

УДК 616-039.71-018+599.323.4:577.161.2
DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2026.1.3>

І.В. Ніколаєнко,

аспірант кафедри загальної стоматології,
Одеський національний медичний університет,
Валіховський провулок, 2, м. Одеса, Україна,
індекс 65082,
Coldsmail@gmail.com
ORCID ID: 0009-0004-3246-9556

О.Е. Рейзвіх,

доктор медичних наук, професор,
Державна установа «Інститут стоматології
та щелепно-лицевої хірургії Національної академії
медичних наук України»,
вул. Рішельєвська, 11, м. Одеса, Україна, індекс 65026
olgareyzvikh@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-7433-9240

М.Т. Христова,

кандидат медичних наук, доцент,
завуч кафедри загальної стоматології,
Одеський Національний медичний університет,
Валіховський провулок, 2, м. Одеса, Україна,
індекс 65082,
milyusya3007@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-8956-3720

Д.С. Шнайдер,

аспірант,
Одеський національний медичний університет,
Валіховський провулок, 2, м. Одеса, Україна,
індекс 65082
ORCID ID: 0009-0001-5936-6547
shnaider.d.stomat@gmail.com

ВПЛИВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ НА СТАН ТВЕРДИХ ТКАНИН ТА ПУЛЬПИ ЗУБІВ ЩУРІВ ЗА УМОВ КАРІЕСОГЕННОЇ ДІЄТИ ТА АЛІМЕНТАРНОГО ДЕФІЦИТУ ВІТАМІНУ D НА ТЛІ ДЕСТРУКЦІЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ЩЕЛЕП

Незважаючи на цілу низку досліджень, єдиного погляду на оцінку стану пульпи зуба та періодонту при деструктивних формах періодонтиту на тлі порушення кісткового метаболізму поки що не існує. Вітамін D відіграє важливу роль в патогенезі таких широко поширених захворювань кісткової системи, як остеопороз та порушення репаративного остеогенезу. У зв'язку з цим вивчення ролі різних білків і пептидів у реалізації відповіді пульпи зуба та періодонту на різні патогенні виклики є особливо важливим для виявлення механізмів адаптації цих структур, як при

запаленні, так і при впливі ятрогенних факторів. Розуміння цих механізмів може закласти основу розробки нових підходів до лікувально-профілактичних дій в стоматології. **Мета даної роботи.** Експериментальна оцінка на щурах змін твердих тканин та біохімічних показників пульпи зубів за умов карієсогенної дієти та аліментарного дефіциту вітаміну D на тлі деструкції кісткової тканини щелеп. **Матеріали та методи дослідження.** В експериментальних дослідженнях було використано 30 самців білих щурів лінії Wistar 4-х місячного віку. Тривалість експерименту – 33 доби. Було сформовано 3 групи по 10 тварин: інтактна – щури без хірургічних маніпуляцій і без введення препаратів, споживали повноцінний комбінований корм; патологія – травма ділянки нижньої щелепи в проекції коренів молярів та моделювання аліментарного гіповітамінозу D на тлі високосахарозної карієсогенної дієти; лікування – травма ділянки нижньої щелепи в проекції коренів молярів, введення лікувально-профілактичного комплексу на тлі моделювання аліментарного гіповітамінозу D із застосуванням високосахарозної карієсогенної дієти. До складу ЛПК введено Аквадетрим вітамін D₃, «Остеовіт», гель «Муміє» та спрей «Фортеза». Травмування нижньої щелепи здійснювали в умовах віварію за допомогою портативної бормашинки та стерильного твердо-сплавного бору в умовах тіопенталового наркозу. Для дослідження впливу карієсогенних факторів на відновлення травмованої щелепи використали карієсогенну дієту М.С. Бугайової та С.А. Нікітіна у модифікації І.В. Ходакова та ін. Для подальших досліджень виділяли щелепи із зубами для підрахунку кількості та глибини каріозних порожнин; пульпу, у якій визначали активність кислотої та лужної фосфатаз. **Результати дослідження.** Споживання щурами карієсогенного раціону за умов аліментарного дефіциту вітаміну D₃ на тлі деструкції кісткової тканини сприяло розвитку каріозного процесу. Карієсуражуючий ефект в групі 2 в порівнянні з інтактною групою склав 86,6 ± 5,6. Застосування лікувально-профілактичного комплексу не змогло повністю загальмувати розвиток каріозного процесу у щурів, водночас надало виражений позитивний ефект на порушену активність фосфатаз пульпи. Мінералізуючий індекс пульпи знизився в 1,7 рази. Після застосування лікувально-профілактичного комплексу мінералізуючий індекс повернувся до показників інтактної груп; карієспрофілактичний ефект у тварин групи 3 склав 39,28 % ($p_1 < 0,001$); отримано позитивний ефект на порушену активність фосфатаз пульпи. **Висновки.** В результаті експериментальних досліджень застосування ЛПК не змогло повністю загальмувати розвиток каріозного процесу у щурів. Водночас встановлено профілактичну дію ЛПК по відношенню до активності фосфатаз пульпи в заданих умовах.

Ключові слова: експериментальний карієс, пульпа, деструкція кістки, дефіцит вітаміну D₃, біохімічні маркери, лікувально-профілактичний комплекс.



I.V. Nikolaienko,

Postgraduate Student at the Department
of General Dentistry,
Odessa National Medical University,
2 Valikhovskiy Lane, Odesa, Ukraine, postal code 65000,
Coldsmail@gmail.com
ORCID ID: 0009-0004-3246-9556

O.E. Reyzvikh,

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor,
Head of the Scientific Coordination and Patent Information
Department,
State Establishment «The Institute of Stomatology
and Maxillo-Facial Surgery National Academy
of Medical Science of Ukraine»,
11 Risheliyevska street, Odesa, Ukraine, postal code 65026,
olgareyzvikh@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-7433-9240

M.T. Khrystova,

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of General Dentistry,
Odessa National Medical University,
Valikhovskiy Lane, 2, Odesa, Ukraine, postal code 65082,
milyucya3007@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-8956-3720

D.S. Shnaider,

Postgraduate Student,
Odessa National Medical University,
2 Valikhovskiy lane, Odesa, Ukraine, postal code 65082
shnaider.d.stomat@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-5936-6547

**EFFECT OF THE THERAPEUTIC
AND PREVENTIVE COMPLEX
ON THE CONDITION OF HARD
TISSUES AND PULP OF RAT TEETH
UNDER CONDITIONS OF CARIES-
CAUSING DIET AND ALIMENTARY
VITAMIN D DEFICIENCY AGAINST
THE BACKGROUND OF DESTRUCTION
OF JAW BONE TISSUE**

Despite a number of studies, there is no single view on assessing the state of tooth pulp and periodontitis in destructive forms of periodontitis against the background of impaired bone metabolism. Vitamin D plays an important role in the pathogenesis of such widespread diseases of the bone system as osteoporosis and disorders of reparative osteogenesis. In this regard, the study of the role of various proteins and peptides in the implementation of the response of tooth pulp and periodontal to various pathogenic problems is particularly important for identifying the mechanisms of adaptation of these structures, both in inflammation and under the influence of iatrogenic factors. Understanding these mechanisms can lay the foundation for the development of new approaches to therapeutic and preventive actions in dentistry.

The purpose of this paper. Experimental evaluation of changes in hard tissues and biochemical parameters of dental pulp in rats under conditions of caries-causing diet and alimentary vitamin D deficiency against the background of destruction of jaw bone tissue. **Materials and methods of research.** 30 male white rats of The Wistar line aged 4 months were used in experimental studies. The duration of the experiment is 33 days. 3 groups of 10 animals were formed: intact – rats without surgical manipulations and without Drug Administration, consumed a full-fledged combined feed; pathology-trauma to the lower jaw area in the projection of molar roots and modeling of alimentary hypovitaminosis D on the background of a high-sugar caries-causing diet; treatment – trauma to the lower jaw area in the projection of molar roots, introduction of a therapeutic and preventive complex against the background of modeling alimentary hypovitaminosis D using a high-sugar caries-causing diet. Aquadetrim vitamin D₃, Osteovit, Mummy gel and Forteza spray are added to TPC. Injuries to the lower jaw were performed in a vivarium using a portable drill and sterile carbide boron under thiopental anesthesia. To study the influence of karyesogenic factors on the restoration of the injured jaw, the karyesogenic diet of M. S. Bugayova and S. A. Nikitin was used in the modification of I. V. Khodakov et al. for further research, jaws with teeth were isolated to count the number and depth of carious cavities; pulp, in which the activity of acid and alkaline phosphatases was determined. **Research results.** The consumption of a carious diet by rats in conditions of alimentary vitamin D₃ deficiency against the background of bone destruction contributed to the development of the carious process. The caries-corrosive effect in Group 2 compared to the Intact Group was 86.6 ± 5.6 . the use of the therapeutic and preventive complex could not completely slow down the development of the carious process in rats, while it had a pronounced positive effect on the impaired activity of pulp phosphatases. The mineralizing index of pulp decreased by 1.7 times. After applying the therapeutic and preventive complex, the mineralizing Index returned to the indicators of intact groups; the caries-prophylactic effect in animals of Group 3 was 39.28% ($p_1 < 0.001$); a positive effect on the impaired activity of pulp phosphatases was obtained. **Conclusions.** As a result of experimental studies, the use of TPC could not completely slow down the development of the carious process in rats. At the same time, the preventive effect of TPC on the activity of pulp phosphatases under the specified conditions was established.

Key words: experimental caries, pulp, bone destruction, vitamin D₃ deficiency, biochemical markers, therapeutic and preventive complex.

Пульпа зуба – особливий вид сполучної тканини, в якій розташований шар одонтобластів та інших клітин. Вона бере участь у розвитку, зростанні зубів і має здатність дати адекватну відповідь на різні дії. Анатомічна ізольованість від зовнішнього середовища та тісний простір порожнини зуба еволюційно наділили пульпу потужними механізмами специфічного захисту – вродженим та набутиим [1]. Порушення співвідношення активності фосфатаз в пульпі призводить

до зниження її мінералізуючої функції і є однією з причин розвитку карієсу зубів.

Значну небезпеку для здоров'я людини становлять деструктивні форми хронічного апікального періодонтиту, які є потенціальними осередками одонтогенної інфекції та знижують імунологічний захист організму [2, 3].

Згідно з даними літератури показано, що кісткова тканина є активною метаболічною системою, що постійно оновлюється за рахунок процесів резорбції і формування, дисбаланс у цій системі призводить до деструкції кісткової тканини [4]. Вітамін D відіграє важливу роль у гомеостазі кальцію та метаболізмі кісткової системи. Дефіцит вітаміну D призводить до зниження мінеральної щільності кісток, остеопорозу, прогресування захворювань пародонту та спричиняє резорбцію в щелепній кістці. Аналіз літератури показує, що вітамін D відіграє значну роль у підтримці здоров'я тканин пародонта та щелепної кістки, полегшенні запальних процесів, стимулюванні післяопераційного загоєння тканин пародонта та відновленні клінічних параметрів [5, 6].

Незважаючи на цілу низку досліджень, єдиного погляду на оцінку стану пульпи зуба та періодонту при деструктивних формах періодонтиту на тлі порушення кісткового метаболізму поки що не існує. У зв'язку з цим вивчення ролі різних білків і пептидів у реалізації відповіді пульпи зуба та періодонту на різні патогенні виклики є особливо важливим для виявлення механізмів адаптації цих структур, як при запаленні, так і при впливі ятрогенних факторів. Розуміння цих механізмів може закласти основу розробки нових підходів до лікувально-профілактичних дій в стоматології.

Мета даної роботи. Експериментальна оцінка на щурах змін твердих тканин та біохімічних показників пульпи зубів за умов карієсогенної дієти та аліментарного дефіциту вітаміну D на тлі деструкції кісткової тканини щелеп.

Матеріали та методи дослідження. Експериментальні дослідження виконані відповідно до вимог Закону України No 3447-IV від 21.02.2006 р. «Про захист тварин від жорстокого поводження», Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальною та іншою метою та Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах з дотриманням біоетичних норм (наказ МОН України від 01.03.2012 No 249). Робота виконана в лабораторії біохімії та віварію ДУ «ІСЦЛХ НАМН України». В експериментальних дослідженнях було використано 30 сам-

ців білих щурів лінії Wistar стадного розведення 4-х місячного віку з середньою масою тіла $214,8 \pm 3,2$ г. Тривалість експерименту – 33 доби.

Було сформовано 3 групи по 10 тварин:

1. Інтактна – щури без хірургічних маніпуляцій і без введення препаратів, споживали повноцінний комбінований корм.

2. Патологія (ТДК) – травма ділянки нижньої щелепи в проекції коренів молярів та моделювання аліментарного гіповітамінозу D на тлі високосахарозної карієсогенної дієти.

3. Лікування (ТДК+ЛПК) – травма ділянки нижньої щелепи в проекції коренів молярів, введення лікувально-профілактичного комплексу (ЛПК) на тлі моделювання аліментарного гіповітамінозу D із застосуванням високосахарозної карієсогенної дієти.

До складу ЛПК введено Аквадетрим вітамін D₃ (водний розчин 10 мл, по 0,000297 мл на 100 г маси тіла щура (4,45 МО вітаміну D₃), per os; «Остеовіт» (150 мг/кг маси тіла щура); гель «Муміє» (1 раз в день щодня по 0,3 мл на 200 г маси тіла щурів, per os) та спрей «Фортеза» (0,3 мл 0,15 % розчину на 200 г маси тіла щурів) [7].

Травмування нижньої щелепи здійснювали в умовах віварію за допомогою портативної бормашинки та стерильного твердосплавного бору в умовах тіопенталового наркозу.

Для дослідження впливу карієсогенних факторів на відновлення травмованої щелепи використали карієсогенну дієту М.С. Бугайової та С.А. Нікітіна у модифікації І.В. Ходакова та ін. (2023) [8].

Зниження вмісту олії на 0,5 % обґрунтовано використанням цієї олії для дозування ретинолу ацетату (34,4 мг (100000 МО)/мл. Виробник: ПрАТ «Технолог», м. Умань, Україна). Застосовували вітамін А із розрахунку 0,048 мл на 100 г корму (48000 МО) для введення щурам. Видалення «Ундевіту» із раціону обґрунтовано використанням в дослідженні вітамінів А та D₃ [9]. Компенсували зниження вмісту олії у кормі за рахунок підвищення вмісту сухариків на 0,5 %, внаслідок чого склад карієсогенної дієти був наступний: цукор рафінований (57 %); сир коров'ячий молочний знежирений (18,5 %); сухарики з білого пшеничного хлібу (19 %); олія соняшникова нерафінована (4,5 %); сіль кухонна (1 %) [7].

Через 33 доби тварин виводили з експерименту тотальним знекровленням шляхом відсікання від серця магістральних кровоносних судин під тіопенталовим наркозом (20 мг/кг) з подальшим відбором біоматеріалу для дослідження [10].

Для подальших досліджень виділяли щелепи із зубами для підрахунку кількості та глибини каріозних порожнин, а також пульпу, у гомогенаті якої визначали активність кислоти (КФ) та лужної (ЛФ) фосфатаз [11, 12]. Активність фосфатаз в пульпі досліджується для встановлення інтенсивності мінералізації твердих тканин зуба, яка залежить від ступеня активності ЛФ, що переносить фосфатні групи в лужному діапазоні рН для формування кристалів гідроксиапатиту твердих тканин зуба. Відомо, що в нормально функціонуючій пульпі зубів активність ЛФ досить висока, що сприяє процесам мінералізації твердих тканин зуба. Недостатня активність цієї фосфатази в пульпі призводить до того, що відщеплення фосфатних груп від органічних фосфатів не може здійснюватися повною мірою і останні не можуть переноситися в тверді тканини зубів [13]. КФ – деструктивний фермент, що руйнує тверді тканини зуба і діє при низьких значеннях рН. КФ інгібує мінералізацію пульпи шляхом від'єднання фосфатних груп від протеїнів, які є активаторами процесів мінералізації. Також відомо, що ЛФ – маркер остеобластів та КФ – маркер остеокластів. У процесі активної резорбції кістки остеокласти секретують кислоту, суміш протеаз (катепсини, колагенази), що послідовно переварюють волокна колагену, а також кислоту фосфатазу, яка при низькому рН гідролізує фосфомоноєфіри гідроксиапатиту. Гомогенати пульпи готували з розрахунку 5 мг/мл 0,9 % фізіологічного розчину NaCl.

При статистичній обробці отриманих результатів використовувалася комп'ютерна програма STATISTICA 6.1. для оцінки їхньої достовірності та похибок вимірювань. Статистично значущу відмінність між альтернативними кількісними ознаками з розподілом, відповідним нормальному закону, оцінювали за допомогою t-критерію Стьюдента [14, 15]. Статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$.

Результати дослідження та обговорення. Результати дослідження каріозного процесу у щурів, які отримували лікувально-профілактичний комплекс та тлі карієсогенного раціону представлені в таблиці 1. Споживання щурами карієсогенного раціону на тлі аліментарного дефіциту вітаміну D протягом 33 днів сприяло розвитку каріозного процесу. Так, кількість каріозних порожнин у зубах тварин 2-ої групи збільшилася у 1,9 рази ($p < 0,01$), так же, як і їхня глибина – в 2 рази ($p < 0,01$). Карієсуражуючий ефект в групі 2

в порівнянні з інтактною групою склав $86,6 \pm 5,6$. Щоденне застосування запропонованого ЛПК у щурів 3-ої групи виявило карієспрофілактичний ефект (КПЕ), знизивши кількість каріозних порожнин у щурів на 39,28 % (КПЕ= $39,28 \pm 2,4$; $p_1 < 0,001$), а також їхню глибину на 40,32 %.

Таблиця 1

Показники каріозного процесу у щурів, які отримували лікувально-профілактичний комплекс на тлі аліментарного дефіциту вітаміну D₃ та карієсогенного раціону за умов деструкції кісткової тканини щелеп (M±m)

Групи тварин	Каріозні ураження	
	кількість, середня на 1 щура	глибина порожнин, бали
група 1 інтактна (n=10)	3,0 ± 0,5	3,1 ± 0,6
група 2 (TDK) (n=10)	5,6 ± 0,6 $p < 0,01$	6,2 ± 0,7 $p < 0,01$
група 3 (TDK+ЛПК) (n=10)	3,4 ± 0,6 $p > 0,5$ $p_1 < 0,05$	3,7 ± 0,7 $p > 0,5$ $p_1 < 0,05$

Примітка: p – показник достовірності відмінностей з інтактною групою; p_1 – показник достовірності відмінностей з 2-ю групою (TDK)

В таблиці 2 наведені результати біохімічного дослідження активності КФ та ЛФ в гомогенаті пульпи щурів.

Активність КФ в пульпі зубів на тлі аліментарного дефіциту вітаміну D₃ та карієсогенного раціону збільшилася у щурів 2-ої групи на 24,8 % ($p_1 < 0,02$), а активність ЛФ пульпи навпаки знизилася на 24,4 % ($p_1 < 0,02$). Збільшенням активності КФ та одночасним зниженням активності ЛФ в пульпі зубів щурів 2-ої групи можна пояснити збільшення у них кількості та глибини каріозних уражень завдяки порушенню мінералізуючої функції пульпи.

Застосування ЛПК у щурів 3-ої групи в карієсогенних умовах та на тлі аліментарного дефіциту вітаміну D₃ надало позитивний ефект на порушену активність фосфатаз пульпи. Так, зниження активності КФ пульпи у тварин 3 групи становить 29,43 % ($p_1 < 0,001$). Застосування ЛПК сприяло достовірному підвищенню активності ЛФ у щурів 3 групи на 19,39 % ($p_1 < 0,001$), що наближує значення до показників групи 1.

В результаті проведених біохімічних досліджень, мінералізуючий індекс пульпи (ЛФ/КФ) знизився в 2 групі у щурів в 1,7 рази ($p_1 < 0,001$). Після застосування запропонованого ЛПК індекс ЛФ/КФ повернувся до показників інтактної групи (табл. 2).

Таблиця 2

Активність кислої та лужної фосфатаз в пульпі щурів, які отримували лікувально-профілактичний комплекс на тлі аліментарного дефіциту вітаміну D₃ та карієсогенного раціону за умов деструкції кісткової тканини щелеп (M±m)

Групи тварин	Показники	Активність кислої фосфатази, мк-кат/кг	Активність лужної фосфатази, мкат/кг	Мінералізуючий індекс (ЛФ/КФ)
група 1 інтактна (n=10)		28,65 ± 1,75	1,76 ± 0,10	0,061 ± 0,004
група 2 (TDK) (n=10)		38,09 ± 2,10 p < 0,02	1,33 ± 0,09 p < 0,02	0,035 ± 0,001 p < 0,001
група 3 (TDK+ЛПК) (n=10)		26,88 ± 1,64 p > 0,5 p ₁ < 0,001	1,65 ± 0,08 p > 0,4 p ₁ < 0,01	0,061 ± 0,003 p > 0,8 p ₁ < 0,001

Примітка: p – показник достовірності відмінностей з інтактною групою; p₁ – показник достовірності відмінностей з 2-ю групою (TDK)

Висновки та перспективи подальших розробок. В результаті експериментальних досліджень застосування ЛПК не змогло повністю загальмувати розвиток каріозного процесу у щурів. На наш погляд це можна пояснити не тільки жорсткими умовами карієсогенної дієти Бугасвої та Нікітіна, але й спровокованим аліментарним дефіцитом вітаміну D₃, що викликало окрім розвитку карієсу і суттєве відставання у прирості маси тіла щурів 2 групи, що підтверджують данні літератури та власні дослідження [7, 16, 17].

Експериментальні дослідження ефективності запропонованого лікувально-профілактичного комплексу встановили його ефективну дію по відношенню до фосфатаз пульпи, тобто до попередження порушення мінералізуючої функції пульпи зубів тварин, які знаходилися у карієсогенних умовах на тлі аліментарного дефіциту вітаміну D₃. Проведені експериментальні дослідження є підставою для розробки лікувально-профілактичного комплексу для пацієнтів як з карієсом зубів, так і з деструктивними формами періодонтиту але потребує корекції доз вітаміну D в залежності від патології та рівня відповідних лабораторних показників.

Подальші клінічні дослідження можуть обґрунтувати та встановити механізми, які лежать в основі виникнення патології зубів, деструктивних процесів в періодонті та визначити, чи може корекція дефіциту вітаміну D₃ сприяти запобіганню ускладнень та сприяти відновлювальним процесам в альвеолярній кістці.

Література:

1. Навчальний посібник / Н.В. Фартушок та ін. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. 292 с.
2. Батіг В.М., Іваніцька О.В., Борисенко А.В., Линовицька О.В. Ефективність лікування хронічного пері-

одонтиту з використанням депофорезу. *Буковинський медичний вісник*. 2017. т. 21, №1. С. 16-20.

3. Весна О.А. Прогнозування гнійно-запальних ускладнень при хронічному апікальному періодонтиті : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.22. Одеса, 2020. 232 с.

4. Експериментальні методи дослідження стимуляторів остеогенезу: Метод. рекомендації / А. П. Левицький та ін. Київ : ГФЦ, 2005. 30 с.

5. Laky M., Bertl K., Haririan H., et al. Serum levels of 25-hydroxyvitamin D are associated with periodontal disease. *Clin Oral Investig*. 2017. №21(5). P. 1553-1558. DOI: 10.1007/s00784-016-1965-2.

6. Jagelavičienė E., Vaitkevičienė I., Šilingaitė D., Šinkūnaitė E., Daugėlaitė G. The Relationship between Vitamin D and Periodontal Pathology. *Medicina (Kaunas)*. 2018. №54(3). P. 45. DOI: 10.3390/medicina54030045.

7. Рейзвіх О.Е., Ніколаєнко І.В., Шнайдер С.А. Вплив лікувально-профілактичного комплексу на приріст маси тіла щурів за умов карієсогенної дієти та аліментарного дефіциту вітаміну D на тлі деструкції кісткової тканини щелеп. *Вісник стоматології*. 2025. №132(3). С. 61–69. DOI: 10.35220/2078-8916-2025-56-3.10

8. Ходаков І.В., Хромагіна Л.М., Макаренко О.А., Мудрик Л.М. Модифікація казеїно-сахарозної дієти М.С. Бугайової та С.А. Нікітіна (1954) для моделювання карієсу зубів у щурів. *Вісник стоматології*. 2023. Т. 47. № 1(122). С. 71–76. DOI: 10.35220/2078-8916-2023-47-1.12

9. Кожем'якін Ю.М., Хромов О.С., Філоненко М.А. Сайдетдінова Г.А. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та робота з ними. Київ : Авіцена, 2002. 156 с.

10. Макаренко О.А., Хромагіна Л.М., Ходаков І.В., Майкова Г.В., Мудрик Л.М., Кіка В.В., Могілевська Т.В. Методи дослідження стану кишечника та кісток у лабораторних щурів. Довідник. Одеса : видавець С.Л. Назарчук, 2022. 81 с.

11. Vdoviaková K., Petrovová E., Maloveská M., Krešáková J., Teleky J., Elias M.Z. Petrášová D. Surgical Anatomy of the Gastrointestinal Tract and Its Vasculature in the Laboratory Rat. *Gastroenterol Res Pract*. 2016. №2016. P. 2632368. DOI: 10.1155/2016/2632368.

12. Макаренко О.А. Як захистити кісткову тканину. Одеса: КП Одеська міська друкарня, 2013. 52 с.

13. Aslantas E.E., Buzoglu H.D., Karapinar S.P., Cehreli Z.C., Muftuoglu S., Atilla P., Aksoy Y. Age-related Changes in the Alkaline Phosphatase Activity of Healthy and Inflamed Human Dental Pulp. *JEndod*. 2016. №42(1). P. 131-4 DOI: 10.1016/j.joen.2015.10.003.

14. Голованова І.А., Белікова І.В., Ляхова Н.О. Основи медичної статистики : навчальний посібник для аспірантів та клінічних ординаторів. Полтава, 2017. 113 с.

15. Майборода Р.С. Комп'ютерна статистика : підручник. Київ : ВПЦ Київський університет, 2019. 589 с.

16. Laird E., Ward M., McSorley E., Strain J.J., Wallace J. Vitamin D and bone health: potential mechanisms. *Nutrients*. 2010. №2(7). P. 693-724. DOI: 10.3390/nu2070693.

17. Сухомейло Д.О. Удосконалення діагностики, профілактики та лікування основних стоматологічних захворювань у дітей з патологією опорно-рухового апарату : дис. ... доктора філ. 22 «Охорона здоров'я» 221 «Стоматологія». Одеса, 2025. 283 с.

References:

1. Fartushok, N.V., Dumanchuk, N.Ya., Pyrih, I.Yu., Senkiv, N.P., & Pyndus, T.O. (2015). *Navchalnyi posibnyk [Training manual]* Lviv : Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki. [in Ukrainian].

2. Batih, V.M., Ivanitska, O.V., Borysenko, A.V., & Lynovyt'ska, O.V. (2017). Efektyvnist likuvannia khronichnoho periodontytu z vykorystanniam depoforezu [Effectiveness of treatment of chronic periodontitis using depophoresis]. *Bukovynskyi medychnyi visnyk – Bukovina medical bulletin* 21, 1, 16-20. [in Ukrainian].

3. Vesna, O.A. (2020). Prohnozuvannia hniino-zapalnykh uskladnen pry khronichnomu apikalnomu periodontyti [Prognosis of purulent-inflammatory complications in chronic apical periodontitis]. *Candidate's thesis*. Odesa. [in Ukrainian].

4. Levytskyi, A.P. & ta in. (2005). Eksperymentalni metody doslidzhennia sty-muliatoriv osteohenezu: metodychni rekomendatsii [Experimental methods of research of osteogenesis stimulators: methodological recommendations]. Kyiv : HFTs. [in Ukrainian].

5. Laky, M., Bertl, K., Haririan, H., & et al. (2017). Serum levels of 25-hydroxyvitamin D are associated with periodontal disease. *Clin Oral Investig*, 21(5), 1553-1558. DOI: 10.1007/s00784-016-1965-2.

6. Jagelavičienė, E., Vaitkevičienė, I., Šilingaitė, D., Šinkūnaitė, E., & Daugėlaitė, G. (2018). The Relationship between Vitamin D and Periodontal Pathology. *Medicina (Kaunas)*, 12, 54(3)6 45. DOI: 10.3390/medicina54030045.

7. Reizvikh, O.E., Nikolaienko, I.V., & Shnaider, S.A. (2025). Vplyv likuvalno-profilaktychnoho kompleksu na pryrist masy tila shchuriv za umov kariiesohennoi diiety ta alimentarnoho defitsytu vitaminu D na tli destrukttsii kistkovoї tkanyny shchelep [Effect of the therapeutic and preventive complex on rat body weight gain under conditions of caries-causing diet and alimentary vitamin D deficiency against the background of destruction of jaw bone tissue]. *Visnyk stomatolohii – Stomatological Bulletin*, 132(3), 61–69. DOI: 10.35220/2078-8916-2025-56-3.10 [in Ukrainian].

8. Khodakov, I.V., Khromahina, L.M., Makarenko, O.A., & Mudryk, L.M. (2023). Modyfikatsiia kazeino-sakharoznoi diiety M.S. Buhaiovoi ta S.A. Nikitina (1954) dlia modeliuvannia kariiesu zubiv u shchuriv [Modification of the casein-sucrose diet by M. S. Bugayova and S. A. Nikitin (1954) for modeling dental caries in rats]. *Visnyk stomatolohii – Stomatological Bulletin*, 47, 1(122), 71–76. DOI: 10.35220/2078-8916-2023-47-1.12 [in Ukrainian].

9. Kozhemiakin, Yu.M., Khromov, O.S., Filonenko, M.A. & Saidetdinova, H.A. (2002). Naukovo-praktychni rekomendatsii z utrymannia laboratornykh tvaryn ta robota z nymy [Scientific and practical recommendations for keeping laboratory animals and working with them]. Kyiv : Avitsena. [in Ukrainian].

10. Makarenko, O.A., Khromahina, L.M., Khodakov, I.V., Maikova, H.V., Mudryk, L.M., Kika, V.V., & Mohilevska T.V. (2022). Metody doslidzhennia stanu kyshechnyku ta kistok u laboratornykh shchuriv. Dovidnyk [Methods for studying the state of intestines and bones in laboratory rats. Directory]. Odesa : vydavets S.L. Nazarchuk [in Ukrainian].

11. Vdoviaková, K., Petrovová, E., Maloveská, M., Krešáková, L., Teleky, J., Elias, M.Z., & Petrášová, D. (2016). Surgical Anatomy of the Gastrointestinal Tract and Its Vasculature in the Laboratory Rat. *Gastroenterol Res Pract*, 2016, 2632368. DOI: 10.1155/2016/2632368.

12. Makarenko, O.A. (2013). Yak zakhystyty kistkovu tkanynu [How to protect bone tissue]. Odesa: KP Odeska miska drukarnia. [in Ukrainian].

13. Aslantas, E.E., Buzoglu, H.D., Karapinar, S.P., Cehreli, Z.C., Muftuoglu, S., Atilla, P., & Aksoy, Y. (2016). Age-related Changes in the Alkaline Phosphatase Activity of Healthy and Inflamed Human Dental Pulp. *JEndod*, 42(1), 131-4 DOI: 10.1016/j.joen.2015.10.003.

14. Holovanova, I.A., Bielikova, I.V., & Liakhova, N.O. (2017). Osnovy medychnoi statystyky : navchalnyi posibnyk dlia aspirantiv ta klinichnykh ordynatoriv [Fundamentals of medical statistics : a textbook for graduate students and clinical residents]. Poltava. [in Ukrainian].

15. Maiboroda, R.Ye. (2019). *Kompiuterna statystyka : pidruchnyk [Computer statistics: textbook]*. Kyiv : VPTs Kyivskiyi universytet. [in Ukrainian].

16. Laird, E., Ward, M., McSorley, E., Strain, J.J., & Wallace, J. (2010). Vitamin D and bone health: potential mechanisms. *Nutrients*, 2(7), 693-724. DOI: 10.3390/nu2070693.

17. Sukhomeilo, D.O. (2025). Udoskonalennia diahnostryky, profilaktyky ta likuvannia osnovnykh stomatolohichnykh zakhvoriuvan u ditei z patolohiieiu oporno-rukhovoho aparatu [Improving the diagnosis, prevention and treatment of major dental diseases in children with musculoskeletal disorders]. *Candidate's thesis*. Odesa. [in Ukrainian].

Дата першого надходження рукопису до видання: 20.03.2026

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.04.2026

Дата публікації: 22.05.2026