Numerical Algorithm. *Prosthesis.* 2021;3:157–172. <https://doi.org/10.3390/prosthesis3020016>
3. Matsuzaki T, Ayukawa Y, Matsushita Y, Sakai N, Matsuzaki M. Effect of post-osseointegration loading magnitude on the dynamics of peri-implant bone: A finite element analysis and in vivo study. *J. Prosthodont. Res.* 2019;63:453–459.
4. Lee DW, Kim NH, Lee Y, Oh YA, Lee JH, You HK. Implant fracture failure rate and potential associated risk indicators: An up to 12-year retrospective study of implants in 5124 patients. *Clin. Oral Implant. Res.* 2019;30:206–221.
5. Comuzzi L, Tumedei M, Pontes AE, Piatelli A, Iezzi G. Primary Stability of Dental Implants in Low-Density (10 and 20 pcf) Polyurethane Foam Blocks: Conical vs Cylindrical Implants. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020;17:2617–2622.
6. Lovatto ST, Bassani R, Sarkis-Onofre R, dos Santos MB. Influence of Different Implant Geometry in Clinical Longevity and Maintenance of Marginal Bone: A Systematic Review. *J. Prosthodont.* 2019;28:713–721.
7. Baskin Jonathan Z, White Brandon MA, Vasanji Amit A, Love Thomas E, Eppell A, Steven J. Mandible Biomechanics and Continuously Erupting Teeth: A New Defect Model for Studying Load-Bearing Biomaterials. *J Biomedicines.* 2021;9(7):2227-9059.
8. Dobrovolskaya OV. [Modern view on complications in dental implantation]. *Clinical dentistry.* 2019;3:32-39. Ukrainian.
9. Soguyko RR, Masna ZZ, Masna-Chala OZ, Chelpanova IV. [Analysis of the density and mineral composition of the bone tissue of the mandible of rats and patterns of their post-traumatic dynamics]. *Morphology.* 2019;13(2):54-62. Ukrainian.
10. Soguyko RR. [Comparison of post-traumatic dynamics of mandibular bone density in intact rats and against the background of long-term use of nalbuphine]. *Clinical anatomy and operative surgery.* 2019;18(1):27-35. Ukrainian.
11. Soguyko RR, Masna ZZ, Pavliv XI. [Analysis of post-traumatic dynamics of bone density and mineral composition of rat mandible on the background of long-term use of Nalbuphine and after treatment with lincomycin]. *Bulletin of problems of biology and medicine.* 2019;4(153):231-237. Ukrainian.
12. Sohuyko RR, Masna ZZ, Pavliv KI. Post-traumatic density of the bone tissue of the rat's mandible without pathology, on the background of nalbuphine intake and after lincomycin treatment. *World science.* 2019;11(51):25-29.
13. Vares YAE, Shtibel NV. [Modern physical methods of stimulating bone healing processes]. *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports.* 2019;6(22):9-15. Ukrainian.
14. Gresko IV, Kolesnichenko VA. [The effectiveness of the rehabilitation program for patients with lumbar osteochondrosis with motor stereotypes using shock wave therapy]. *Medical perspectives.* 2020;25(4):127-137. Ukrainian.
15. Stibel NV. [The effect of shock wave therapy (UHT) on the healing of bone defects under conditions of their replacement by a collagen sponge (experimental study)]. *Ukrainian scientific and medical youth journal.* 2015;3(90):43. Ukrainian.
16. Vares YAE, Shtibel NV, Kucher AR, Student VO, Dudash AP. [Morphological changes of postoperative bone defect under the influence of extracorporeal shock wave therapy]. *Bulletin of problems of biology and medicine.* 2019;4(153):214-217. Ukrainian. DOI:10.29254/2077-4214-2019-4-1-153-214-217
17. Vares YE, Shtybel NV, Dudash AP. Does Extra corporeal Shock Wave Therapy leadsto Restitution of Postoperative Bone Defecton Mandible? An Experimental Studyin Rabbit Model. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation.* 2019;11(4):234-241.
18. Vares YAE, Shtibel NV. [Clinical evaluation of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in postoperative cavitary bone defects of the jaws]. *Clinical dentistry.* 2020;2:33-42. Ukrainian. DOI:10.11603/2311-9624.2020.2.11257

Челпанова І.В., Масна-Чала О.З., Ященко А.М., Масна З.З., Рудницька Х.І. Динаміка стану кісткової тканини нижньої щелепи після дентальної імплантації та ударно-хвильової терапії.

РЕФЕРАТ. Актуальність Проблема відновлення цілісності зубних рядів після втрати зубів залишається однією з найактуальніших стоматологічних проблем. Перспективний напрям у її вирішенні відкривають сучасні стоматологічні технології, зокрема – метод дентальної імплантації. **Метою** нашої роботи стало дослідження змін, що виникають в кістковій тканині нижньої щелепи після імплантації титанового піна та з'ясування впливу ударно-хвильової терапії на відновлення її структури. **Методи.** Дослідження виконане на 15 статевозрілих кроликах у віці 6-7 місяців, вагою 2,5-3 кг. Тваринам експери-

ментальних груп під комбінованим знечуленням білатерально в тіло нижньої щелепи імплантували титановий пін, довжиною 3 мм. Через добу після операції тварини отримували УХТ по 500 імпульсів частотою 5 ГЦ та величиною максимального тиску на фронті хвилі 1,2 Бар на ділянку імплантації з використанням апарату Storz Medical Master Plus MP 100. Тварин виводили з експерименту на 15 добу, після чого проводили дезартикуляцію нижньої щелепи та виконували рентгенографію. Отримані результати опрацьовані статистично Достовірними вважали відмінності при $p < 0,05$. **Результати.** Отримані результати засвідчили, що кісткова тканина щелеп під час операції імплантації зазнає травматичного ушкодження, результати якого через два тижні після оперативного втручання проявляються рентгенологічно порушенням структури кісткової тканини та значним підвищенням її щільності. Застосувавши метод УХТ, ми отримали позитивну динаміку щільності кісткової тканини після імплантації титанового піна та незначні Rh зміни кісткового малюнка у порівнянні з нормою. **Підсумок.** Щільність кісткової тканини тіла нижньої щелепи кролика після імплантації титанового піна достовірно знижується, що рентгенографічно проявляється неоднорідністю структури кісткової тканини з вираженими ділянками склерозування. Ударно-хвильова терапія сприяє відновленню якості кісткової тканини, що підтверджується наблизеннями до норми показниками щільності та рентгенографічно наявністю окремих незначних ділянок кісткової перебудови неоднорідної структури, переважно за рахунок злиття малюнку кісткових балок губчастої частини кістки.

Ключові слова: нижня щелепа, кісткова тканина, дентальна імплантація, щільність, ударно-хвильова терапія.

Челпанова И.В., Масна-Чала О.З., Яценко А.М., Масна З.З., Рудницкая Х.И. Динамика структурных изменений костной ткани нижней челюсти после дентальной имплантации и ударно-волновой терапии.

РЕФЕРАТ. Актуальность. Проблема восстановления целостности зубных рядов после потери зубов остается одной из самых актуальных стоматологических проблем. Перспективное направление в ее решении открывают современные стоматологические технологии, в частности - метод дентальной имплантации. **Целью** нашей работы стало исследование изменений, возникающих в костной ткани нижней челюсти после имплантации титанового пина и выяснения влияния ударно-волновой терапии на восстановление ее структуры. **Методы.** Исследование выполнено на 15 половозрелых кроликах в возрасте 6-7 месяцев, весом 2,5-3 кг. Животным экспериментальных групп под комбинированным обезболиванием билатерально в тело нижней челюсти имплантировали титановый пин, длиной 3 мм. Через сутки после операции животные получали УВТ по 500 импульсов частотой 5 ГЦ и величиной максимального давления на фронте волны 1,2 Бар на участок имплантации с использованием аппарата Storz Medical Master Plus MP 100. Животных выводили из эксперимента на 15 сутки, после чего проводили дезартикуляцию нижней челюсти и выполняли рентгенографию. Полученные результаты обработаны статистически достоверно считали различия при $p < 0,05$. **Результаты.** Полученные результаты показали, что костная ткань челюсти во время имплантации подвергается травматическому повреждению, результаты которого, через две недели после оперативного вмешательства, проявляются рентгенологически нарушением структуры костной ткани и значительным повышением ее плотности. Применяв метод УВТ, мы получили положительную динамику плотности костной ткани после имплантации титанового пина и незначительные Rh изменения костного рисунка по сравнению с нормой. **Заключение.** Плотность костной ткани тела нижней челюсти кролика после имплантации титанового пина достоверно снижается, что рентгенографически проявляется неоднородностью структуры костной ткани с выраженными участками склероза. Ударно-волновая терапия способствует восстановлению качества костной ткани, что подтверждается приближенными к норме показателями плотности и, рентгенографически, наличием отдельных незначительных участков костной перестройки неоднородной структуры, преимущественно за счет слияния рисунка костных балок губчатой части кости.

Ключевые слова: нижняя челюсть, костная ткань, дентальная имплантация, плотность, ударно-волновая терапия.