

УДК: 616.716-008.817-047.272

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ КІСТКОВИХ СТРУКТУР ЩЕЛЕПНО-ЛИЦЕВОЇ ДІЛЯНКИ В КЛІНІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Філоненко В.В.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

Метою роботи був аналіз спеціалізованої наукової літератури для узагальнення даних про дослідження рентгенологічної щільності кісткових структур щелепно-лицевої ділянки на основі даних Конусно-Променевої Комп'ютерної Томографії (КПКТ). Для кількісної оцінки кісткової щільності використовується шкала послаблення рентгенівського випромінювання (шкала Гаунсфілда). Вимірювання щільності кістки надає цінну інформацію про її якість, і вказує на значну розбіжність показників у різних ділянках зубощелепного апарату. В сучасній літературі зустрічаються поодинокі роботи, присвячені особливостям зміни щільності кісткової тканини у період її росту і розвитку, до та в процесі ортодонтчного лікування зубощелепних деформацій. Аналіз численних досліджень показує, що фізико-механічні та біологічні характеристики кісткової тканини щелеп значною мірою визначають ефективність проведення стоматологічних, зокрема ортодонтчних, маніпуляцій. Вимірювання оптичної щільності кісткової тканини із застосуванням КПКТ є діагностично інформативним доступним методом дослідження. Отримані дані доцільно використовувати при виборі конструкції ортодонтчних апаратів, прогнозуванні термінів їх використання та активації, при оцінці змін в динаміці лікування. Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на визначення показників оптичної щільності кісткових тканин щелепно-лицевої ділянки у дітей з вродженими незрощеннями губи та піднебіння.

Ключові слова: конусно-променева комп'ютерна томографія (КПКТ) черепа, оптична щільність, шкала Гаунсфілда, вроджені незрощення губи та піднебіння.



Цитуйте українською: Філоненко ВВ. Визначення щільності кісткових структур щелепно-лицевої ділянки в клінічній практиці. Експериментальна і клінічна медицина. 2023;92(3):26-34. <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.3.fil>

Cite in English: Filonenko VV. Determination of density of bone structures of the maxillo-facial region in clinical practice. Experimental and Clinical Medicine. 2023;92(3):26-34. <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.3.fil> [in Ukrainian].

Вступ

Точне визначення щільності кісток має першочергове значення для діагностики та планування стоматологічних маніпуляцій. Особливо важливо це при наявних захворюваннях пародонту,

реабілітації після травм, проведенні імплантації, реконструктивних щелепно-лицевих операцій та ін. [1].

Фізико-механічні та біологічні характеристики кісткової тканини щелепно-лицевої ділянки у дітей з вродженими

незрощеннями губи та піднебіння визначають ефективність проведення хірургічних втручань та ортодонтичного лікування. Пошук у доступній науковій літературі за останні роки інформації про особливості проведення досліджень по визначенню рентгенологічної щільності кісткових структур щелепно-лищевої ділянки вказаної категорії дітей не принесли результату.

Мета роботи – провести аналіз спеціалізованої наукової літератури для узагальнення даних про дослідження щільності кісткових структур щелепно-лищевої ділянки, які візуалізуються із застосуванням методу Конусно-Променевої Комп'ютерної Томографії (КПКТ).

Матеріали і методи

Було проаналізовано сучасну наукову вітчизняну та зарубіжну (PubMed) літературу за останні роки, що висвітлює питання визначення щільності кісткових структур щелепно-лищевої ділянки. Критеріями включення літературних джерел до бази дослідження були: відповідність назви й анотації відповідали проблемі; відповідність повного тексту проблемі, якщо назва й анотація не давали можливості визначити відповідність проблемі. Вибір проведено на підставі загальних і конкретних термінів. Загальні давали велику кількість публікацій. Цілеспрямований пошук включав дослідження по визначенню рентгенологічної щільності кісткових структур щелепно-лищевої ділянки на основі даних КПКТ у період розвитку зубощелепного апарату, до та в процесі ортодонтичного лікування зубощелепних деформацій.

Результати та їх обговорення

При системних захворюваннях скелета, які характеризуються зниженням кісткової маси в одиниці об'єму та порушенні мікроархітектури кісткової тканини, що призводить до підвищення крихкості кісток та високого ризику їх переломів, широкого застосовують ме-

тоди вимірювання мінеральної щільності. В численних дослідженнях доведено можливість прогнозування переломів за цим параметром. Проте на міцність кістки та ризик переломів впливає не лише щільність, але й інші особливості скелету [2–6].

Кісткова тканина є динамічною відкритою системою зі складною багаторівневою організацією, що виконує опорно-механічну, захисну та метаболічну функції. Внаслідок того, що процесі адаптивного ремоделювання відповідно до стану регуляторних систем та локальних умов в яких перебуває, кістка може змінювати свою структуру та властивості. Для неї характерна значна індивідуальна та топографічна варіабельність морфологічної будови, фізико-механічних властивостей, хімічного складу та біологічного потенціалу [7].

Порушення обмінних процесів кісткової тканини щелеп на тлі загальносоматичної патології, вплив несприятливих факторів навколишнього середовища, супутні ускладнення з боку твердих тканин зубів і пародонту є етіологічними факторами розвитку зубощелепних деформацій [8].

Для дослідження кісткових структур широко застосовується комп'ютерна діагностика [7]. Ключовим інструментом для успішного планування лікування є аналіз даних КПКТ черепа із наступною 3D-реконструкцією зображення у відповідному діапазоні рентгенологічної щільності [1; 7; 9–11].

Різна здатність поглинати рентгєнівські промені – один з визначальних параметрів, що характеризує якість кістки, що може бути визначена за даними КПКТ. Ця властивість пов'язана з її мінеральною насиченістю і прямо пропорційна щільності [7].

Для кількісної оцінки рентгєнологічної щільності структур, які візуалізуються із застосуванням методу КПКТ черепа використовується шкала послаб-

лення рентгенівського випромінювання (шкала Гаунсфілда). Діапазон шкали становить від -1024 до 3071 умовних одиниць Гаунсфілда (HU). Точкою відліку (0 HU) прийнята щільність води. Негативні величини шкали відповідають повітрю та жировій тканині, позитивні – м'яким тканинам, кістковій тканині та більш щільним речовинам (емаль зуба, ортопедичні конструкції, імпланти). Різні типи нормальної кісткової тканини мають щільність від 226 до 3071 HU (від 700 HU губчаста речовина, до 3000 HU компактна) [1; 7; 12].

На підставі визначення рентгенологічної щільності, мінеральної насиченості кортикального і губчастого шару та їх топографічних співвідношень Misch С.Е. (1999) виділено 4 типи кісткової тканини: D1 – товста щільна компактна кістка (рентгенологічна щільність >1250 HU), D2 – кістка з товстим кортикальним шаром різної щільності та вираженим мілкокомірковим губчастим шаром (рентгенологічна щільність 850–1250 HU), D3 – кістка з тонким рихлим кортикальним шаром та рихлим середньокмірковим губчастим шаром (рентгенологічна щільність 350–850 HU), D4 – кістка з дуже тонким або невираженим кортикальним шаром та перева-

гою великокоміркового губчастого шару (рентгенологічна щільність 150–350 HU) [7; 13].

Розроблена Маланчуком В.О. та співавт. (2011) класифікація включає 7 типів кісткової тканини, 3 з яких належать до губчастої, а 4 – до кортикальної кістки з різними властивостями [7] (таблиця).

Рентгенологічну щільність компактної пластинки можна розцінювати як постійну величину. Завдяки відсутності кістки та нижчим показникам лінійного ослаблення випромінювання всередині губчастої речовини відносно дистильованої води значення інколи бувають від'ємними [1].

Дослідження з використанням неінвазивних методів дослідження, що дозволяють з високою точністю визначати зміни рентгенологічної щільності кісткової тканини [1; 14], широко використовувались вітчизняними та зарубіжними науковцями.

Так, з використанням методу комп'ютерної томографії встановлено динаміку щільності кісткової тканини верхньої щелепи людини у пренатальному онтогенезі у ділянках лобового, виличного, піднебінного та коміркового відростків. Зазначено переважання щіль-

Таблиця. Типи кісткової тканини із різними пружними властивостями

Тип	Кісткова тканина	Модуль пружності (E1), МПа	Рентгенологічна щільність, HU
I	високопорозна губчаста	<500	<200
II	губчаста	500–1499	200–399
III	ущільнена губчаста	1500–3499	400–699
IV	низькомінералізована пориста кортикальна	3500–6499	700–1199
V	нормальна кортикальна із помірною мінеральною насиченістю	6500–8999	1200–1599
VI	щільна добре мінералізована кортикальна	9000–11999	1600–2099
VII	ущільнена, склерозована кортикальна з підвищеною мінералізацією	12000–16000	>2100

ності на лобовому та виличному відростках. Це зумовлює фізіологічний захист щелепо-лицевої ділянки плода під час проходження родовими шляхами, так як виличний відросток разом із верхньощелепним відростком виличної кістки формує передньо-латеральну стінку очної ямки, що є захисним блоком для протидії бічному стисканню та захищає від ушкодження судинно-нервові пучки, які залягають у кісткових борознах даної ділянки. Лобовий відросток, в свою чергу, формує передньо-медіальну стінку очної ямки та латеральну стінку зовнішніх дихальних шляхів [15].

Іншими авторами було проведено кількісну та об'єктивну якісну оцінку кістки в різних сегментах беззубої щелепи завдяки аналізу 101 комп'ютерних томограм. В досліджуваних сегментах показники знаходились у діапазоні від –240 HU до 1159 HU. У передньому сегменті нижньої щелепи було виявлено найвище одиничне/середнє значення щільності (559 ± 208) HU, у бічних – найнижче (321 ± 132) HU. На верхній щелепі відповідно: (517 ± 177) HU у передньому сегменті, та (333 ± 199) HU – у бічних. Зв'язку між значенням щільності та віком чи статтю не було встановлено [16].

Вимірювання щільності кістки не тільки надає цінну інформацію про її якість, але, зважаючи на сильну розбіжність показників у різних ділянках зубощелепного апарату, допомагає уникнути ускладнень при встановленні імплантів [17]. Незважаючи на їх значні конструктивні удосконалення, розробку нових біологічно-інертних і біологічно-активних матеріалів, досягнення необхідних клінічних результатів неможливе без урахування стану кісткової тканини. Використання передопераційних вимірювань щільності допомагає уникнути встановлення імплантів у кістку з незадовільною якістю [16; 17]. Між товщиною кортикальної кістки або

значеннями щільності кісткової тканини, отриманими за допомогою КПКТ, і стабільністю імплантату спостерігається чітка залежність [19]. При встановленні імплантату доцільно визначати взаємозв'язки між значеннями щільності, максимальним крутним моментом введення та аналізом резонансної частоти [19; 20].

В дослідженні [21] вивчено показник відносної оптичної щільності кісткової тканини на різних етапах лікування хронічного гранулематозного періодонтиту, що дозволяє об'єктивно оцінити динаміку змін вогнища патологічної деструкції протягом лікування, доповнити та об'єктивізувати дані рентгенографії у цифровому еквіваленті.

Наявний об'єм та якість кістки, особливості просторового розподілу, що властиві різним її типам (архітектоніці) у ділянці хірургічного втручання визначають найближчий та віддалений прогноз щелепно-лицевих операцій, технічну можливість застосування тієї чи іншої методики, особливості реабілітації в післяопераційний період [7; 16].

Проведено дослідження з визначення щільності альвеолярного відростка при гінгівіті у дітей, які постійно проживають на радіаційно забруднених територіях України. Встановлено взаємозв'язок між структурно-функціональним станом кісток скелета, альвеолярного відростка і тканин пародонту [18].

На підставі аналізу 60 комп'ютерних томограм осіб зі здоровим пародонтом проведено дослідження по визначенню оптичної щільності кісткової тканини альвеолярного відростка в ділянці дефекту зубного ряду, а також її залежності від часу видалення зуба. У контрольній групі, що склали пацієнти з інтактним зубним рядом, отримано показники оптичної щільності, що коливаються в діапазоні від 503,1 до 2829,8 HU, залежно від місця вимірювання, віку і статі. При ранніх видален-

нях зубів виявлено зменшення показників зі стійкою залежністю від часу видалення і використання знімних конструкцій зубних протезів. При невеликих термінах після видалення (від 10 до 14 діб) оптична щільність становила $([420,5 \pm 5,3] \div [2309,7 \pm 5,2])$ HU; при середніх (від 15 до 30 діб) – $([105,2 \pm 2,4] \div [1565,0 \pm 4,0])$ HU; при тривалих (від 1 до 3 міс.) – $([212,7 \pm 3,1] \div [2103,9 \pm 3,6])$ HU, при використанні знімних конструкцій зубних протезів від 1 до 3 років – $([225,3 \pm 3,1] \div [2454,0 \pm 3,4])$ HU [1; 22].

Доведено, що стан мінерального обміну в організмі впливає на остеорегенераторний потенціал щелепних кісток, зокрема на компенсаторну реакцію у відповідь на тривалий патологічний вплив (компресію) з боку радикулярних кіст. При їх діагностиці необхідно визначати стан оптичної щільності кісткової тканини. При порушенні мінерального обміну показники у ділянках кістозного ураження на верхніх щелепах у 1,13; а на нижніх – у 1,1 рази нижчі [23].

Променеву діагностику було також використано для оцінки процесів загоєння щелеп у щелепно-лицевій хірургії. Визначено щільність кісткової тканини у ділянці оперативного втручання та оточуючих тканинах [24].

Наявність супраоклюзійних співвідношень зумовлює зниження щільності кісткової тканини альвеолярного відростка. Проведено порівняльну оцінку рентгенологічної щільності при супраоклюзійних співвідношеннях окремих зубів у віковому аспекті в щурів. Достовірної різниці у молодих щурів не встановлено, але показники у групі дорослих були гірші на 17,5 %, у старих – на 26,6 % [25].

У сучасній літературі зустрічаються поодинокі роботи, присвячені особливостям зміни щільності кісткової тканини у період розвитку зубощелепного апарату, до та в процесі орто-

донтичного лікування зубощелепних деформацій.

Аналіз дозрівання шийного відділу хребців (cervical vertebral maturation) є ефективним для оцінки піку росту зубощелепного та опорно-рухового апарату дітей і підлітків. Виявлення змін розподілу мінеральної щільності кісткової тканини шийного відділу хребців за допомогою КПКТ показали позитивну кореляцію зі збільшенням довжини нижньої щелепи, що слід враховувати при проведенні ортодонтичного лікування [26].

На підставі вивчення 37 комп'ютерних томограм ортодонтичних пацієнтів проведено порівняльний аналіз значень рентгенологічної щільності кісткової тканини верхньої та нижньої щелеп і рентгенологічної щільності другого шийного хребця у пацієнтів із зубощелепними аномаліями у вікових групах, що відповідали періодам змінного (6–12 років), завершенню формування постійного (13–20 років) та постійного прикусу в період активного функціонування зубощелепного апарату (21–40 років). На верхній щелепі вимірювання проводили на аксіальних зрізах в вестибуло-оральному напрямку у ділянці альвеолярного відростка між центральними різцями, іклом і першим премоляром на рівні середини коренів, у ділянці перших молярів нижче рівня біфуркації та у ділянці горба. Встановлено, що найбільш щільною ділянкою є альвеолярний відросток між центральними різцями, показники з віком збільшуються від $(1045,14 \pm 59,81)$ HU до $(1318,00 \pm 69,28)$ HU. Збільшення з віком щільності від $(877,21 \pm 33,13)$ HU до $(930,90 \pm 29,44)$ HU простежується також при аналізі показників між іклом і першим премоляром. Максимальну щільність встановлено у ділянці біфуркації перших молярів вікової групи, що відповідала періоду формування постійного прикусу $([644,67 \pm 45,53])$ HU, що досто-

вірно перевищувала показники групи зі змінним прикусом ($[476,00 \pm 63,51]$ НУ). У період активного функціонування зубощелепного апарату відмічено зниження показників щільності кістки ($[531,47 \pm 36,82]$ НУ), що на думку авторів пояснюється зростаючими віковими пародонтологічними проблемами. Отримані дані підтверджують, що бугор найбільш довгий час є зоною росту верхньої щелепи [27–30].

Проведено обстеження пацієнтів з рецидивами тортоаномалій зубів з використанням метод КПКТ та вимірюванням щільності кісткової тканини [31].

Останнім десятиліттям широкої популярності серед практикуючих ортодонтичів набули мікрогвинти, які вкручують в кісткову тканину щелепи в якості опори для ортодонтичних пересувань зубів (мікроімпланти). Проводяться дослідження по визначенню силових навантажень біомеханічної системи «кістка - мікроімплант», зони концентрації основних напружень та щільності кісткової тканини у місцях їх фік-

сації, результати яких потребують уточнення та всебічного аналізу [32].

Висновки

Отже, аналіз чисельних досліджень з визначення рентгенологічної щільності кісткових структур щелепно-лицевої ділянки показав, що фізико-механічні та біологічні характеристики кісткової тканини визначають ефективність проведення стоматологічних маніпуляцій. Вимірювання рентгенологічної щільності кісткових структур із застосуванням КПКТ є діагностично інформативним доступним методом дослідження. В ортодонтичній практиці отримані дані доцільно використовувати при виборі конструкції ортодонтичного апарату, прогнозуванні термінів використання, при характеристиці змін в динаміці лікування. Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на визначення показників оптичної щільності кісткових тканин щелепно-лицевої ділянки у дітей з вродженими незрощеннями губи та піднебіння.

Конфлікт інтересів відсутній.

Література

1. Герман СА. Дослідження оптичної щільності кісткової тканини альвеолярних відростків у ділянці дефектів зубних рядів. Український стоматологічний альманах. 2016;(4):43-8. Доступно на: <https://dental-almanac.org/index.php/journal/article/view/220>
2. Hans D, Fuerst T, Uffmann M. Bone density and quality measurement using ultrasound. *Curr Opin Rheumatol*. 1996;8(4):370-5. DOI: 10.1097/00002281-199607000-00016. PMID: 8864591.
3. Поворознюк ВВ, Гаркуша МА. Рентгеноостеоденситометрія в оцінці структурно-функціонального стану кісткової тканини в жінок із переломом кісток дистального відділу передпліччя. *Ортопедія, травматологія та протезування*. 2014;(4):93-9. Доступно на: <http://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/8808>
4. Поворознюк ВВ (ред). Сучасні принципи діагностики, профілактики та лікування захворювань кістково-м'язової системи в людей різного віку: збірник наукових праць. Випуск 1. Київ: ВПЦ «Експрес»; 2008. 276 с.
5. Wilson C. *Essentials of Bone Densitometry for the Medical Physicist*. Manuscript? Medical College of Wisconsin; 2014. 10 p. On web-site: American Association of Physicists in Medicine [Internet]. Available at: <https://www.aapm.org/meetings/03AM/pdf/9873-13152.pdf> [accessed 20 Sep 2023].

6. Щотижневик «Аптека». Остеопороз: про це повинен знати кожний. 2001;20(291). Доступно на: <https://www.apteka.ua/article/11840>
7. Маланчук ВО, Копчак АВ. Оцінка якості кісткової тканини лицевого відділу черепа та класифікація її типів на основі біомеханічних параметрів. Український медичний часопис. 2013;1(93):126-31. Доступно на: <http://surl.li/rgjfn>
8. Смаглюк ЛВ, Шешуков ДВ. Стан стоматологічного здоров'я у молодих людей в залежності від їх конституціонально-типологічних характеристик будови тіла. Вісник проблем біології і медицини. 2015;2(2(119)):222-5. Доступно на: <http://surl.li/rgjfh>
9. Шепітько ВІ. Нові можливості комп'ютерної томографії в антропометричних дослідженнях черепа. Світ медицини та біології. 2014;2(44):203-8. Доступно на: <http://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/3009>
10. Kim D-G. Can dental cone beam computed tomography assess bone mineral density? J Bone Metab. 2014;21(2):117-26. DOI: 10.11005/jbm.2014.21.2.117. PMID: 25006568.
11. Соколова ІІ, Удовиченко НМ, Герман СІ. Рентгенографічні дослідження в стоматології: рекомендації для відбору пацієнтів і обмеження радіаційного впливу: навчально-методичний посібник для лікарів-інтернів за спец. «Стоматологія» і лікарів-стоматологів. Харків: ХНМУ; 2020. 64 с. Доступно на: <https://is.gd/R6RF9h>
12. Hounsfield scale. Wikipedia [Internet]. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Hounsfield_scale [accessed 20 Sep 2023].
13. Misch CE. Density of bone: Effect on surgical approach, and healing. In: Misch CE (ed). Contemporary Implant Dentistry. St Louis: Mosby-Year Book; 1999. P. 371-84.
14. Смолка АС, Ключко ТР. Метод визначення щільності кісткової тканини організму. Матеріали XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні» (Україна, м. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 08–09 грудня 2020). С. 333-6. Доступно на: <https://ela.kpi.ua/items/036afd4c-74f2-4829-9d44-3fb75080f717>
15. Ошурко АП, Олійник ЮО. Динаміка щільності кісткової тканини верхньої щелепи людини у пренатальному онтогенезі визначена методом комп'ютерної томографії. Вісник проблем біології і медицини. 2019;1(2):300-5. Доступно на: <https://is.gd/Yd28Rb>
16. Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM, Griffin TJ, Rand WM. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index. Int. J. Oral Maxillofac. 2006;21(2):290-7. PMID: 16634501.
17. Norton MR, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. Clin Oral Implants Res. 2001;12(1):79-84. DOI: 10.1034/j.1600-0501.2001.012001079.x. PMID: 11168274.
18. Немирович ЮП. Мінеральний стан альвеолярного відростка у дитячого населення екологічно несприятливих регіонів України. Новини стоматології. 2010;4(65):62-5.
19. Merheb J, Van Assche N, Coucke W, Jacobs R, Naert I, Quirynen M. Relationship between cortical bone thickness or computerized tomography-derived bone density values and implant stability. Clin Oral Implants Res. 2010;21(6):612-7. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2009.01880.x. PMID: 20666788.
20. Fuster-Torres MA, Penarrocha-Diago M, Penarrocha-Oltra D, Penarrocha-Diago M. Relationships between bone density values from cone beam computed tomography, maximum insertion torque, and resonance frequency analysis at implant placement: a pilot study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2011;26(5):1051-6. PMID: 22010089.
21. Жданова НО. Вивчення відносної оптичної щільності кісткової тканини при лікуванні хронічного гранулематозного періодонтиту. Світ медицини та біології. 2016; 3(57):32-5. Доступно на: <https://womab.com.ua/ua/smb-2016-03/6160>

22. Янішен ІВ, Герман СА. Дослідження оптичної щільності кісткової тканини альвеолярного відростка щелеп за допомогою тривимірної комп'ютерної томографії. Стоματοлогічні новини: збірник праць з актуальних проблем стоматології. 2016;(15):19-20. Доступно на: <http://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/15243>

23. Гаврильців СТ. Вивчення оптичної щільності щелепових кісток у хворих із радикулярними кістами на тлі остеопорозу та без порушень мінерального обміну. Клінічна стоматологія. 2017;3:29-36. DOI: 10.11603/2311-9624.2017.3.8066.

24. Geiger M, Blem G, Ludwig A. Evaluation of Image for Relative Bone Density Measurement and Clinical Application. J Oral Health Craniofac Sci. 2016;1:12-21. Available at: <https://www.craniofacialjournal.com/articles/johcs-aid1002.pdf>

25. 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 [Medical News]. 2021;74(8):1800-3. PMID: 34537723.

26. Basheer S, Thimmaiah S, Alle R. Assessment of Cervical Vertebral Bone Mineral Density in Adolescents Undergoing Functional Appliance Treatment. J Contemp Dent Pract. 2020;21(7):756-9. PMID: 33020358.

27. Виженко ЄС, Куроєдова ВД, Стасюк ОА, Макарова ОМ. Оптична щільність верхньої щелепи пацієнтів із зубощелепними аномаліями. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми стоматології, щелепно-лицевої хірургії, пластичної та реконструктивної хірургії голови та шиї» (Україна, Полтава, 14–15 лис 2019). С. 26-7. Доступно на: <http://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/13343>

28. Kuroedova VD, Vyzhenko EE, Makarova AN, Stasiuk AA. Optical density of mandible in orthodontic patients. Wiad Lek [Medical News]. 2018;71(6):1161-4. PMID: 30267493.

29. Kuroedova VD, Vyzhenko EE, Makarova AN, Galych LB, Chikor TA. Optical density of upper jaw in patients with malocclusion. Wiad Lek [Medical News]. 2017;70(5):913-6. PMID: 29203740.

30. Куроєдова ВД, Виженко ЄС, Стасюк ОА, Галич ЛБ, Петрова АВ. Оптична щільність різних відділів щелеп ортодонтичних пацієнтів в період формування зубощелепної системи. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2020;(20(3(71))):60-4. DOI: 10.31718/2077-1096.20.3.64.

31. Ковач ІВ, Біндюгін ОЮ. Денситометричні дослідження у діагностиці рецидиву тортоаномалії. Вісник стоматології. 2018;30(4):37-43. Доступно на: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSL_2018_30_4_11

32. Рівіс ОЮ. Апаратурно-хірургічне лікування зубощелепних аномалій та деформацій з використанням скелетної опори на мініімпланти (експериментально-клінічне дослідження). [Дис канд мед н, спец. 14.01.22 – Стоматологія]. Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; 2017. 178 с. Доступно на: <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/12404>

Filonenko V.V.

DETERMINATION OF DENSITY OF BONE STRUCTURES OF THE MAXILLO-FACIAL REGION IN CLINICAL PRACTICE

The purpose of the work is to conduct an analysis of specialized scientific literature to summarize data on the study of the radiological density of bone structures of the maxillo-facial region, which are visualized using the method of Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) of the skull. Bone tissue is a dynamic open system with a complex multi-level organization that performs support-mechanical, protective and metabolic functions. As a result of the process of

adaptive remodeling, according to the state of the regulatory systems and the local conditions in which it is located, the bone can change its structure and properties. It is characterized by significant individual and topographical variability of morphological structure, physical and mechanical properties, chemical composition and biological potential. A key tool for successful treatment planning is the analysis of skull CBCT data followed by 3D reconstruction of the image in the appropriate radiological density range. The X-ray attenuation scale (Hounsfield scale) is used to quantify the density. Measurement of bone density provides valuable information about its quality, indicating a strong discrepancy of indicators in different areas of the dentognathic apparatus. In modern literature, there are isolated works devoted to the specifics of changes in the density of bone tissue in the period of development, before and during the orthodontic treatment of dentognathic deformations. Analyzing numerous studies on the above-mentioned topic, it can be stated that the physical, mechanical and biological characteristics of the bone tissue of the dentognathic apparatus determine the effectiveness of dental manipulations. Measuring the optical density of bone tissue using CBCT is a diagnostically informative and accessible research method. The obtained data should be used when choosing the design of orthodontic devices, predicting the terms of their use and activation, when evaluating changes in the dynamics of treatment. Prospects for further research will be aimed at determining the optical density of bone tissues of the maxillo-facial region in children with congenital unilateral and bilateral cleft lip and palate.

Keywords: cone-beam computed tomography (CBCT) of the skull, optical density, Hounsfield scale, congenital cleft lip and palate.

Надійшла до редакції 27.06.2023

Відомості про автора

Філоненко Валерій Володимирович – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри ортодонції та пропедевтики ортопедичної стоматології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, Київ.

Адреса: Україна, 03680, м. Київ, вул. Зоологічна, 1.

E-mail: valeriifilonenko@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1060-9058.