

DOI <https://doi.org/10.32782/3041-1394.2024-1.7>

УДК 616.314:616.71]-018.4-073.48-08-053.2

О.О. Ісакова, доктор філософії, асистент, кафедра стоматології дитячого віку, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна, індекс 79010, storisa7@gmail.com

О.В. Колесніченко, кандидат медичних наук, доцент, кафедра стоматології дитячого віку, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна, індекс 79010, doctoralex1963@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ПОКАЗНИКІВ ДЕНСИТОМЕТРІЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ДІТЕЙ У СТОМАТОЛОГА

Мета дослідження – оцінка показників денситометрії як додаткового методу дослідження у стоматології з метою виявлення змін активності процесів трансформації кісткових структур організму дитини та впровадження отриманих результатів у протокол обстеження пацієнтів дитячого віку.

Методи дослідження. Обстежено 108 дітей (65 хлопчиків та 43 дівчаток) віком 6–13 років м. Львова та Львівської області, які проходили стоматологічне лікування чи консультацію на момент дослідження. Ультразвукова денситометрія п'яткової кістки дітей проводилась за допомогою ультразвукового кісткового денситометра «Achilles» фірми LUNAR Corp. (США), що вимірює швидкість поширення ультразвукової хвилі по кістковій тканині. Після отримання даних денситометрії проведено математичний та статистичний аналіз, а також оцінку кореляції отриманих даних із рентгеноморфометричними показниками індексів нижньої щелепи визначених по ортопантомограмах даної вибірки дітей.

Наукова новизна. Пошук високоінформативних і безпечних методів оцінки стану кісткової тканини залишається актуальним напрямком досліджень у сучасній стоматології. Визначення стану кісткової тканини дитини має важливе значення в діагностиці, профілактиці та лікуванні патологій зубощелепової системи.

Під час складання плану як ортодонтичного, так і хірургічного лікування патологічних змін у кістковій тканині зубощелепної системи враховують такі критерії: вік пацієнта, супутні соматичні захворювання, локалізацію патологічного процесу та стан кісткової тканини.

Висновки. Впровадження методу ультразвукової денситометрії п'яткової кістки як додаткового методу обстеження у дитячій стоматології та ортодонтії є безпечним методом діагностики змін щільності кісткової тканини, а результати, отримані за допомогою цього метода обстеження, сумісні з рекомендаціями ВООЗ. Таким чином, цей метод може широко застосовуватися при обстеженні пацієнтів з ортодонтичною патологією з метою визначення фактору ризику – зниження щільності кісткової тканини.

Ключові слова: діти, денситометрія, мінеральна щільність кісткової тканини, патологія зубощелепної системи.

О.О. Isakova, Candidate of Medical Sciences, Assistant, Department of Pediatric Dentistry, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69 Pekarska str, Lviv, Ukraine, postal code 79010, storisa7@gmail.com

О.В. Kolesnichenko, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69 Pekarska str, Lviv, Ukraine, postal code 79010, doctoralex1963@gmail.com

USE OF BONE DENSITOMETRY INDICATORS TO OPTIMISE THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF CHILDREN IN THE DENTAL PRACTICE

Goal of research. Evaluation of densitometry indicators as an additional research method in dentistry to detect changes in the activity of processes of transformation of bone structures of the child's body and implementation of the obtained results in the protocol of children's examination.



Research methods. We studied 108 children (65 boys and 43 girls) aged 6-13 years in Lviv and Lviv region who were undergoing dental treatment or consultation at the time of the research. Ultrasonic densitometry of the children's calcaneus was performed using the *Achilles* ultrasonic bone densitometer (LUNAR Corp. (USA)), which measures the speed of ultrasonic wave propagation through bone tissue. After obtaining the densitometric data, a mathematical and statistical analysis was carried out, as well as an evaluation of the correlation of the data obtained with the radiomorphometric indices of the mandible obtained from the orthopantomograms of this sample of children.

Scientific novelty. The search for highly informative and safe methods of assessing the state of bone tissue remains an important area of research in modern dentistry. Determining the state of a child's bone tissue is important for the diagnosis, prevention and treatment of dentition pathologies.

When drawing up a plan for orthodontic and surgical treatment of pathological changes in the bone tissue of the dentition, the following criteria are taken into account: the patient's age, concomitant somatic diseases, the location of the pathological process and the condition of the bone tissue.

Conclusions. The introduction of ultrasound calcaneal densitometry as an additional examination method in paediatric dentistry and orthodontics is a safe method of diagnosing changes in bone density, and the results obtained with this examination method are compatible with WHO recommendations. Therefore, this method can be widely used in the examination of patients with orthodontic pathology to determine the risk factor – decrease in bone density.

Key words: children, densitometry, bone mineral density, dentition pathology.

Постановка проблеми. Стоматологія, як і медицина в цілому, протягом останнього століття крок за кроком втілювала у життя нові методики, технології та протоколи лікування. Сучасна медична наука досягла високого рівня технічних засобів, що дозволяють якомога детальніше обстежити кожного пацієнта та дають змогу підібрати найоптимальніший індивідуальний план лікування, зробити його адаптованим до конкретного пацієнта з урахуванням як результатів додаткових методів дослідження, так і індивідуальних особливостей організму пацієнта.

Прийнято вважати, що декілька показників соматичного розвитку, таких як скелетний (стоматологічний) показник, соматична зрілість, статеве дозрівання і розмір тіла, можуть бути використані для оцінки росту і розвитку дітей [1; 2; 3].

Морфометаболічні зміни кісткової тканини характеризуються, зокрема, порушенням рівноваги процесів резорбції та регенерації через порушення метаболізму кістки, що призводить до зниження щільності кісткової тканини та зменшення її стійкості до різних навантажень. Розвиток жувально-мовного апарату нерозривно пов'язаний з розвитком усього організму. Порушення обмінних процесів кісткової тканини щелепних кісток на тлі загаль-

носоматичної патології, вплив несприятливих факторів навколишнього середовища є одними з багатьох етіологічних чинників, що сприяють розвитку зубощелепних аномалій [4].

Доведено тісний взаємозв'язок порушення формування лицевого скелета з порушеннями постави, а також формою шийного відділу хребта [5; 6].

Оскільки рівень мінералізації кісткової тканини п'яткової кістки є відображенням стану кісткової тканини в цілому і не залежить від особливостей типу, вираженості і орієнтації кісткових балок, кількісна оцінка денситометричного показника може служити раннім діагностичним і прогностичним критерієм [7–11].

Морфометаболічні зміни кісткової тканини яскраво виражаються у період активного росту кісток щелеп та процесу зміни зубів [12–14].

Для складання плану як ортодонтичного, так і хірургічного лікування патологій кісткової тканини зубощелепної системи все більше враховуються такі критерії: вік пацієнта, супутні соматичні захворювання, локалізація патологічного процесу та стан кісткової тканини.

Варто зауважити, що, незважаючи на анатомічні відмінності, нижня щелепа та п'яткова кістка є подібними за метаболізмом. Проведені в останні десятиліття дослідження вказують на наявність залежності між мінеральною щільністю



нижньої щелепи, висотою альвеолярного відростка, втратою зубів та змінами загальної мінеральної щільності скелета [15; 16].

П'яткова кістка постійно підлягає навантаженню, окрім цього, є легко доступною для обстеження. Це, а також той факт, що основна частина (приблизно 95%) п'яткової кістки представлена метаболічно активною трабекулярною кісткою (інтенсивність обміну речовин у ній перевищує аналогічні показники в компактній кістці в 7–8 разів), робить цю кістку найкращою ділянкою для діагностики [17].

Ультразвукова кісткова денситометрія п'яткової кістки – це безболісний і неінвазивний діагностичний метод, який дозволяє оцінити зміни кісткової маси, визначити мінеральну щільність кісткової тканини (МЩКТ), оцінити ризик розвитку остеопорозу, проаналізувати активність вікових трансформацій та оцінити ефективність лікування [18–20].

Денситометричний метод сьогодні є одним з перспективних напрямків обстеження кісткових структур. Перевагою денситометричної радіовізіографії є висока чутливість, комп'ютерна обробка даних, швидке отримання зображення на моніторі, можливість визначити і виділити тканини однакової щільності за допомогою колірної насичення. Оптична денситометрія дозволяє об'єктивно оцінити результати й ефективність проведеного лікування [21–28].

Пошук високоінформативних і безпечних методів оцінки стану кісткової тканини залишається актуальним напрямком досліджень у сучасній стоматології.

Мета дослідження – оцінка показників денситометрії як додаткового методу дослідження у стоматології з метою виявлення змін активності процесів трансформації кісткових структур організму дитини та впровадження отриманих результатів у протокол обстеження пацієнтів дитячого віку. **Матеріали і методи дослідження.** Ультразвукова кісткова денситометрія п'яткової кістки – це безболісний і неінвазивний діагностичний метод, який дозволяє оцінити втрату кісткової маси, визна-

чити щільність кальцію в тканинах кістки, мінеральну щільність кісткової тканини, оцінити ризик розвитку остеопорозу, проаналізувати активність вікових трансформацій та оцінити ефективність лікування [18–20].

Процедура проводиться за допомогою портативного денситометра, який вимірює швидкість проходження ультразвукової хвилі по кістковій тканині. Показник швидкості реєструється за допомогою спеціального датчика, дані з якого надходять в комп'ютер, де обробляються системою. Оброблені дані комп'ютер виводить на монітор. Більшість таких приладів призначена для оцінки тканини п'яткової кістки, адже саме ця частина скелета найбільше схильна до метаболічних процесів. Цей спосіб обстеження найчастіше застосовується за наявності протипоказань до рентгенологічних методів.

Головними перевагами ультразвукової денситометрії є її безпечність та інформативність. Це неінвазивне обстеження, під час якого абсолютно відсутнє променеве навантаження. Даний метод дає можливість проведення дослідження так часто, як це необхідно, а також можливість контролю якості проходження лікування на всіх етапах. Ще однією перевагою ультразвукової денситометрії є швидка оцінка даних за допомогою програмно-апаратних засобів, а також достовірність отриманого результату [29–31].

Протипоказаннями для проведення даного методу обстеження є гострі (термінальні) стани, пов'язані із загрозою життю; пошкодження шкірних покривів в місці дослідження (рани, садна, трофічні виразки, інфекційні захворювання шкіри тощо); наявність металевих імплантів у місці дослідження (можливі спотворення результатів) [32].

Отримані дані проходять обробку комп'ютерною системою і виводяться на екран у вигляді стандартного звіту. Перевагами ультразвукової денситометрії є швидкість виконання (дослідження займає близько 15 хвилин), невелика вартість, безболісність, відсутність опромінення, повна нешкідливість для організму пацієнта (ультразвукову денситометрію).



тометрію можна проводити навіть вагітним жінкам) [32].

У процесі виконання дослідження обстежено 108 дітей (65 хлопчиків та 43 дівчинки) віком 6–13 років м. Львова та Львівської області, які були відібрані за такими критеріями, як вік, стать, відсутність агенезу постійних зубів. Критеріями виключення були неповний стоматологічний анамнез, попереднє ортодонтичне лікування, виражені системні захворювання та вроджені аномалії, некомплектність зародків постійних зубів за винятком 3-їх молярів.

Клінічне обстеження пацієнтів проводилось на базі Львівського національного університету імені Данила Галицького на кафедрі стоматології дитячого віку. Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964–2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1996 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р.

Усі діти були розподілені на вікові групи 6–7, 8–9, 10–11 та 12–13 років із збереженням пропорційного та гармонійного розподілу як за статеву, так і віковою ознакою.

Згідно з розподілом обстежуваних дітей на вікові групи і відповідно до статі, проводилось визначення мінеральної щільності кісткової тканини дітей шляхом ультразвукового денситометричного дослідження п'яткової кістки правої ноги.

Пацієнтам проводили обстеження в умовах клініки на базі Інституту спадкової патології НАМН України. Визначення мінеральної щільності кісткової тканини п'яткової кістки правої ноги виконували за допомогою ультразвукового кісткового денситометра «Achilles» фірми LUNAR Corp. (США), що вимірює швидкість поширення ультразвукової хвилі по кістковій тканині. Що щільнішою є кістка, то швидше нею проходить ультразвукова хвиля.

Дослідження ґрунтувалось на вимірюванні часу проходження ультразвукової хвилі через

п'яткову кістку. Мінеральну щільність кісткової тканини дітей визначено у кожній віковій групі відповідно та статі. У результаті проведено аналіз і порівняння отриманих даних з нормою. Базовими показниками, такими, що підлягають оцінці, є:

- BMC – мінеральний склад кістки (в грамах);
- BMD – мінеральна щільність кістки (в грамах / см²).

Запис швидкості проходження хвиль ультразвуку при денситометричному дослідженні фіксується за допомогою спеціального датчика. Отримані результати аналізуються комп'ютерною системою і виводяться на екран у вигляді кінцевого звіту. Комп'ютерна програма розраховує необхідні показники.

Результати та їх обговорення. Підсумовуючи отримані результати ультразвукової денситометрії п'яткової кістки дітей у період 6–13 років, тобто в період активного прорізування постійних зубів, зміни прикусу та перебудови кісткової тканини, зазначимо, що отримано середні значення мінеральної щільності кісткової тканини п'яткової кістки по вікових групах відповідно до статі (таблиця 1).

Отримані результати свідчать про активізацію процесів кісткової трансформації у віковий період 10–11 років як серед хлопців, так і серед дівчат, зважаючи на різке збільшення показників МЩКТ у цей період, особливо у групі дівчат. Серед хлопців також спостерігається аналогічна тенденція у відповідній віковій групі, але менш виражена. Проте така виражена зміна показників МЩКТ серед дівчат обмежується лише віковим періодом 10–11 років на відміну від хлопців, у яких активне зростання показників МЩКТ продовжується і у віковій групі 12–13 років. В подальшому проведено оцінку та аналіз кореляції показників денситометрії п'яткової кістки та рентгенологічних індексів щелеп (MI, PMI, GI) дітей даної досліджуваної вибірки у віковому аспекті [33; 34] (таблиця 2).

Зведені таблиці 2 та 3 відображають результати проведених статистичних обчислень та достовірність їх результатів для обох статей.



Таблиця 1

Середні арифметичні значення МЦКТ п'яткової кістки у дітей різних вікових груп

| Стать/вік, роки | 6-7 | 8-9 | 10-11 | 12-13 |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|
| Хлопці | 97,4± 2% | 83,9± 2% | 87,5± 2% | 93,8± 2% |
| Дівчата | 100,9± 2% | 88,1± 2% | 98,9± 2% | 94,5± 2% |

Таблиця 2

Результати кореляцій між показниками рентгенологічних індексів та МЦКТ серед хлопців

| Вікова група | Індекси | MI | GI | PMI-i | PMI-s | МЦКТ |
|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6-7 років | MI | 1,00 | -0,07 | 0,61 | 0,91 | 0,26 |
| | GI | -0,07 | 1,00 | -0,27 | -0,20 | -0,23 |
| | PMI-i | 0,61 | -0,27 | 1,00 | 0,69 | -0,14 |
| | PMI-s | 0,91 | -0,20 | 0,69 | 1,00 | 0,24 |
| | МЦКТ | 0,26 | -0,23 | -0,14 | 0,24 | 1,00 |
| 8-9 років | MI | 1,00 | 0,12 | 0,54 | 0,68 | 0,20 |
| | GI | 0,12 | 1,00 | 0,40 | 0,16 | -0,26 |
| | PMI-i | 0,54 | 0,40 | 1,00 | 0,71 | 0,21 |
| | PMI-s | 0,68 | 0,16 | 0,71 | 1,00 | 0,04 |
| | МЦКТ | 0,20 | -0,26 | 0,21 | 0,04 | 1,00 |
| 10-11 років | MI | 1,00 | 0,14 | 0,50 | 0,43 | -0,24 |
| | GI | 0,14 | 1,00 | -0,45 | -0,30 | 0,24 |
| | PMI-i | 0,50 | -0,45 | 1,00 | 0,85 | -0,06 |
| | PMI-s | 0,43 | -0,30 | 0,85 | 1,00 | -0,11 |
| | МЦКТ | -0,24 | 0,24 | -0,06 | -0,11 | 1,00 |
| 12-13 років | MI | 1,00 | 0,17 | 0,70 | 0,55 | -0,44 |
| | GI | 0,17 | 1,00 | 0,22 | 0,31 | 0,22 |
| | PMI-i | 0,70 | 0,22 | 1,00 | 0,89 | -0,13 |
| | PMI-s | 0,55 | 0,31 | 0,89 | 1,00 | 0,03 |
| | МЦКТ | -0,44 | 0,22 | -0,13 | 0,03 | 1,00 |

Таблиця 3

Результати кореляцій між показниками рентгенологічних індексів та МЦКТ серед дівчат

| Вікова група | Індекси | MI | GI | PMI-i | PMI-s | МЦКТ |
|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6-7 років | MI | 1,00 | 0,22 | 0,94 | 0,71 | -0,13 |
| | GI | 0,22 | 1,00 | 0,27 | 0,58 | -0,48 |
| | PMI-i | 0,94 | 0,27 | 1,00 | 0,85 | 0,03 |
| | PMI-s | 0,71 | 0,58 | 0,85 | 1,00 | -0,05 |
| | МЦКТ | -0,13 | -0,48 | 0,03 | -0,05 | 1,00 |
| 8-9 років | MI | 1,00 | -0,31 | 0,52 | 0,71 | -0,18 |
| | GI | -0,31 | 1,00 | 0,23 | 0,10 | 0,07 |
| | PMI-i | 0,52 | 0,23 | 1,00 | 0,89 | 0,08 |
| | PMI-s | 0,71 | 0,10 | 0,89 | 1,00 | 0,00 |
| | МЦКТ | -0,18 | 0,07 | 0,08 | 0,00 | 1,00 |
| 10-11 років | MI | 1,00 | 0,78 | 0,72 | 0,65 | 0,21 |
| | GI | 0,78 | 1,00 | 0,63 | 0,55 | 0,08 |
| | PMI-i | 0,72 | 0,63 | 1,00 | 0,98 | 0,00 |
| | PMI-s | 0,65 | 0,55 | 0,98 | 1,00 | -0,06 |
| | МЦКТ | 0,21 | 0,08 | 0,00 | -0,06 | 1,00 |
| 12-13 років | MI | 1,00 | 0,25 | 0,91 | 0,94 | -0,10 |
| | GI | 0,25 | 1,00 | 0,38 | 0,35 | 0,19 |
| | PMI-i | 0,91 | 0,38 | 1,00 | 0,96 | 0,00 |
| | PMI-s | 0,94 | 0,35 | 0,96 | 1,00 | -0,15 |
| | МЦКТ | -0,10 | 0,19 | 0,00 | -0,15 | 1,00 |



Після проведення детального аналізу кореляційних зв'язків між значеннями визначених рентгенологічних індексів та показниками МЩКТ п'яtkової кістки достовірних результатів кореляції серед хлопців різних вікових груп не виявлено.

Проте все ж таки поміж показниками рентгенологічних індексів та показником МЩКТ п'яtkової кістки, визначеного методом ультразвукової денситометрії, спостерігаються активні зміни серед дівчат у віці 10–11 років. У цей період відзначається різке підвищення СА показника МЩКТ порівняно з іншими віковими періодами, а також з'являється сильний кореляційний зв'язок поміж GI та MI, що не відзначалось більше в жодній віковій групі ні серед хлопців, ні серед дівчат. Це може свідчити про інтенсивні трансформації, що мають місце власне у цей віковий період розвитку в кістковій тканині щелепно-лицевої ділянки зокрема та всього скелету в цілому. Описані показники виділені зеленим кольором у таблицях 1 та 3.

У процесі обстеження та опрацювання отриманого матеріалу встановлено, що активна зміна показників мінеральної щільності кісткової тканини п'яtkової кістки, визначеної методом ультразвукової денситометрії, виявляється у більш пізньому віковому періоді 10–11 років і характеризується різким підйомом показника МЩКТ як серед хлопців, так і серед дівчат. Але це значення є піковим для дівчат у віці 10–11 років і надалі вже не зростає. Натомість у хлопців спостерігається подальше збільшення цього показника у віці

12–13 років, що відповідає початку активного росту скелетних структур у чоловічої статі.

Висновки. Отже, проведені дослідження доводять, що:

– процеси формування кісткової тканини у дітей потребують особливо ретельного дослідження та вивчення;

– дослідження мінеральної щільності кісткової тканини п'яtkової кістки у дітей у період 6–13 років дають змогу оцінити активність процесів перебудови та формування кісткової тканини в цілому;

– дослідження мінеральної щільності кісткової тканини у дітей з метою виявлення найбільш активного періоду трансформації кісткової тканини необхідно проводити в динаміці в порівнянні з попередніми обстеженнями в більш ранньому віці.

– як для хлопців, так і для дівчат найбільш активна фаза процесів перебудови та формування кісткової тканини розпочинається у віці 10–11 років.

Аналіз отриманих даних динаміки змін у кістковій тканині дитини у віковому аспекті дозволяє визначити оптимальний період проведення планового лікування та отримання сприятливого прогнозу його результатів.

Ультразвукова денситометрія п'яtkової кістки є безпечним методом діагностики зміни щільності кісткової тканини, а результати, отримані за допомогою цього метода обстеження, сумісні з рекомендаціями ВООЗ.

Таким чином, цей метод може широко застосовуватися для оптимізації діагностики та лікування стоматологічної патології у дитячому (підлітковому) віці.

Література:

1. Santoro V, Roca R, De Donno A, Fiandaca C, Pinto G, Tafuri S, et al. Applicability of Greulich and Pyle and Demirijian aging methods to a sample of Italian population. *Forensic Sci Int* 2012;221:153.e1-5.
2. Schmeling A. Age estimation of unaccompanied minors. Part I. General considerations. *J. Forensic Sci.* № 159(Suppl). 2006. P. 61–64.
3. Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A et al. Criteria for age estimation in living individuals. *Int. J. Legal Med.* № 122(6). 2008. P. 457–460.
4. Muñoz-Calvo MT, Argente J. Nutritional and Puberal Disorders. *Endocr Dev.* 2016;29:153–73.
5. Crawford B, Kim DG, Moon ES, Johnson E, Fields HW, Palomo JM, et al. Cervical vertebral bone mineral density changes in adolescents during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146:183–9.
6. Moon E-S, Kim S, Kim N, Jang M, Deguchi T, Zheng F, Lee DJ, Kim D-G. Aging Alters



- Cervical Vertebral Bone Density Distribution: A Cross-Sectional Study. *Applied Sciences*. 2022; 12(6):3143. doi.org/10.3390/app12063143.
7. Рашид Э. Мамедзаде. Мониторинг динаміки лікування зуба з периапікальною деструкцією кісткової тканини за показниками оптичної денситометрії. *Сучасна стоматологія*, (1) 2016. С. 18–20.
 8. Криницький РП. Особливості вікової динаміки щільності кісткової тканини нижньої щелепи у осіб чоловічої та жіночої статі. *Актуальні питання медичної науки та практики*. 2015. т. 2(82), 1. С. 71–79.
 9. Ryzhuk R, Dahno L, Chaykovska S, Pavliv K. Peculiarities of structural reconstruction and mineral content dynamic of hard tissues of dentomandibular area in age aspect. *The 5th International Symposium of Clinical and Applied Anatomy. Book of Abstracts*. 2013. 5(2):140.
 10. Івашенко СВ. Оптимізація активного періода ортодонтичного лікування зубощелепних аномалій і деформацій. *Медичний журнал*. 2014. (2):129–132.
 11. Dvorak G, Arnhart C, Heuberger S [et al.]. Peri-implantitis and late implant failures in postmenopausal women: a cross-sectional study. *J. Clin. Periodontol*. 2011. Vol. 38(10):950–955.
 12. Масна ЗЗ., Павлів К, Чайковська С. Закономірності вікової перебудови коміркової частини нижньої щелепи в онтогенезі. XII з'їзд ВУЛТ. Київ; 2013:302-3.
 13. Чайковська С., Масна З.З., Павлів К.Ю., Масна-Чала О.З. Аналіз частоти зустрічання патологічних форм прикусу, пов'язаних з ростом і розвитком нижньої щелепи у підлітків з різними конституційними типами будови черепа. *Сучасні аспекти реабілітації в медицині : матеріали VII міжнародної конференції*. Єреван, 2015, 16–18 вересня. Єреван, 2015. С. 294–296.
 14. Криницький РП, Дахно ЛО, Масна ЗЗ, Рижук ХА, Кухлевський Ю. Порівняльний аналіз стану кісткової тканини коміркових ділянок верхньої та нижньої щелеп у осіб зрілого віку за умови збереження зубних рядів, при адентії та після дентальної імплантації. *Стоматологічні новини. Актуальні питання стоматології : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Львів, 28–29 жовтня 2015 р. Львів*. С. 38–39.
 15. Jagelaviciene E, Kubilius R, Krasauskiene A. The relationship between panoramic radiomorphometric indices of the mandible and calcaneus bone mineral density. *Medicina (Kaunas)*. 2010. Vol. 46 (2). P. 95–103.
 16. Dutra V, Yang J, Devlin H, Susin Ch. Radiomorphometric indices and their relation to gender, age, and dental status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005. Vol. 99(4). P. 479–484.
 17. Coe J. Speeding up assessment of bone mineral density. *Practice Nursing*. 2008. Vol. 19(4). P. 177–180.
 18. Gordon CM, Leonard MB, Zemel BS; International Society for Clinical Densitometry. 2013 Pediatric Position Development Conference: executive summary and reflections. *J Clin Densitom*. 2014;17(2):219–224.
 19. Crabtree NJ, Arabi A, Bachrach LK, et al; International Society for Clinical Densitometry. Dual energy X-ray absorptiometry interpretation in children and adolescents: the revised 2013 ISCD Pediatric Official Positions. *J Clin Densitom*. 2014;17(2):225–242.
 20. Bishop N, Arundel P, Clark E, et al; International Society of Clinical Densitometry. Fracture prediction and the definition of osteoporosis in children and adolescents: the ISCD 2013 pediatric official positions. *J Clin Densitom*. 2014;17(2):275–280.
 21. Барна ОМ, Головач ІО, Погребняк ОО, Корост ЯВ, Пехенько ВС, Аліфер ОО, Лотушко ВВ. Оцінка стану кісткової тканини за показниками УЗ денситометрії у віковому аспекті. *Ліки України. Medicine of Ukraine*. 2017;8(214):66–67.
 22. Lakhtin YV, Zviahin SM, Karpez LM. The State of The Optical Density of The Alveolar Process of The Jaws of Rats in Supraocclusive Relationships of Individual Teeth in The Age Aspect. *Wiad Lek*. 2021;74(8):1800–1803.
 23. Kazuhiko Nakata, Masahiro Izumi, Munetaka Naitoh, Kyoko Inamoto. Effectiveness of Dental Computed Tomography in Diagnostic Imaging of Periradicular Lesion of Each Root of a Multiradical Tooth: A Case Report July 2006 *Journal of Endodontics* 32(6):583–587.
 24. Поворознюк ВВ, Григор'єва НВ, Поворознюк ВВ. Ультразвукова денситометрія в оцінці структурно-функціонального стану кісткової тканини. *Біль. Суглоби. Хребет*. 2013;4(12):5–12.
 25. Devlin H, Horner K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density. *Osteopor Int*. 2002. Vol. 13. P. 373–378.
 26. Оснач РГ, Лисенко ОС, Паливода П. Рентгенологічна денситометрія щелеп при оцінці швидкості ортодонтичного переміщення зубів. *Сучасна стоматологія*. 2015(4):120–124.
 27. Pavicin IS, Ivosević-Magdalena N, Badel T et al. Analysis of dental supportive structures in orthodontic therapy. *Coll Antropol*. 2012. Vol. 36, N3. P. 779–783.



28. Campos MJ, de Albuquerque EG, Pinto BC et al. The role of orthodontic tooth movement in bone and root mineral density: a study of patients submitted and not submitted to orthodontic treatment. *Med. Sci Monit.* 2012. Vol. 18, N 12. P. 752–757.
29. Kalkwarf HJ, Abrams SA, Di Meglio LA, Koo WW, Specker BL, Weiler H; International Society for Clinical Densitometry. Bone densitometry in infants and young children: the 2013 ISCD pediatric official positions. *J Clin Densitom.* 2014;17(2):243–257.
30. Judith E. Adams. Bone Densitometry in Children. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2016; 20(03): 254-268. DOI: 10.1055/s-0036-1592369.
31. Khalatbari, H., Binkovitz, L.A. & Parisi, M.T. Dual-energy X-ray absorptiometry bone densitometry in pediatrics: a practical review and update. *Pediatr Radiol.* 2021; 51:25–39. <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04756-4>.
32. Марушко Ю.В., Волоха Т.І., Асонов А.О. Ультразвукова денситометрія (аксіальне вимірювання) у діагностиці остеопенічного синдрому у дітей з різною соматичною патологією. *Сучасна педіатрія.* 2016.1(73):54–58.
33. Макеев В.Ф., Ісакова О.О. Оцінка динаміки рентгеноморфометричних індексів щелеп у дітей у період змінного прикусу. *Сучасна стоматологія.* 2021;2 (106):68–74. DOI: 10.33295/1992-576X-2021-2-68.
34. Ісакова О.О., Макеев В.Ф. Оцінка стану кісткової тканини в протоколі обстеження пацієнтів дитячого лікаря-стоматолога. *Science and practice, actual problems, innovations : матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Мілан, Італія, 19–22 липня 2022 р. С. 134–137.*

References:

1. Santoro V, Roca R, De Donno A, Fiandaca C, Pinto G, Tafuri S, et al. Applicability of Greulich and Pyle and Demirijan aging methods to a sample of Italian population. *Forensic Sci Int* 2012;221:153. e1-5.
2. Schmeling A. Age estimation of unaccompanied minors. Part I. General considerations. *J. Forensic Sci.* № 159(Suppl). 2006. P. 61–64.
3. Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A et al. Criteria for age estimation in living individuals. *Int. J. Legal Med.* № 122(6). 2008. P. 457–460.
4. Muñoz-Calvo MT, Argente J. Nutritional and Puberal Disorders. *Endocr Dev.* 2016;29:153-73.
5. Crawford B, Kim DG, Moon ES, Johnson E, Fields HW, Palomo JM, et al. Cervical vertebral bone mineral density changes in adolescents during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146:183-9.
6. Moon E-S, Kim S, Kim N, Jang M, Deguchi T, Zheng F, Lee DJ, Kim D-G. Aging Alters Cervical Vertebral Bone Density Distribution: A Cross-Sectional Study. *Applied Sciences.* 2022; 12(6):3143. doi.org/10.3390/app12063143.
7. Rashyd E. Mamedzade (2016). Мониторинг динаміки лікування зуба з апікальною деструкцією кісткової тканини за показниками оптичної денситометрії [Monitoring of the dynamics of the treatment of a tooth with periapical destruction of bone tissue according to the indicators of optical densitometry]. *Suchasna stomatologiya - Modern dentistry*, 1, 18–20. [in Ukrainian].
8. Krinitskiy, R.P. (2015). Особливості вікової динаміки щільності кісткової тканини нижньої щелепи у осіб чоловічої та жіночої статі. [Peculiarities of the age-related dynamics of bone tissue density of the lower jaw in men and women]. *Aktualni pytannya medychnoyi nauky ta praktyky – Actual issues of medical science and practice*, 2(82),1, 71-79. [in Ukrainian].
9. Ryzhuk R, Dahno L, Chaykovska S, Pavliv K. Peculiarities of structural reconstruction and mineral content dynamic of hard tissues of dentomandibular area in age aspect. The 5th International Symposium of Clinical and Applied Anatomy. *Book of Abstracts.* 2013. 5(2):140.
10. Ivashenko, S.V. (2015). Оптимізація активного періоду ортодонтичного лікування зубощелепних аномалій і деформацій [Optimization of the active period of orthodontic treatment of maxillofacial anomalies and deformations]. *Medychnyi zhurnal - Medical journal*, 2, 129–32. [in Ukrainian].
11. Dvorak G, Arnhart C, Heuberger S [et al.]. Peri-implantitis and late implant failures in postmenopausal women: a cross-sectional study. *J. Clin. Periodontol.* 2011. Vol. 38(10):950–955.
12. Masna, Z.Z., Pavliv, K., Chaykovska, S. (2013). Zakonomirnosti vikovoyi perebudovy komirkovoyi chastyny nyzhnyoyi shchepy v ontogenezi [Patterns of age-related restructuring of the cellular part of the lower jaw in ontogeny]. XII zjazd VULT – XII Congress of Ukrainian Medical Association. Kyiv, 302-3. [in Ukrainian].
13. Chajkovska, S., Masna, Z.Z., Pavliv, K.Y., Macna-Chala, O.Z. (2015). Analiz chastoty zustrichannya patologichnykh form prykusu povjazanykh z rostom i rozvytkom nyzhnyoyi shchepy u pidlitkiv z riznymy konstytucijnymy typaramy budovy cherepa. [Analysis of the frequency of



- occurrence of pathological forms of bite associated with the growth and development of the lower jaw in adolescents with different constitutional types of skull structure]. *Materialy VII mizhnarodnoyi konferengiyi "Suchasni aspekty reabilitaciyi v medycyni -2015» - «Modern aspects of rehabilitation in medicine-2015», veresenj 16-18-September 16-18, Yerevan, 294-96. [in Ukrainian].*
14. Krynytsky, R.P., Dahno, L.O., Masna, Z.Z., Ryzhuk, H.A., Kuhlevsky, Y. (2015). Porivnyalni analiz stanu kistkovoyi tkanyny komirkovykh dilyanak verhnyoi ta nyrznoyi schelep u osib zrilogo viku za umovy zberezhenya zubnyh ryadiv pry adentii ta pislya dentalnoi implantaciyi. [Comparative analysis of the state of the bone tissue of cellular areas of the upper and lower jaws in adults with preserved dentition, during adentia and after dental implantation]. *Stomatologichni novyny. Materialy mirznarodnoyi naukovopraktychnoyi konferenciyi. Aktualni pytannya stomatologiyi. – Dental news. Materials of the international scientific and practical conference. Actual issues of dentistry. Zhovten 28-29 - October 28-29, Lviv, 38–39. [in Ukrainian].*
 15. Jagelaviciene E, Kubilius R, Krasauskiene A. The relationship between panoramic radiomorphometric indices of the mandible and calcaneus bone mineral density. *Medicina (Kaunas)*. 2010. Vol. 46 (2). P. 95–103.
 16. Dutra V, Yang J, Devlin H, Susin Ch. Radiomorphometric indices and their relation to gender, age, and dental status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005. Vol. 99(4). P. 479–484.
 17. Coe J. Speeding up assessment of bone mineral density. *Practice Nursing*. 2008. Vol. 19(4). P. 177–180.
 18. Gordon CM, Leonard MB, Zemel BS; International Society for Clinical Densitometry. 2013 Pediatric Position Development Conference: executive summary and reflections. *J Clin Densitom*. 2014;17(2):219–224.
 19. Crabtree NJ, Arabi A, Bachrach LK, et al; International Society for Clinical Densitometry. Dual energy X-ray absorptiometry interpretation in prepubertal children and adolescents: the revised 2013 ISCD Pediatric Official Positions. *J Clin Densitom*. 2014;17(2):225–242.
 20. Bishop N, Arundel P, Clark E, et al; International Society of Clinical Densitometry. Fracture prediction and the definition of osteoporosis in children and adolescents: the ISCD 2013 pediatric official positions. *J Clin Densitom*. 2014;17(2):275–280.
 21. Barna, O.M., Holovach, I.Y., Pohrebnyak, O.O., Korost, Y.V., Pekhenko, V.S., Alifer, O.O., Lotushko, V.V. (2017). Otsinka stanu kistkovoyi tkanyny za pokaznykamy UZ densytometriyi u vikovomu aspekti. [Evaluation of the state of bone tissue according to the indicators of ultrasound densitometry in the age aspect]. *Liky Ukrayiny.- Medicines of Ukraine*, 8(214), 66–67. [in Ukrainian].
 22. Lakhtin YV, Zviahin SM, Karpez LM. The State of The Optical Density of The Alveolar Process of The Jaws of Rats in Supraocclusive Relationships of Individual Teeth in The Age Aspect. *Wiad Lek*. 2021;74(8):1800–1803.
 23. Kazuhiko Nakata, Masahiro Izumi, Munetaka Naitoh, Kyoko Inamoto. Effectiveness of Dental Computed Tomography in Diagnostic Imaging of Periradicular Lesion of Each Root of a Multiradical Tooth: A Case Report July 2006 *Journal of Endodontics* 32(6):583–587.
 24. Povoroznyuk, V.V., Hryhoriyeva, N.V., Povoroznyuk, V.V. (2013). Ultrazvukova densytometriya v otsyntsi strukturno-funktsionalnoho stanu kistkovoyi tkanyny. [Ultrasound densitometry in the evaluation of the structural and functional state of bone tissue]. *Zhurnal "Bil.Suhloby.Khrebet.- Journal "Pain. Joints. Spine", 4(12), 5-12. [in Ukrainian].*
 25. Devlin H, Horner K. Mandibular radiomorphometric indices in the diagnosis of reduced skeletal bone mineral density. *Osteopor Int*. 2002. Vol. 13. P. 373–378.
 26. Osnach, R.H., Lysenko, O.S., Palyvoda, I.I. (2015) Rentgenologichna densytometriya shchelep pry otsyntsi shvydkosti ortodontychnoho peremishchennya zubiv. [X-ray densitometry of the jaws in assessing the speed of orthodontic tooth movement]. *Suchasna stomatolohiya - Modern dentistry*, 4, 120–124. [in Ukrainian].
 27. Pavicin IS, Ivosević-Magdalenać N, Badel T et al. Analysis of dental supportive structures in orthodontic therapy. *Coll Antropol*. 2012. Vol. 36, N3. P. 779–783.
 28. Campos MJ, de Albuquerque EG, Pinto BC et al. The role of orthodontic tooth movement in bone and root mineral density: a study of patients submitted and not submitted to orthodontic treatment. *Med. Sci Monit*. 2012. Vol. 18, N 12. P. 752–757.
 29. Kalkwarf HJ, Abrams SA, Di Meglio LA, Koo WW, Specker BL, Weiler H; International Society for Clinical Densitometry. Bone densitometry in infants and young children: the 2013 ISCD pediatric official positions. *J Clin Densitom*. 2014;17(2):243–257.
 30. Judith E. Adams. Bone Densitometry in Children. *Semin Musculoskelet Radiol* 2016; 20(03): 254-268. DOI: 10.1055/s-0036-1592369.
 31. Khalatbari, H., Binkovitz, L.A. & Parisi, M.T. Dual-energy X-ray absorptiometry bone



- densitometry in pediatrics: a practical review and update. *Pediatr Radiol.* 2021; 51:25–39. <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04756-4>.
32. Marushko, Y.V., Volokha, T.I., Asonov, A.O. (2016). Ultrazvukova densytometriya (aksialne vymiryuvannya) u diahnozytsi osteopenichnoho syndromu u ditey z riznoyu somatychnoyu patolohiyeyu. [Ultrasound densitometry (axial measurement) in the diagnosis of osteopenic syndrome in children with various somatic pathologies]. *Suchasna pediatriya – Modern pediatrics*, 1(73), 54–58. [in Ukrainian].
33. Isakova, O., Makeev, V. (2021). Otsinka dynamiky rentgenomorphometrychnykh indeksiv schelep u ditei u period zminnogo prykusu. [Assessment of the dynamics of x-ray morphometric indices of the jaws in children with variable bite]. *Suchasna stomatologiya – Modern dentistry*, 106(2), 68–74. <https://doi.org/10.33295/1992-576x-2021-2-68>. [in Ukrainian].
34. Isakova, O.O., Makeev, V.F. (2022) Otsinka stanu kistkovoyi tkanyny v protokoli obstezhennya patsiyentiv dytyachoho likarya-stomatoloaha. [Evaluation of the state of bone tissue in the patient examination protocol of a pediatric dentist]. XVIII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya “Science and practice, actual problems, innovations” Italiya, m. Milan, 19-22 lypnya – XVIII International scientific and practical conference “Science and practice, actual problems, innovations” Italy, Milan, July 19–22, 134–137. [in Ukrainian].