

Бурлаков П.О., Фліс П.С.

Використання КПКТ черепа в ортодонтії

Оглядова стаття

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

Актуальність. Діагностика в ортодонтії є одним із самих важливих етапів, бо безпосередньо від неї залежить встановлення остаточного діагнозу та вибору методів лікування. По протоколах діагностики ортодонтичних пацієнтів КПКТ на даний час не є золотим стандартом, а є методом вибору.

Мета – аналіз доступних публікацій з вивчення питання показань до проведення КПКТ та впливу отриманої інформації на вибір методу лікування, та/або контролю проведеного лікування.

Матеріали та методи. Ретроспективний аналіз доступних публікацій на ресурсах <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> та <https://www.sciencedirect.com/> та <https://scholar.google.com/> та формування категорій показань для проведення КПКТ в ортодонтичній практиці та можливі тенденції розвитку в діагностиці на основі КПКТ.

Результати. Було проаналізовано більше 200 публікацій та відібрано 82, які публікувались в наукових виданнях в період з 1998–2023 років та отримані данні були систематизовані в основні групи показань для проведення КПКТ, а саме:

- (1) оцінки об'єму альвеолярного відростка для планування можливості переміщення зубів;
- (2) точне визначення локалізації ретинованих і надкомплектних зубів;
- (3) оцінки ступеню окостеніння піднебінного шва для вибору методу розширення верхньої щелепи;
- (4) вивчення ангуляції, морфології або резорбції коренів;
- (5) кількісної оцінки дефектів незрощення губи та піднебіння;
- (6) оцінки вибору розмірів TADs та оптимальних зон для їх встановлення;
- (7) допомоги у визначенні можливих етіологічних чинників виникнення патологічного прикусу, наприклад, аномалії СНЩС.

Висновки. Розвиток технологій для діагностики пацієнтів не стоїть на місці, і в тому числі 3D-технологій в ортодонтії також. Та інформація, яку лікар отримує з КПКТ, впливає на вибір методу лікування та оцінки проведеного, що допомагає покращити надання ортодонтичної допомоги та лікування, і ми сподіваємось, що скоро КПКТ як метод діагностики займе місце в протоколах діагностики і витіснить золотий стандарт, яким зараз є ОПТГ та ТРГ.

Ключові слова: конусно-променева комп'ютерна томографія, КПКТ, ортодонтія, діагностика, ретенція іклів, техніка піднебінного розширення (RME), скронево-нижньощелепний суглоб, оклюзія, артикулятор, планування лікування, результат лікування.

Сучасний розвиток стоматології та діагностики є дуже швидким та вимагає від практикуючих спеціалістів постійного удосконалення та вивчення нових методів і усвідомлення актуальності використання того чи іншого методу в кожній клінічній ситуації.

Методи рентгенологічної діагностики, які на сьогодні доступні лікарю-стоматологу, дуже різноманітні – від прицільного знімку до КПКТ черепа. Питання вибору методу діагностики, як золотого стандарту, залишається дискусійним.

Мета – порівняти наявні методи ОПТГ, ТРГ (бокової та фронтальної), КПКТ з обмеженим полем зору та КПКТ черепа, їх переваги і недоліки та показати можливості використання КПКТ черепа в цифровій стоматології.

Без проведення додаткових методів діагностики, в тому числі рентгенографічних, неможливо встановлення остаточного діагнозу та складання плану лікування.

Однією з ключових переваг КПКТ дослідження перед 2D є його здатність надавати об'ємне зображення, що дає можливість окремо дослідити всі ана-

томічні структури, уникнувши про цьому їх супраімпозицію та геометричні спотворення, які характерні для 2D досліджень. Проте, їй досі залишається не вирішеним питання аналізу 3D цефалометрії, тому що референтні нормативні значення все одно використовуються з бази аналізів, розроблених на 2D ТРГ [1,2]. Огляд літератури в цьому питанні вказує, що інколи помилки в ідентифікації точок на боковій ТРГ сягають від 2–8 мм [3,4].

Показання до використання рентгенографічних методів діагностики має носити клінічно обґрунтований характер.

На даний час показаннями для проведення КПКТ є: ретиновані зуби, незрощення піднебіння та ортогнатична хірургія. За відсутності таких показань клініцист все одно може використовувати наведену технологію, якщо є достатні підстави вважати, що це, ймовірно, покращить діагноз та/або змінить план лікування.

Проведення додаткових методів дослідження має ґрунтуватись на клінічних показаннях, що дають підстави для вибору використання КПКТ черепа як методу діагностики, тому інтерпретація отриманих результатів та об'єм отриманої інформації повинні бути максимальними, інакше це збільшує рентгенологічне навантаження на пацієнта та фінансові витрати.

Ми вважаємо, що використання КПКТ в будь-якому з цих сценаріїв і на основі поточної літератури, ймовірно, надасть інформацію, яка може призвести до одного або кількох із наступних результатів:

Використання та проведення рентгенологічних методів діагностики мають ґрупуватись на клінічних показаннях, що дають підстави для вибору використання КПКТ черепа. На даний час КПКТ черепа широко використовують для діагностики ретинованих, злитих, надкомплектних зубів, вроджених вад твердого піднебіння, при плануванні ортогнатичної хірургії.

За відсутності таких показань клініцист може використовувати наведену технологію, якщо є достатньо підстав вважати, що це уточнить встановлення кінцевого діагнозу та/або змінить план лікування.

При проведенні аналізу літературних джерел по використанню КПКТ як метода діагностики, були зроблені висновки, що КПКТ може надати інформацію в наступних випадках: (1) оцінки об'єму альвеолярного відростка для планування можливості переміщення зубів; (2) покращення діагностики, в тому числі, точне визначення локалізації ретинованих і надкомплектних зубів; (3) оцінки ступеню окостеніння піднебінного шва для вибору методу розширення верхньої щелепи (RME, SRME, MARPE, SRME, MARPE, або дистракції з хірургічною підготовкою) при її звуженні; (4) ангуляції, морфології або резорбції коренів; (5) кількісної оцінки дефектів незрощення губи та піднебіння та результатів трансплантатів альвеолярної кістки; (6) оцінки вибору розмірів TADs та оптимальних зон для їх встановлення, при необхідності, для лікування пацієнтів; (7) допомоги у визначенні можливих етіологічних чинників виникнення патологічного прикусу, наприклад, аномалії СНЩС (гіпер- або гіпоплазії суглобового відростка).

Сукупність інформації, отриманої за допомогою КПКТ, порівняно з традиційними 2D-рентгенограми, зрештою, може привести до удосконалення лікування та повної модифікації його планування.

1. Альвеолярні граничні умови (оцінка об'єму альвеолярного відростка для планування можливості переміщення зубів).

Альвеолярні граничні умови – це глибина, висота та об'єм кісткової тканини навколо кореня зуба. Альвеолярні граничні умови визначаються не лише дентоальвеолярною анатомією перед початком ліку-

вання, а також адаптивністю кістки під час руху зуба та її морфологією після остаточного розташування зубів. Таким чином, у контексті ортодонтичного переміщення зубів, альвеолярні межі можна вважати динамічними та залежними від біотипу кістки та ясен пацієнта до лікування,

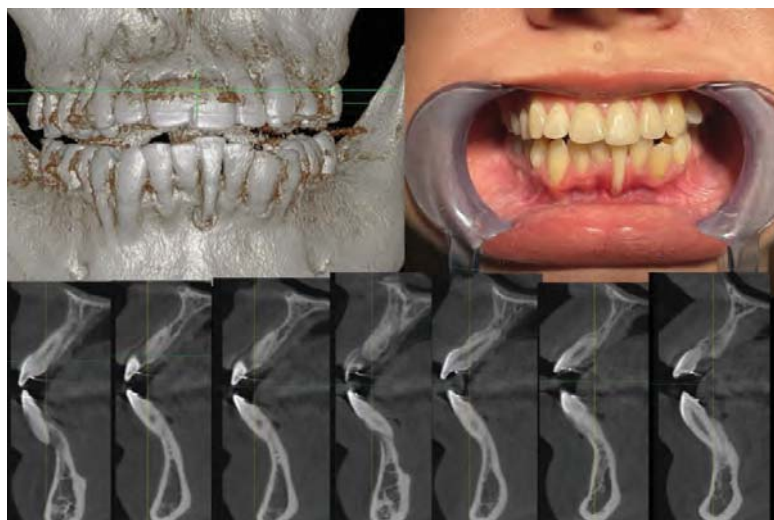


Рис. 1. Множинні кісткові ресесії як ускладнення, отримані внаслідок ортодонтичного лікування без врахування біотипу та без використання механіки видалення зубів.

а також від фізіології кістки. Порушені або зменшені граничні умови перед лікуванням, а також обмежена здатність адаптуватися до руху зуба, можуть перешкоджати запланованому чи потенційному його переміщенню чи кінцевому бажаному просторовому положенню та куту розташування зубів. (Рис. 1).

Вплив ортодонтичного лікування та різних апаратів на морфологію кістки, граничні умови в трьох взаємоперпендикулярних площинах можна належним чином оцінити за допомогою КПКТ, незважаючи на його технологічні обмеження [5–7]. Хоча КПКТ забезпечує точну оцінку висоти альвеолярної кістки, слід проявляти обачність при характеристиці фенестрацій, через значну кількість хибнопозитивних результатів визначення цих дефектів [5,7]. Незважаючи на ці обмеження, КПКТ використовується для визначення потенційного впливу знімних апаратів, що залежать від методів лікування або віку пацієнта,

на других премолярах значно зменшилася з обома типами пристроїв, навіть незважаючи на те, що зміна вестибуло-орального нахилу зубів була однаковою для обох систем. Таким чином, ці висновки спростовують твердження, що спеціальні пристрої створюють біологічно сумісні сили, за яких кістка перебудовується, щоб зберегти свою цілісність, незважаючи на незначне розширення дуги під час лікування. Подібним чином, верхівка щічного кореня премолярів під час RME, SRME, MARPE (швидким розширенням піднебіння) супроводжується вестибулярним нахилом та супутнім зменшенням об'єму альвеолярного відростку [12]. Нарешті, повільне розширення піднебіння за допомогою апаратів Quadhelix або Schwarz, відповідно, менше впливає на товщину щічної та язикової кортикальної пластинки та на об'єм кістки в цілому [9,13–15].



Рис. 2. Зменшення об'єму альвеолярного відростку в бокових відділах, що враховується при виборі методу та апарату для розширення на верхній щелепі.

на цілісність і морфологію кістки навколо коренів зубів при ортодонтичному лікуванні незнімним апаратом, як при швидкому, так і при повільному розширенні [8–15].

Рутинна ортодонтична терапія з використанням незнімних апаратів супроводжується значними змінами в ширині кістки навіть за невеликих вестибуло-оральних рухів бічної групи зубів [11]. Цей висновок ставить питання – чи можливе біологічно сумісне розширення за допомогою специфічних комбінацій незнімних апаратів та брекетів, як стверджують деякі виробники. Нещодавнє дослідження перевірило такі твердження шляхом оцінки впливу активних (In-Ovation® R; Dentsply GAC, Islandia, NY) і пасивних (Damon 3 MX; Ormco Corporation, Orange, CA) самолігуючих брекетів на альвеолярні межі [8]. Товщина щічної кортикальної пластинки

2.1. Ретиновані зуби.

Після третіх молярів ікла верхньої щелепи займають друге місце серед зубів, які мають ретенцію [16,17] і, ймовірно, є найпоширенішим показанням для КПКТ в ортодонтії. З багатьох типів клінічних ситуацій, які трапляються ортодонту, КПКТ найбільше показала, що покращує діагностику та сприяє в плануванні лікування [18–21]: покращує здатність точно локалізувати ретиновані ікла, оцінити близькість їх розташування до інших зубів і анатомічних структур, визначити розмір фолікула та зуба, умови простору, резорбцію сусідніх зубів, якщо вона присутня, допомогти в плануванні хірургічного доступу та розміщенні кнопки(брекета), для визначення оптимального напрямку екструзії цих зубів у ротову порожнину [21–26] (рис. 3). Для виявлення резорбції коренів, пов'язаної з компресією зубів, сканування



Рис. 3. Ретенція 1.3 зуба внаслідок анкілозу (показано стрілками).

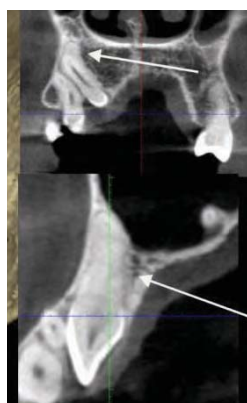
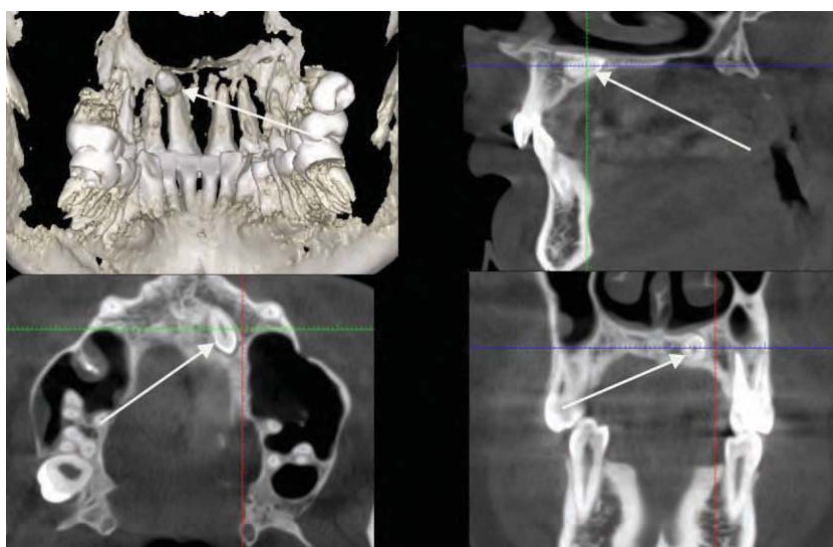


Рис. 4. Надкомплектний зуб на лівій половині верхньої щелепи.



КПКТ забезпечує значно кращу візуалізацію коренів, порівняно зі звичайними 2D-рентгенограмами, усуваючи артефакти накладання та фіксуючи 3D-структури кореня з усіх можливих напрямків [22–27].

2.2. Надкомплектні зуби.

Для покращення діагностики, встановлення остаточного діагнозу та вибору методу лікування КПКТ рекомендована при наявності надкомплектних зубів. Надкомплектні зуби можуть розвиватись в будь-якому місці зубного ряду, хоча найчастіше зустрічаються у передньому сегменті верхньої щелепи [20]. У цих випадках існує дві мети візуалізації. Перша мета полягає в уточненні локалізації додаткових зубів, багато з яких ретиновані або анкілозовані. Друга – деталізація морфології надкомплектних зубів. Інформація, отримана з КПКТ-зображень непрорізанних надкомплектних зубів, полегшує рішення про те, які зуби зберегти, визначає можливість їх відновлення і відображає найбільш оптимальний хірургічний доступ перед видаленням чи створенням хірургічного доступу [28], як показано в прикладі на рис. 4.

3. Трансверзальний розмір і розширення верхньої щелепи.

Трансверзальний дефіцит верхньощелепної кістки є поширеним етіологічним чинником виникнення патологічного прикусу, характерного для бокового перехресного прикусу і часто супроводжується скупченням та/або збільшенням глибини різцевого перекриття. Корекція цих аномалій прикусу та верхньощелепної дуги за допомогою RME, SRME, MARPE показана пацієнтам, що ростуть, для збільшення трансверзального розміру верхньої щелепи переважно шляхом розширення серединно-під-

небінного шва. У цих випадках мета лікування RME, SRME, MARPE полягає у відновленні правильної задньої поперечної оклюзії та збільшенні довжини дуги, для зменшення скупченості через розширення шва верхньої щелепи та/або зміну зубів.

КПКТ уможливила більш детальне пошарове вивчення реакції кісток і зубів на розширення верхньої щелепи, ніж це було можливо за допомогою 2D рентгенографії або на гіпсових моделях. На сьогоднішній день дослідження RME, SRME, MARPE зосереджені на визначенні результатів лікування, а не на користі КПКТ у діагностиці та плануванні лікування поперечних розбіжностей. Зокрема, КПКТ використовується для вирішення двох питань, пов'язаних з лікуванням RME, SRME, MARPE, а саме: 1) як сили розширення впливають на різні ділянки верхньої щелепи та 2) вплив віку пацієнта на досягнення максимального розширення кісток, а не нахилу зубів [29–32]. Ці дослідження показують, що лікування RME у зростаючих дітей призводить до роз'єднання кількох навколощелепних швів, що сприяє збільшен-

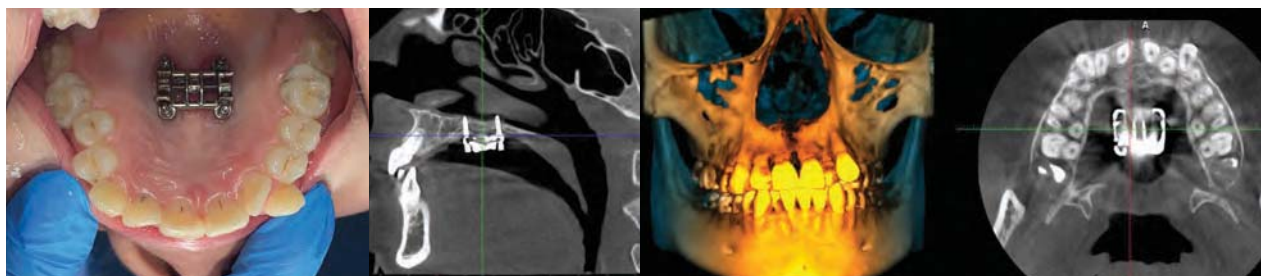


Рис. 5. Використання апарату MARPE і контроль розширення верхньої щелепи після розкручування гвинта і перевірка розриву піднебіного шва.

ню не лише трансверзального, а також й сагітального та вертикального розмірів [31,32]. Не дивно, що діти молодшого віку (6–8 років) демонструють більше скелетне розширення, ніж діти старшого віку (9–11 років), які демонструють більший нахил зубів після лікування RME [33–35]. Лікування гвинтами з верхньощелепними розширювачами також виявило, що хоча перший та другий премоляри і перший моляр мають однакові величини загального розширення (що включає розширення скелета, нахил зубів і вигин альвеолярної кістки), розширення скелета є більшим у передній, ніж у задній частині верхньої щелепи [29,30,36,37]. Ці відмінності між скелетним і зубо-альвеолярним розширенням є результатом дедалі більшого вигину альвеолярної кістки та нахилом кореня зуба, що йде від першого премоляра до першого моляра. Крім того, існує взаємозв'язок між збільшенням ширини носа та зменшенням ширини верхньощелепної пазухи [29]. Сукупність цих даних підтверджує, що окрім розширення швів, RME спричиняє як зубний, так і альвеолярний надмірний нахил і припускається, що більшість рецидивів після RME може виникати через відновлення форми альвеолярного відростка та положення зубів, оскільки ці два ефекти від розширення важко зберегти. Наведені висновки також означають, що лікування RME має потенціал для переміщення зубів через кортикальну кістку, особливо якщо воно супроводжується рухами зубів, або якщо корені спочатку розташовані занадто близько до межі альвеол [38].

З точки зору корисності КПКТ, як інструменту діагностики та планування лікування для корекції у трансверзальній площині, були спроби зрозуміти, чи може дозрівання шва допомогти передбачити відносні величини розширення скелета та зубів, очікувані у пацієнтів, у яких лікування за допомогою RME, SRME, MARPE проходить з непереконаливими результатами [39]. Також описані ранні спроби кількісно визначити трансверзальні нахили зубів перед лікуванням за допомогою КПКТ-реконструк-

цій коронального сегмента (вісь Y), для визначення відносних величин рухів зубів і скелета, необхідних для виправлення трансверзальних диспропорцій. Це може виявитися цінним при подальшому застосуванні оптимальної біомеханіки для досягнення бажаних результатів [40].

4. Ангуляція, морфологія та резорбція коренів.

Оскільки паралелізм коренів є важливою метою завершення ортодонтичного лікування, його точне визначення надає цінну інформацію для оцінки якості результатів лікування та, можливо, його стабільності. Паралельність і співвідношення коренів зазвичай визначають за допомогою панорамних рентгенограм, які часто демонструють неточності в ангуляції коренів, особливо передніх зубів верхньої та нижньої щелеп через артефакти на зображенні і витягнутості знімку [41–43]. На відміну від цього, КПКТ забезпечує більш точну передачу інформації про ангуляцію коренів порівняно з вимірюваннями, отриманими з 2D рентгенограм [44–46]. Тим не менш, враховуючи, що панорамні рентгенограми дають адекватну, хоча й не точну інформацію, питання використання КПКТ тільки для визначення ангуляції і паралельності коренів є дискусійним.

Резорбція коренів постійних зубів є випадковим і небажаним наслідком ортодонтичного лікування, яке може призвести до більш ранньої втрати зубів. Форму, довжину і, якщо необхідно, резорбцію кореня традиційно оцінюють за допомогою прицільних рентгенограм. Доведено, що КПКТ є такою ж ефективною, як і приціальна рентгенографія для визначення довжини зуба та кореня [47, 48]. Крім того, КПКТ генерує точні зображення в трьох площинах, на яких невеликі дефекти кореня краще візуалізуються, ти самим забезпечується більш точне уявлення про резорбцію кореня, ступінь та об'єм втрати стабільності в кістці та має більшу чутливість і специфічність ніж панорамні або інші 2D рентгенограми

для виявлення цих уражень. [25, 49–52]. Порівняно з КПКТ, при використанні панорамної рентгенограми неможливо виявити наявність зовнішньої апікальної резорбції кореня (ЗАРК) [54,55]. Нарешті, хоча 2D-рентгенограми забезпечують лише візуалізацію верхівки та мезіальної і дистальної поверхонь коренів, КПКТ зображення дає змогу візуалізувати щічні та язикові поверхні коренів. Це призвело до відкриття, що втрата кореня присутня не лише на верхівці кореня, але часто проявляється як коса резорбція кореня на поверхнях, прилеглих до напрямку руху зуба при екструзії ретинованих зубів. Цей висновок підкреслює ефективність 3D-візуалізації КПКТ для точної діагностики як (ЗАРК), так і інших, раніше не охарактеризованих типів резорбції кореня. Таким чином, на додаток до раніше прийнятого діагнозу (ЗАРК), який спостерігається на 2D-рентгенограмах, КПКТ з високою роздільною здатністю може започаткувати нові діагностичні критерії резорбції кореня, що виявляється на поверхнях кореня, які можна побачити на 3D, але не на 2D-рентгенограмах.

Наразі немає жодних доказів того, що виявлення (ЗАРК) середнього та важкого ступеня відрізняється між двовимірною та КПКТ рентгенографією, або що його виявлення за допомогою КПКТ під час лікування призведе до іншого алгоритму лікування (як правило, передбачає принаймні тимчасове припинення лікування), ніж у випадку його виявлення за допомогою КПКТ. Однак, виявлення букальної або лінгвальної резорбції кореня, яка не візуалізується за допомогою 2D рентгенографії, але виявляється за допомогою КПКТ, може сприяти відмінностям у прийнятті рішень до або під час лікування. Питання, на яке залишається відповісти, полягає в тому, як і коли клініцисти вирішать, що у пацієнта таки букальна чи лінгвальна резорбція кореня, щоб виправдати проведення КПКТ.

Зводячи до мінімуму артефакти накладання та дозволяючи візуалізацію коренів у 3D, КПКТ забезпечує кращу візуалізацію коренів порівняно з 2D рентгенограмами для визначення резорбції коренів, пов'язаної зі ретинованими зубами [24, 25, 49, 56]. Ця розширена інформація, отримана за допомогою КПКТ-сканування, порівняно з 2D-зображеннями, може мати вирішальне значення для зміни плану лікування, включаючи можливість видалення резорбованого зуба, а не премолара у випадку екстракції. Такі рішення щодо лікування є логічним клінічним результатом використання КПКТ, вплив нової інформації про резорбцію кореня, отриманої з зображень КПКТ, і ступінь резорбції кореня, при якому клініцист вибирає видалення зуба з резорбованим коренем.

5. Кількісна оцінка дефектів незрощення губи і піднебіння та результатів трансплантатів альвеолярної кістки.

CL/P є найпоширенішою черепно-лицевою аномалією у людей, і вона має значний вплив на хворих [57, 58]. Як правило, ортоданти вперше виконують швидке розширення піднебіння пацієнтам із CL/P приблизно у віці 9 років до розміщення кістки та трансплантату на місці дефекту. Такий вік пацієнта та розміщення трансплантата дозволяє альвеолярному трансплантату зажити (загоїтись) вчасно, щоб зуби (ікла) прорізалися в дугу. Потім ортоданти вирівнюють зуби, відкривають простір для імплантатів та/або при необхідності готують пацієнтів до ортогнатичної операції, якщо це необхідно. Відсутні або дисморфічні різці часто зустрічаються в місці незрощення. Тому рентгенограма зубного ряду в ранньому віці необхідна для вивчення кількості та морфології зубів пацієнта, що дає черепно-лицевій команді хірургів час для планування лікування, можливого видалення, реставраційної стоматології. У той час як 2D-рентгенограми використовувалися для цієї мети, КПКТ може надати більш точну інформацію про кількість, якість і розташування зубів поблизу місця незрощення [59], стан прорізування та напрямком прорізування іклів, які часто ретиновані у пацієнтів з незрощенням, оцінити потребу в трансплантації [60] та провести діагностику для встановлення імплантату [61].

На більш пізньому етапі лікування, перед встановленням альвеолярного трансплантату, рентгенограми надають ортодонту та хірургу інформацію про те, скільки матеріалу для трансплантата знадобиться, щоб забезпечити достатній простір для прорізування ікла. Незважаючи на те, що для цих цілей до теперішнього часу використовували звичайні 2D-рентгенограми, здатність визначити точний об'єм дефекту після розширення, оптимально спланувати етапність операції, кількість необхідної донорської тканини, використання КПКТ забезпечує відносні переваги. Зображення КПКТ є цінними для визначення об'єму альвеолярного дефекту та, як наслідок, кількості кістки, необхідної для трансплантації у пацієнтів із CL/P, а також для визначення успішності наповнення (місця незрощення) кісткою після операції [61–63]. Порівняння КПКТ з панорамною рентгенограмою показало, що, хоча панорамна рентгенограма дає змогу приблизно визначити вертикальну висоту кістки, вона не дозволяє визначити її щічно-піднебінну ширину, обидві з яких можна розпізнати за допомогою КПКТ [64]. Крім того, КПКТ-зображення дозволяють візуалізувати тривимірну морфологію ділянки незрощення, взаємозв'язок цієї ділян-

ки з коренями сусідніх зубів, а також стан їхнього пародонту. Нарешті, КПКТ може бути корисною для діагностики та лікування ретинуваних ікол, які часто зустрічаються у пацієнтів із CL/P, і шляхів їх прорізування через ділянки трансплантованої кістки [60, 61, 63–65].

6. Кількість і якість кістки та анатомічні умови, щодо розміщення мікроімпланту.

TAD (temporary anchorage device) часто використовується для забезпечення стабільного кріплення (анкоражу) задля застосування ортодонтичних сил. Оскільки TAD можна розмістити майже будь-де в ротовій порожнині, критично важливим для безпечного лікування є впевненість, що він не торкається важливих структур, таких як корені або нерви. Хоча немає жодних доказів необхідності КПКТ для планування лікування та розміщення TAD, ці зображення можуть бути корисними для макроанатомічного аналізу через візуалізацію сусідніх структур (коренів зубів, пазух, нервів), що може бути цінним для уникнення пошкоджень або ускладнень. КПКТ важливе для мікроанатомічної оцінки кількості та якості кортикальної кістки, підлеглої трабекулярної кістки, визначаючи первинну стабільність TAD, що, у свою чергу, має відношення до його вторинної стабільності в довгостроковій перспективі [66, 67].

Таким чином, КПКТ може застосовуватись там, де необхідно розмістити TAD на ділянках зі складною анатомічною структурою чи взаємозв'язками, або де якість і кількість вважаються важкодоступними [68]. Ці дані допомагають визначити оптимальні місця для розміщення TAD, тим самим підвищуючи шанси успіху у стабільній фіксації. Наприклад, було встановлено, що розташування 4 мм піднебінніше від різцевого каналу забезпечує чудові умови для TADs в області піднебіння [69, 70].

7. Морфологія скронево-нижньощелепного суглоба та патологія, що сприяє виникненню патологічного прикусу.

Обмежене відкривання або екскурсійні рухи, біль у суглобах і звуки в суглобах є симптомами різних патологій СНЩС, включно з остеоартритом, ревматоїдним артритом, ідіопатичною резорбцією виростків та іншими менш поширеними захворюваннями СНЩС. Прогресуючі рентгенологічні зміни, загальні для більшості цих захворювань СНЩС, включають неправильні та/або потовщені контури кортикальної пластинки голівки (склероз), ерозії, утворення остеофітів, субхондральні кістки, а також

сплощення та звуження суглобової щілини [71, 72]. Оптимізація візуалізації цих відхилень може бути корисною у визначенні масштабів дегенеративних змін і розрізненні найдрібніших деталей патології суглобів, що є критично важливим для точної діагностики та направлення пацієнтів до відповідних спеціалістів перед початком ортодонтичного лікування.

Як і очікувалося, КПКТ-зображення надають клініцистам більш точну анатомічну структуру СНЩС, ніж звичайні двовимірні панорамні рентгенограми [73, 74]. КПКТ полегшує візуалізацію від незначних до явних змін твердих кісткових тканин і конгруентності артикуляційних поверхонь, що є результатом патології та адаптаційних процесів, дозволяє точно виявити та оцінити патологічні зміни [75, 76]. Встановлено, що КПКТ є більш ефективним, ніж звичайна томографія та МРТ, у виявленні кісткових змін [77, 78]. Нарешті, порівняння безсимптомного контролю та остеоартриту СНЩС, за відповідністю форми, також показало значні відмінності між морфологіями здорових та дегенеративних виростків і значні кореляції між інтенсивністю болю та локальними анатомічними змінами в виростках [78]. Хоча ці результати свідчать про потенційну корисність КПКТ як діагностичного засобу при остеоартриті СНЩС, важливо розуміти, що структурні кісткові зміни СНЩС самі по собі не вказують, чи є захворювання гострим чи ні, (в стадії загострення) і немає прямої кореляції між морфологічними змінами СНЩС та клінічною картиною. Без точного анамнезу та клінічних даних лише КПКТ не може розрізнити ці захворювання, однак нещодавні дослідження підтверджує, що клініцисти з більшою ймовірністю змінять свій діагноз захворювання СНЩС після перегляду КПКТ-зображень чим просто після опитування пацієнта та його обстеження [79].

Порівняно рідко деякі пацієнти з патологіями СНЩС, що включають дегенеративні захворювання суглобів або розлади розвитку (гіперплазія, гіпоплазія або аплазія виростків), зазнають несприятливих морфологічних і функціональних змін, включно з прогресуючими змінами прикусу, зубною та скелетною компенсацією та обмеженнями або відхиленнями руху щелепи [71, 80], що сприяє непередбачуваним ортодонтичним результатам. Коли ці стани виникають під час розвитку, вони інколи призводять до порушення росту на ураженому суглобі, зниження інтерстиціального росту нижньої щелепи та сприяють компенсації верхньої щелепи, положення зубів, оклюзії та основи черепа [80]. Двосторонні дегенеративні зміни в СНЩС також можуть зміню-

вати модель росту обличчя, що призводить до несприятливих змін скелета та зубів у вертикальному, горизонтальному та поперечному напрямках і сприяє ретрузії нижньої щелепи, передньому відкритому та дистальному прикусу [71,80]. Через велику кількість залучених структур та, враховуючи обмеження, що властиві 2D-рентгенографії, зміни, спричинені цими порушеннями, важко точно охарактеризувати за допомогою звичайної 2D-рентгенографії. Натомість, КПКТ-зображення, дозволяючи одночасну візуалізацію СНЩС і оцінку щелепно-нижньощелепно-просторових взаємовідносин і оклюзії, дають можливість якісно та кількісно визначити локальні та регіональні впливи, пов'язані з аномаліями СНЩС.

8. КПКТ при гіпсуванні в віртуальний артикулятор та аналіз оклюзії.

Аналіз оклюзії є важливим етапом планування та проведення ортодонтичного лікування. Оклюзійні порушення можуть впливати на цілісність анатомії зубів і відповідно на функцію зубів. Для досягнення ефективного та безпечного лікування ортодонтичного пацієнта, необхідно провести детальний статичний та динамічний аналіз оклюзії, зрозуміти, як зуби взаємодіють між собою під час змикання зубів та жування їжі, що допоможе ортодонтів зрозуміти, чи є проблеми та як це впливає на стирання зубів та перегруз, визначити пріоритетність лікування та обрати оптимальну техніку лікування та метод. За допомогою аналізу оклюзії також можна визначити оптимальний план лікування та прогнозувати результати лікування та їх стабільність. Запланувати завершення лікування з відновленням оклюзії за допомогою супраструктур, таких як накладки, вкладки, або коронки.

При використанні спеціальних програм, таких як ProPlan (Materlase), відбувається рендеринг Dicom файлу в STL з наступним використанням, наприклад, в 3-matic (Materlase) накладання франкфуртської площини для зручності гіпсування в віртуальний артикулятор Exocad (exocad GmbH, Німеччина) з накладанням сканів гіпсових моделей вже безпосереднього аналізу оклюзії.

Області, що потребують подальшого вивчення

Незважаючи на багатообіцяючі дослідження та використання КПКТ-сканів для конкретних клінічних випадків, головне питання полягає в тому, який справжній вимірюваний кількісний та/або якісний вплив даних 3D-сканування має на модифікацію або

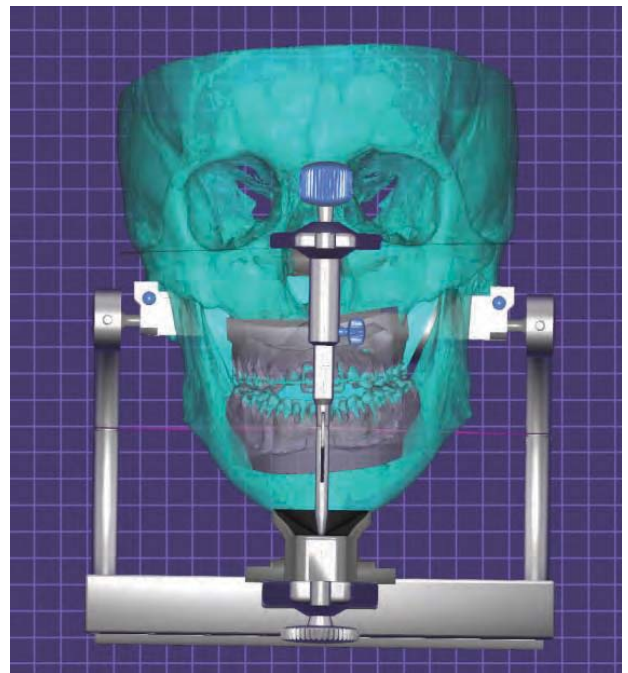


Рис. 6. Гіпсовка в артикулятор по КПКТ черепа з додатковою франкфуртською горизонталлю в Exocad.

покращення діагнозу, зміну чи вдосконалення планів лікування, порівняно з рішеннями, прийнятими за допомогою 2D-рентгенограм.

У цьому контексті дослідження підтверджують, що КПКТ сприяє покращенню діагностики, змінам у лікуванні та більшій впевненості клініцистів у рішеннях щодо лікування у випадках з незрощенням або серйозними скелетними аномаліями прикусу [18–20, 60–65, 81, 82]. Ймовірно, подальше вивчення КПКТ надасть докази та підтвердить ефективність КПКТ у покращенні діагностики та детальному плануванні лікування конкретних клінічних випадків. Наприклад, незважаючи на те, що КПКТ-сканування є цінним для точної тривимірної локалізації ретинуваних зубів, стає все більш очевидним, що ця інформація однаково цінна для оптимізації плану біомеханіки, щоб гарантувати, що напрям тяги проходить найкоротший можливий шлях, зводячи до мінімуму пошкодження сусідніх зубів.

Дослідження КПКТ також починають надавати важливу інформацію про потенційно нові діагностичні категорії, такі як граничні умови альвеолярної кістки та цілісність кореня в розмірах, які не спостерігаються на 2D-рентгенограмах. Сучасне ортодонтичне лікування передбачає максимально ефективне переміщення зубів у межах кістки, що охоплює корені, без їх пошкодження або негативних змін прилеглих структур. Визначення динамічних меж альвеолярних відростків і ремоделювання кореня під час

лікування для кожного пацієнта було б важливим кроком до надання індивідуального ортодонтичного лікування. Це, звичайно, вимагало б значних кроків у визначенні ризиків генетичного впливу у кожного пацієнта щодо неправильного ремоделювання альвеолярних меж і резорбції кореня. Тим не менш, у міру появи нових наукових доказів щодо обмежень, накладених граничними умовами та ризиками резорбції кореня при ортодонтичному лікуванні, клініцисти зможуть відповісти на важливі питання планування лікування, такі як: (1) чи можна здійснити бажаний рух зуба в рамках існуючих меж без пошкодження коренів або прилеглих структур? (2) позитивно чи негативно вплинуть на граничні умови чи морфологію кореня скелетне чи зубоальвеолярне розширення або резорбція зуба? (3) який вплив має руйнування кісткової тканини, як при пародонтозі, на здатність рухати зуби в сагітальній або трансверсальній площинах? (4) як впливає вік, стан пародонту і фенотип кістки до лікування та анатомічний фенотип пацієнта на пристосованість альвеолярної кістки та ризик резорбції кореня?

Крім того, можливо, що КПКТ-скани з високою роздільною здатністю можуть надати остаточну діагностичну інформацію про анкілоз зубів, що є важливим питанням, яке потребує дослідження. Нарешті, КПКТ може допомогти відповісти на численні питання в широких тематичних сферах ортогнатичної хірургії, незрощення, черепно-лицевих аномалій, асиметрії, що розвивається, та захворювань СНЩС [81,82].

Висновки

З моменту свого дебюту в стоматології в 1998 році КПКТ стає все більш важливим джерелом об'ємної 3D-інформації в клінічній ортодонтії. За цей час були отримані важливі дані про тривимірну морфологію черепно-лицевої ділянки в нормі і при захворюванні, результати лікування, а також про корисність КТКТ в діагностиці та плануванні лікування. Хоча КПКТ стає все більш популярною, вона

все ще показана лише в тих випадках, коли клінічне обстеження і звичайна рентгенографія не можуть надати адекватної діагностичної інформації. Наразі це стосується осіб з ретинованими зубами, незрощенням піднебіння, а також перед плануваннями ортогнатичної або черепно-лицевою хірургією. КПКТ також може застосовуватись у випадках, коли існує висока ймовірність сприятливого результату у співвідношенні користь-ризик, наприклад, при наявності надкомплектних зубів, резорбції коренів зубів, спричиненою ретинованими зубами, для аналізу граничних умов, дегенеративних процесів в СНЩС, а також для встановлення TADs у складних випадках. Згідно з дослідженнями, ортоданти повинні використовувати своє клінічне мислення при призначенні рентгенографії, особливо КПКТ, щоб отримати найбільш релевантні дані, застосовуючи при цьому найменшу можливу кількість іонізуючого випромінювання.

Перспективи досліджень

З метою покращення ортодонтичної діагностики та зменшення радіоційного навантаження можливі варіанти використання середнього FOV (поля зору) з генерацією цефалометричних знімків з розробкою нових площин без краніальних точок. Та використання КПКТ в цифровій діагностиці, а саме гіпсування моделей в віртуальний артикулятор по КПКТ верхньої та нижньої щелепи.

Внесок авторів

Автори підтверджують свій внесок у роботу таким чином: концепція дослідження і дизайн – Фліс П.С.; збір даних – Бурлаков П.О.; аналіз та інтерпретація результатів – Бурлаков П.О., Фліс П.С.; підготовка рукопису до друку – Бурлаков П.О., Фліс П.С. Усі автори ознайомилися з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ПОСИЛАННЯ

1. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevdanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007 Jul; 36(5):263-9. doi: 10.1259/dmfr/98032356.
2. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Oct; 132(4):550-60. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.09.046.
3. Hasan A. A Comparison Between Landmark Identification On 2D Frontal Radiograph and 3D rendered volumes From CBCT Scans. *Tuj-hlth* [Internet]. 2018 Sep.25 [cited 2023 May 4];39(4):33-44. Available from: <http://journal.tishreen.edu.sy/index.php/hlthscnc/article/view/3962>
4. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell WE Jr, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and

- a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Oct;126(4):397-409. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.03.023.
5. Sun L, Zhang L, Shen G, Wang B, Fang B. Accuracy of cone-beam computed tomography in detecting alveolar bone dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015 Mar;147(3):313-23. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.10.032.
 6. Wood R, Sun Z, Chaudhry J, Tee BC, Kim DG, Leblebicioglu B, England G. Factors affecting the accuracy of buccal alveolar bone height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Mar;143(3):353-63. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.10.019.
 7. Patcas R, Müller L, Ullrich O, Peltomäki T. Accuracy of cone-beam computed tomography at different resolutions assessed on the bony covering of the mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Jan;141(1):41-50. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.06.034.
 8. Atik E, Akarsu-Guven B, Kocadereli I, Ciger S. Evaluation of maxillary arch dimensional and inclination changes with self-ligating and conventional brackets using broad archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Jun;149(6):830-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.11.024.
 9. Corbridge JK, Campbell PM, Taylor R, Ceen RF, Buschang PH. Transverse dentoalveolar changes after slow maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Sep;140(3):317-25. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.06.025.
 10. Pereira JDS, Jacob HB, Locks A, Brunetto M, Ribeiro GLU. Evaluation of the rapid and slow maxillary expansion using cone-beam computed tomography: a randomized clinical trial. *Dental Press J Orthod.* 2017 Mar-Apr;22(2):61-68. doi: 10.1590/2177-6709.22.2.061-068.oar.
 11. Johnson DP. Effects of curve of Wilson correction and pre-treatment boundary conditions on quantitative changes in alveolar bone morphology. MSc thesis. University of Michigan School of Dentistry; 2011.
 12. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Oct;132(4):428.e1-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.02.052.
 13. Tai K, Hotokezaka H, Park JH, Tai H, Miyajima K, Choi M, Kai LM, Mishima K. Preliminary cone-beam computed tomography study evaluating dental and skeletal changes after treatment with a mandibular Schwarz appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Sep;138(3):262.e1-262.e11; discussion 262-3. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.02.023.
 14. Tai K, Park JH. Dental and skeletal changes in the upper and lower jaws after treatment with Schwarz appliances using cone-beam computed tomography. *J Clin Pediatr Dent.* 2010 Fall;35(1):111-20. doi: 10.17796/jcpd.35.1.b21t44rj34027603.
 15. Tai K, Park JH, Mishima K, Shin JW. 3-Dimensional cone-beam computed tomography analysis of transverse changes with Schwarz appliances on both jaws. *Angle Orthod.* 2011 Jul;81(4):670-7. doi: 10.2319/110910-655.1.
 16. Izadikhah I, Cao D, Zhao Z, Yan B. Different Management Approaches in Impacted Maxillary Canines: An Overview on Current Trends and Literature. *J Contemp Dent Pract.* 2020 Mar 1;21(3):326-36. PMID: 32434983.
 17. Hamada Y, Timothius CJC, Shin D, John V. Canine impaction – A review of the prevalence, etiology, diagnosis and treatment. *Semin Orthod [Internet].* 2019 Mar 14 [cited 2023 May 4];25(2):117-23. Available from: <https://scholarworks.iupui.edu/handle/1805/22588> doi: 10.1053/j.sodo.2019.05.002.
 18. Botticelli S, Verna C, Cattaneo PM, Heidmann J, Melsen B. Two- versus three-dimensional imaging in subjects with unerupted maxillary canines. *Eur J Orthod [Internet].* 2011 Aug [cited 2023 May 4];33(4):344-9. Available from: <https://academic.oup.com/ejo/article/33/4/344/398731> doi: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjq102>
 19. Eslami E, Barkhordar H, Abramovitch K, Kim J, Masoud MI. Cone-beam computed tomography vs conventional radiography in visualization of maxillary impacted-canine localization: A systematic review of comparative studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017 Feb;151(2):248-58. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.07.018.
 20. Sawamura T, Minowa K, Nakamura M. Impacted teeth in the maxilla: usefulness of 3D Dental-CT for preoperative evaluation. *Eur J Radiol.* 2003 Sep;47(3):221-6. doi: 10.1016/s0720-048x(02)00168-7.
 21. Kumar S, Mehrotra P, Bhagchandani J, Singh A, Garg A, Kumar S, Sharma A, Yadav H. Localization of impacted canines. *J Clin Diagn Res.* 2015 Jan;9(1):ZE11-4. doi: 10.7860/JCDR/2015/10529.5480.
 22. Doğramaci EJ, Sherriff M, Rossi-Fedele G, McDonald F. Location and severity of root resorption related to impacted maxillary canines: a cone beam computed tomography (CBCT) evaluation. *Aust Orthod J.* 2015 May;31(1):49-58. PMID: 26219147.
 23. Almuhtaseb E, Mao J, Mahony D, Bader R, Zhang ZX. Three-dimensional localization of impacted canines and root resorption assessment using cone beam computed tomography. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci.* 2014 Jun;34(3):425-30. doi: 10.1007/s11596-014-1295-z.
 24. Algerban A, Jacobs R, Fieuws S, Willems G. Comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. *Eur J Orthod.* 2011 Feb;33(1):93-102. doi: 10.1093/ejo/cjq034.
 25. Strbac GD, Foltin A, Gahleitner A, Bantleon HP, Watzek G, Bernhart T. The prevalence of root resorption of maxillary incisors caused by impacted maxillary canines. *Clin Oral Investig.* 2013 Mar;17(2):553-64. doi: 10.1007/s00784-012-0738-9.
 26. Kapila S, Nervina JM. 3D Image-aided diagnosis and treatment of impacted and transposed teeth. In: Kapila S, ed. *Cone beam computed tomography in orthodontics: indications, insights and innovations.* Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2014. p. 349-81.
 27. Nervina JM, Kapila S. Assessment of root position and morphology by cone beam computed tomography. In: Kapila S, ed. *Cone beam computed tomography in orthodontics: indications, insights and innovations.* Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2014. p. 317-48.
 28. Sosars P, Jakobsone G, Neimane L, Mukans M. Comparative analysis of panoramic radiography and cone-beam computed

- tomography in treatment planning of palatally displaced canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020 May;157(5):719-727. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.12.012.
29. Pereira JDS, Jacob HB, Locks A, Brunetto M, Ribeiro GLU. Evaluation of the rapid and slow maxillary expansion using cone-beam computed tomography: a randomized clinical trial. *Dental Press J Orthod.* 2017 Mar-Apr;22(2):61-68. doi: 10.1590/2177-6709.22.2.061-068.oar.
 30. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Oct;132(4): 428.e1-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.02.052.
 31. Habeeb M, Boucher N, Chung CH. Effects of rapid palatal expansion on the sagittal and vertical dimensions of the maxilla: a study on cephalograms derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Sep;144(3):398-403. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.012.
 32. Woller JL, Kim KB, Behrents RG, Buschang PH. An assessment of the maxilla after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. *Dental Press J Orthod.* 2014 Jan-Feb;19(1):26-35. doi: 10.1590/2176-9451.19.1.026-035.oar.
 33. Kanomi R, Deguchi T, Kakuno E, Takano-Yamamoto T, Roberts WE. CBCT of skeletal changes following rapid maxillary expansion to increase arch-length with a development-dependent bonded or banded appliance. *Angle Orthod.* 2013 Sep;83(5):851-7. doi: 10.2319/082012-669.1.
 34. Zandi M, Miresmaeili A, Heidari A. Short-term skeletal and dental changes following bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014 Oct;42(7):1190-5. doi: 10.1016/j.jcms.2014.02.007.
 35. Dakhno L, Vyshemyrska T, Flis P, Burlakov P. [Comparative transversal evaluation of upper jaw following rapid maxillary expansion in the mixed dentition period. CBCT analysis]. Evaluation of the dynamics of the transversal dimensions of the upper jaw after rapid growth in the period of mixed dentition. Analysis of cone beam computed tomography. *Georgian Med News [Internet].* 2021 Jul-Aug [cited 2023 May 3] ;(316-317):96-102. Available from: https://cdn.website-editor.net/480918712df344a4a77508d4cd7815ab/files/uploaded/V316-317_N7-8_July-August_2021.pdf PMID: 34511453. (Russian).
 36. Christie KF, Boucher N, Chung CH. Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr;137(4 Suppl): S79-85. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.11.024.
 37. Hudson, J. Michael. "Articulators in Orthodontics." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 141, no. 5, Elsevier BV, May 2012, pp. 528–29. Crossref, <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.03.009>.
 38. Kraus CD, Campbell PM, Spears R, Taylor RW, Buschang PH. Bony adaptation after expansion with light-to-moderate continuous forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 May;145(5):655-66. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.01.017.
 39. Abdelkarim A. Cone-Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Dent J (Basel).* 2019 Sep 2;7(3):89. doi: 10.3390/dj7030089.
 40. Palomo JM, Valiathan M, Hans MG. 3D orthodontic diagnosis and treatment planning. In: Kapila S, ed. *Cone beam computed tomography in orthodontics: indications, insights and innovations.* Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2014. p. 221-46.
 41. Garcia-Figueroa MA, Raboud DW, Lam EW, Heo G, Major PW. Effect of buccolingual root angulation on the mesiodistal angulation shown on panoramic radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jul;134(1):93-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.07.034.
 42. Van Elslande D, Heo G, Flores-Mir C, Carey J, Major PW. Accuracy of mesiodistal root angulation projected by cone-beam computed tomographic panoramic-like images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr;137(4 Suppl):S94-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.02.028
 43. Owens AM, Johal A. Near-end of treatment panoramic radiograph in the assessment of mesiodistal root angulation. *Angle Orthod.* 2008 May;78(3):475-81. doi: 10.2319/040107-161.1
 44. Bouwens DG, Cevdanes L, Ludlow JB, Phillips C. Comparison of mesiodistal root angulation with posttreatment panoramic radiographs and cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Jan;139(1):126-32. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.05.016.
 45. Tong H, Enciso R, Van Elslande D, Major PW, Sameshima GT. A new method to measure mesiodistal angulation and faciolingual inclination of each whole tooth with volumetric cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Jul;142(1):133-43. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.12.027.
 46. Van Elslande D, Heo G, Flores-Mir C, Carey J, Major PW. Accuracy of mesiodistal root angulation projected by cone-beam computed tomographic panoramic-like images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr;137(4 Suppl): S94-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.02.028.
 47. Ye N, Jian F, Xue J, Wang S, Liao L, Huang W, Yang X, Zhou Y, Lai W, Li J, Wang J. Accuracy of in-vitro tooth volumetric measurements from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Dec;142(6):879-87. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.05.020.
 48. Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, Carrillo R, Buschang PH. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr;137(4 Suppl): S100-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.03.040.
 49. Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Nackaerts O; SEDENTEXCT Project Consortium; Willems G. Comparison of 6 cone-beam computed tomography systems for image quality and detection of simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Sep;140(3): e129-39. doi: 10.1016/j.

- ajodo.2011.03.021.
50. Lima TF, Gamba TO, Zaia AA, Soares AJ. Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption. *Aust Dent J*. 2016 Dec;61(4):425-431. doi: 10.1111/adj.12407.
 51. Vieira HT, Vizzotto MB, da Silveira PF, Ar s NA, Corr a Travessas JA, da Silveira HLD. Diagnostic efficacy of different cone beam computed tomography scanning protocols in the detection of chemically simulated external root resorption. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2020 Sep;130(3):322-327. doi: 10.1016/j.oooo.2020.03.046.
 52. Creanga AG, Geha H, Sankar V, Teixeira FB, McMahan CA, Noujeim M. Accuracy of digital periapical radiography and cone-beam computed tomography in detecting external root resorption. *Imaging Sci Dent*. 2015 Sep;45(3):153-8. doi: 10.5624/isd.2015.45.3.153.
 53. Deliga Schröder ÂG, Westphalen FH, Schröder JC, Fernandes Â, Westphalen VPD. Accuracy of Digital Periapical Radiography and Cone-beam Computed Tomography for Diagnosis of Natural and Simulated External Root Resorption. *J Endod*. 2018 Jul;44(7):1151-8. doi: 10.1016/j.joen.2018.03.011.
 54. Lund H, Gröndahl K, Hansen K, Gröndahl HG. Apical root resorption during orthodontic treatment. A prospective study using cone beam CT. *Angle Orthod*. 2012 May;82(3):480-7. doi: 10.2319/061311-390.1.
 55. Topkara A, Karaman AI, Kau CH. Apical root resorption caused by orthodontic forces: A brief review and a long-term observation. *Eur J Dent*. 2012 Oct;6(4):445-53. PMID: 23077427; PMCID: PMC3474562
 56. Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Nackaerts O; SEDENTEXCT Project Consortium; Willems G. Comparison of 6 cone-beam computed tomography systems for image quality and detection of simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Sep;140(3): e129-39. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.03.021.
 57. Antonarakis GS, Patel RN, Tompson B. Oral health-related quality of life in non-syndromic cleft lip and/or palate patients: a systematic review. *Community Dent Health*. 2013 Sep;30(3):189-95. PMID: 24151795.
 58. Leslie EJ, Marazita ML. Genetics of cleft lip and cleft palate. *Am J Med Genet C Semin Med Genet*. 2013 Nov;163C (4):246-58. doi: 10.1002/ajmg.c.31381.
 59. Zhou W, Li W, Lin J, Liu D, Xie X, Zhang Z. Tooth lengths of the permanent upper incisors in patients with cleft lip and palate determined with cone beam computed tomography. *Cleft Palate Craniofac J*. 2013 Jan;50(1):88-95. doi: 10.1597/11-182.
 60. Simões Holz I, Martinelli Carvalho R, Lauris JR, Lindauer SJ, Gamba Garib D. Permanent canine eruption into the alveolar cleft region after secondary alveolar bone grafting: Are there prediction factors for impaction? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. 2018 Nov [cited 2023 May 4];154(5):657-63. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889540618305766> doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.01.016>.
 61. Dissaux C, Bodin F, Grollemund B, Bridonneau T, Kauffmann I, Mattern JF, Bruant-Rodier C. Evaluation of success of alveolar cleft bone graft performed at 5 years versus 10 years of age. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016 Jan;44(1):21-6. doi: 10.1016/j.jcms.2015.09.003.
 62. Shirota T, Kurabayashi H, Ogura H, Seki K, Maki K, Shintani S. Analysis of bone volume using computer simulation system for secondary bone graft in alveolar cleft. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010 Sep;39(9):904-8. doi: 10.1016/j.ijom.2010.04.050.
 63. Oberoi S, Nervina JM, Vargervik K. 3D imaging in diagnosis and treatment planning of craniofacial anomalies. In: Kapila S, ed. *Cone beam computed tomography in orthodontics: indications, insights and innovations*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2014. p. 485-508.
 64. Suomalainen A, Åberg T, Rautio J, Hurmerinta K. Cone beam computed tomography in the assessment of alveolar bone grafting in children with unilateral cleft lip and palate. *Eur J Orthod* [Internet]. 2014 Oct [cited 2023 May 4];36(5):603-11. Available from: <https://academic.oup.com/ejo/article/36/5/603/405564>. doi: 10.1093/ejo/cjt105.
 65. Yatabe M, Natsumeda GM, Miranda F, Janson G, Garib D. Alveolar bone morphology of maxillary central incisors near grafted alveolar clefts after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017 Oct;152(4):501-8. e1. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.01.029.
 66. Marquezan M, Osório A, Sant'Anna E, Souza MM, Maia L. Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review. *Clin. Oral Impl. Res*. 2012 Jul;23(7):767-74. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02228. x.
 67. Wilmes B, Drescher D. Impact of bone quality, implant type, and implantation site preparation on insertion torques of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Jul;40(7):697-703. doi: 10.1016/j.ijom.2010.08.008.
 68. Bonangi R, Kamath G, Srivathsa HS, Babshet M. Utility of CBCT for the measurement of palatal bone thickness. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2018 Jun;119(3):196-8. doi: 10.1016/j.jormas.2018.02.009.
 69. Gracco A, Lombardo L, Cozzani M, Siciliani G. Quantitative cone-beam computed tomography evaluation of palatal bone thickness for orthodontic miniscrew placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Sep;134(3):361-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.01.027.
 70. Chhatwani S, Rose-Zierau V, Haddad B, Almuzian M, Kirschneck C, Danesh G. Three-dimensional quantitative assessment of palatal bone height for insertion of orthodontic implants - a retrospective CBCT study. *Head Face Med*. 2019 Apr 1;15(1):9. doi: 10.1186/s13005-019-0193-9.
 71. Cömert Kiliç S, Kiliç N, Sümbüllü MA. Temporomandibular joint osteoarthritis: cone beam computed tomography findings, clinical features, and correlations. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2015 Oct [cited 2023 May 3];44(10):1268-74. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S090150271500257X> doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2015.06.023>.
 72. Talaat WM, Adel OI, Al Bayatti S. Prevalence of temporomandibular disorders discovered incidentally during routine dental examination using the Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral*

- Radiol. 2018 Mar;125(3):250-9. doi: 10.1016/j.oooo.2017.11.012.
73. İlgüy D, İlgüy M, Fişekçioğlu E, Dölekoğlu S, Ersan N. Articular eminence inclination, height, and condyle morphology on cone beam computed tomography. ScientificWorldJournal [Internet]. 2014 Feb 13 [cited 2023 May 4]; 2014:761714. Available from: <https://doi.org/10.1155/2014/761714>
74. Hunter A, Kalathing S. Diagnostic imaging for temporomandibular disorders and orofacial pain. Dent Clin North Am. 2013 Jul;57(3):405-18. doi: 10.1016/j.cden.2013.04.008.
75. Iskanderani D, Nilsson M, Alstergren P, Shi XQ, Hellen-Halme K. Evaluation of a low-dose protocol for cone beam computed tomography of the temporomandibular joint. Dentomaxillofac Radiol. 2020 Sep 1;49(6):20190495. doi: 10.1259/dmfr.20190495.
76. Hintze H, Wiese M, Wenzel A. Cone beam CT and conventional tomography for the detection of morphological temporomandibular joint changes. Dentomaxillofac Radiol. 2007 May;36(4):192-7. doi: 10.1259/dmfr/25523853.
77. Alkhader M, Ohbayashi N, Tetsumura A, Nakamura S, Okochi K, Momin MA, Kurabayashi T. Diagnostic performance of magnetic resonance imaging for detecting osseous abnormalities of the temporomandibular joint and its correlation with cone beam computed tomography. Dentomaxillofac Radiol. 2010 Jul;39(5):270-6. doi: 10.1259/dmfr/25151578.
78. Nah KS. Condylar bony changes in patients with temporomandibular disorders: a CBCT study. Imaging Sci Dent. 2012 Dec;42(4):249-53. doi: 10.5624/isd.2012.42.4.249.
79. Shahidi S, Vojdani M, Paknahad M. Correlation between articular eminence steepness measured with cone-beam computed tomography and clinical dysfunction index in patients with temporomandibular joint dysfunction. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2013 Jul;116(1):91-7. doi: 10.1016/j.oooo.2013.04.001.
80. Koyama J, Nishiyama H, Hayashi T. Follow-up study of condylar bony changes using helical computed tomography in patients with temporomandibular disorder. Dentomaxillofac Radiol. 2007 Dec;36(8):472-7. doi: 10.1259/dmfr/28078357.
81. Dakhno L, Vyshemyrska T, Burlakov P, Storozhenko K, Flis P. Assessment of the feasibility of using cone-beam computed tomography in children for diagnostics, 3D cephalometry and planning orthodontic treatment (review). Georgian Med News. 2022 Feb;(323):54-60. PMID: 35271471. (Russian).
82. Scarfe WC, Azevedo B, Toghyani S, Farman AG. Cone Beam Computed Tomographic imaging in orthodontics. Aust Dent J. 2017 Mar;62 Suppl 1:33-50. doi: 10.1111/adj.12479.

The use of CBCT of the skull in orthodontics (Review article)

Burlakov P., Flis P

Actuality. Diagnostics in orthodontics is one of the most important stages, because the establishment of the final diagnosis and the choice of treatment methods directly depend on it. According to the diagnostic protocols of orthodontic patients, CBCT is currently not the gold standard, and is the method of choice.

The goal is to analyze the available publications on the study of indications for CBCT and the impact of the information obtained on the choice of treatment method and/or control of the treatment.

Materials and methods. Retrospective analysis of available publications on the resources <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> and <https://www.sciencedirect.com/> and <https://scholar.google.com/> and the formation of categories of indications for conducting CBCT in orthodontic practice and possible development trends in diagnostics based on CBCT

The results. More than 200 publications were analyzed and 82 published in scientific publications in the period from 1998 to 2023 were selected, and the obtained data were systematized into the main groups of indications for conducting CBCT, namely:

- (1) assessment of the volume of the alveolar process for planning the possibility of tooth movement;
- (2) accurate determination of the localization of retained and overcomplete teeth;
- (3) assessment of the degree of ossification of the palatine suture for choosing a method of maxillary expansion;
- (4) study of angulation, morphology or root resorption;
- (5) quantification of nonunion defects of the lip and palate;
- (6) evaluation of the selection of TADs sizes and optimal areas for their installation;
- (7) help in determining the possible etiological factors of the occurrence of a pathological bite, for example, anomalies of the TMJ.

Conclusions. The development of technologies and diagnostics of patients does not stand still, including 3D technologies in orthodontics as well, and the information that the doctor receives from CBCT influences the choice of treatment method and the evaluation of the conducted, which helps to improve the provision of orthodontic care and treatment, and we hope that in soon CBCT as a diagnostic method will take its place in diagnostic protocols and replace the gold standard, which is currently OPTG and TRG (cephalometry).

Key words: cone-beam computed tomography, CBCT, orthodontics, diagnosis, canine retention, rapid palatal expansion (RME), temporo-mandibular joint (TMJ), occlusion, articulator, treatment planning, treatment outcomes.

Бурлаков П.О. – асистент кафедри ортодонції та пропедевтики ортопедичної стоматології Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна.

Фліс П.С. – доктор медичних наук., професор кафедри ортодонції та пропедевтики ортопедичної стоматології Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна.

Стаття: надійшла до редакції 08.01.2024р. – прийнята до друку 30.01.2024р.



Association of Ukrainian Orthodontists
Association of Digital Orthodontics



міжнародний

СИМПОЗИУМ

ЦИФРОВА ОРТОДОНТІЯ –

МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД



ПЛАНУЮТЬСЯ ВИСТУПИ ЛІКАРІВ

проф. Смаглюк Любов, Україна, ортодонт

проф. Дрогомирецька Мирослава, Україна, ортодонт

Ганчук Вероніка, Україна, ортодонт

Ботвінко Валерія, Україна, гнатолог

Казимир Олександр, Україна, імплантолог

Красножон Олексій, Україна, ортодонт

Суздальцев Олег, Україна, керівник цифрової лабораторії

Блажків Назар, Україна, ортодонт

Радлінський Дмитро, Україна, ортопед

Шминдюк Мар'ян, Україна, ортодонт

Emanuele Paolletto, Італія, технік

проф. Alessandro Nanussi, Італія, гнатолог

проф. Francesco Ravasini, Італія, ортопед

Bjorn Reiners, Німеччина, технік

Kalin Marinov, Болгарія, імплантолог



Президент АОУ проф. Смаглюк Любов

Президент АЦО Ганчук Вероніка

Захід внесено в реєстр МОЗ України.
За відвідування надається **10 балів БПР**.

050 441 85 32

Наталія

