

*В.Ф. Макеев, О.О. Ісакова*

## Аналіз методів визначення зубного віку дитини, їх достовірність і доступність

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького, м. Львів, Україна

**Мета:** дослідити описані в наукових джерелах методи визначення зубного віку дитини, а також оцінити доступність і складність виконання таких методів та достовірність отриманих результатів.

**Матеріали та методи.** Літературний огляд світових наукових публікацій про сучасні методи визначення зубного віку дітей.

**Результати.** У літературі представлено різні методи оцінки стоматологічного віку, які можна класифікувати як: візуальні, радіологічні, морфологічні, біохімічні та гістологічні тощо. Кожен з цих методів має значну кількість авторських модифікацій залежно від регіону проживання, приналежності до тої чи іншої раси чи статі, методології самого дослідження та багатьох інших факторів. Зупиняючись на окремо взятих методиках можна проаналізувати як складність і доступність їх виконання, так і достовірність очікуваних результатів.

**Висновки.** Методи засновані на дослідженні формування кісткових та зубних структур є найбільш поширеними, точними і ефективними при визначенні зубного віку дітей, оскільки практично не залежать від факторів зовнішнього середовища, не піддаються впливу екологічних і соціальних чинників і в більшості є генетично зумовленими.

**Ключові слова:** зубний вік, біологічний вік, метод визначення зубного віку, ортопантомограма.

### Вступ

На сьогодні оцінка віку дитини є важливим питанням багатьох напрямів медицини. Перш за все, це оцінка віку необхідна у дитячій ендокринології, стоматології, судовій медицині та надзвичайно важлива при плануванні ортодонтичного лікування.

У теперішній час соціальний прогрес невпинно виснажує біологічні та функціональні резерви людини. Порушуються процеси адаптації, розвивається дезадаптаційний синдром, як наслідок – розвивається патологія.

Варіації термінів і послідовності фізіологічного прорізування постійних зубів є загально відомими, проте суттєві відхилення від встановленої «норми» служать попередженням лікарю про необхідність проведення поглибленої діагностики, для прогнозу розвитку можливих відхилень чи ускладнень. Тому для лікаря надзвичайно важливою є оцінка здоров'я й розвитку конкретного пацієнта, а особливо пацієнта-дитини.

Показники дентальної зрілості вважаються більш корисними показниками дозрівання, оскільки вони рідше змінюються у відповідь на харчовий та екологічний вплив порівняно з іншими широко вивченими віковими маркерами.

У добірці світових наукових досліджень описано значну кількість різних методів оцінки біологічного віку і, як одного з його маркерів, зубного віку.

**Мета** – дослідити описані в наукових джерелах методи визначення зубного віку дітей, а також оцінити доступність і складність застосування таких методів і достовірність отриманих результатів.

### Матеріали та методи досліджень

Біологічний вік (БВ) визначається як відповідність індивідуального морфофункціонального рівня певній середньостатистичній нормі даної популяції й відображає темп вікових змін та адаптаційних можливостей організму [1].

БВ слід урахувувати з метою прогнозу індивідуального здоров'я людини. Він дозволяє оцінити ступінь відповідності біологічного стану організму календарному віку людини, відображає темпи розвитку й біологічного старіння, від яких залежать функціонування основних систем життєзабезпечення та тривалість життя. Розбіжності між календарним і біологічним віком дають змогу оцінити інтенсивність дозрівання, старіння і функціональні можливості індивіда [2].

Хронологічний або календарний вік визначається як проміжок часу між народженням і дослідженням (експертизою), виражений як кількість минулих років, місяців та діб. Біологічний вік дитини – це індивідуальний темп розвитку окремо взятої дитини, який може не відповідати її календарному віку. Біологічний вік визначається за морфометрич-

ними, фізіологічними, метаболічними та імунологічними ознаками, які максимально наближені до середніх вікових величин. Біологічний вік дитини базується на домінуванні усередненого біологічного віку окремих тканин, органів та систем організму з незначними відхиленнями, які визначають гармонійність чи дисгармонійність фізичного та нервово-психічного розвитку дитини. Вік розвитку, з іншого боку, визначається як біологічна зрілість організму та рівень системного розвитку дитини. До показників віку розвитку відносяться: морфологічний (біологічний) вік, вік вторинних статевих ознак, кістковий (скелетний) вік, зубний вік [3].

Згідно з «Порядком проведення обстеження для встановлення віку дитини...» в Україні проводяться такі дослідження:

- психологічна оцінка віку;
- фізіологічна оцінка віку.

Фізіологічна оцінка віку здійснюється фахівцями, які мають спеціальності «Педіатрія», «Дитяча ендокринологія», «Дитяча стоматологія», у разі потреби – лікарем-рентгенологом на підставі маркерів, що мають найвищий ступінь кореляції з біологічним дозріванням на основі таких результатів досліджень:

- строки прорізування молочних зубів та їх заміна постійними (зубна зрілість);
- антропометричні дані (фізична зрілість);
- ознаки статевого дозрівання (статева зрілість);
- у разі необхідності визначається кількість острівців та ядер окостеніння рентгенологічним методом (скелетна зрілість) [4].

Для визначення біологічного віку дитини використовують найпростіші маркери, які мають найвищу ступінь кореляції з біологічним дозріванням – це розвиток і зникнення основних рефлексів у дітей грудного віку, строки прорізування молочних зубів та їх заміна постійними, довжина тіла та ознаки статевого дозрівання. У спеціальних дослідженнях біологічний вік визначається рентгенологічним методом за кількістю острівців та ядер окостеніння. Невідповідність між біологічним та календарним віком дитини може вказувати на наявність патології або несприятливих умов для благополучного розвитку та функціонування систем організму. [5].

Оцінка біологічного віку дітей є однією з найважливіших проблем у дитячій стоматології, ендокринології та ортодонтії. Ортоданти, спираючись на дані порівняння зубного віку із хронологічним віком, мають можливість об'єктивно прогнозувати час проведення певних втручань, планування схем лікування чи вибір найбільш оптимального періоду лікування. Для педіатрів важливо знати стоматологічну зрілість дитини, узгоджену з певними захворюваннями, лікування яких треба відкласти або ж, навпаки, пришвидшити.

Для складання плану як ортодонтичного, так і хірургічного лікування патологій кісткової тканини зубощелепної системи все більше враховують такі критерії, як: вік пацієнта, супутні соматичні захворювання, локалізація патологічного процесу та стан кісткової тканини в ділянці ураження. Останній є найважливішим при визначенні виду та обсягу операційного втручання.

Отже, одним з важливих чинників для визначення біологічного віку пацієнта є зубний вік, який був уперше описаний у XIX столітті [6]. Його оцінка має важливе значення для прийняття рішень про алгоритми діагностики та варіанти лікування в таких галузях медицини, як консервативна стоматологія, ортодонтія, педіатрія або ендокринологія [7], а також для судово-медичних цілей. Стоматолог у судовій медицині використовує оцінку зубного віку як один з методів для ідентифікації людського трупа або неопізнаних останків [8].

Зубний вік визначається на основі аналізу зубів, наявних у порожнині рота, резорбції коренів тимчасових зубів і стадії розвитку постійних зубів. Клінічний метод ураховує кількість і послідовність прорізування зубів, що згідно зі стандартними таблицями дозволяє оцінити зубний вік [9].

Зубний (стоматологічний) вік є одним з небагатьох показників фізіології розвитку дитини. Найпоширенішим методом оцінки стоматологічного віку є рентгенологічне дослідження ділянки зап'ястка лівої руки дитини чи мезіального хряща епіфіза ключиці [10]. Однак ці скелетні методи мають деякі недоліки, ураховуючи мінливість дозрівання кісток, на що впливають фактори навколишнього середовища й за життя дитини її рентгенівське навантаження.

### Результати та їх обговорення

У літературі визначено різні методи оцінки стоматологічного віку, які можна класифікувати як: візуальні, радіологічні, морфологічні, біохімічні, гістологічні тощо [11].

Візуальний метод заснований на оцінці послідовності прорізування зубів у порожнині рота та морфологічних змінах у структурі зуба внаслідок таких функцій, як стирання, зміни кольору, що є показниками старіння.

Стирання зубів оцінюють у поєднанні із двома типами критеріїв: один – це зношування зубів за горизонтальним фактором, другий – ступінь експозиції дентину за вертикальним фактором. Поєднання як горизонтальних, так і вертикальних факторів слід ураховувати для отримання більш точної оцінки віку [12]. Hongwei та Jingtao [13] класифікують результати стирання зубів за шкалою від 0 до 9 балів на основі шаблону (кількість зубів та їх стертість).

Kim et al. визначили ще одну просту та надійну, на їх думку, систему балів, яка може бути застосована

для оцінки віку осіб у будь-якому віковому діапазоні. Отже, огляд зубного ряду з урахуванням зношеності/стирання, кольору зубів і пігментації, стану пародонта тощо можуть дати цінну інформацію про розвиток і вік людини [12].

Метод визначення зношування зубів описано в літературі як точний метод [13]; проте деякі автори висловлювали думку, що зношування зубів може бути недостовірним при оцінці віку [14], оскільки на зношеність зубів впливають різні фактори, які включають функціональні (харчові та жувальні) або парафункціональні звички, особливості рухів нижньої щелепи, сила стискання зубів, слину, дієту, ліки, хвороби, географічне положення, професійне і звичне середовище та стать [12, 15].

У дитячій стоматології найпоширеніший та найпростіший метод оцінки віку дитини ґрунтується на віковому діапазоні та послідовності прорізування тимчасових і постійних зубів. Процес прорізування зубів у порожнині рота дотримується типової хронологічної послідовності й відповідних вікових меж. Таким чином можна визначити вік дитини до 12–13-ти років.

Прорізування зубів є одним з візуальних методів в оцінці віку і вважається не зовсім надійним, оскільки прорізування – це тривалий процес, який включає неактивні періоди в житті дитини, коли прорізування зуба не відбувається. На цей процес також має вплив ряд локальних факторів, таких як передчасне видалення тимчасових зубів, що викликає брак місця або скупчення постійних зубів в системні фактори, такі як спадкові, функціональні, екологічні, статеві, харчові та метаболічні [16].

У дорослих після завершення періоду росту оцінка віку за допомогою рентгенологічних методів стає недостатньо точною [17]. Тому застосовують альтернативні методи, такі як біохімічні та гістологічні.

У науковій літературі також описується методика визначення біологічного віку людини на основі змін диференціації епітелію, які реєструються як морфологічні (розмір клітин, характер ядер і гранул, ознаки цитолізу), так і електрокінетичні властивості (електрорухливість ядер), і які є також достатньо інформативними для скринінгової оцінки стану здоров'я, соматичної патології [18].

Біохімічні методи визначають зміни в рівнях іонів з віком. Наприклад, співвідношення кальцій/фосфор у перитубулярному дентині значно збільшується з віком, а швидкість рацемізації залишків аспарагінової кислоти в колагені дентину також залежить від часу [19].

У наукових публікаціях описано реакцію рацемізації аспарагінової кислоти [20] як стандарти оцінки віку дорослих. Хоча на рацемізацію аспарагінової кислоти впливають фактори навколишнього

середовища, такі як зміна температури, все ж таки цей метод описують як достатньо точний метод для оцінки віку [21]. Згаданий метод є інвазивним і дорогим, а також вимагає спеціалізованого обладнання та експертизи [20]. Окрім того, він не підходить живим особам [22].

Біохімічні методи засновані на рацемізації амінокислот – це реакція, яка є відносно швидкою в живих тканинах, в яких метаболізм повільний. Повідомлялося, що аспарагінова кислота має найвищий показник рацемізації серед усіх амінокислот і зберігається під час старіння.

Р.М. Helfman та J.L. Bada [23] описали дослідження, що зосереджувались на рацемізації амінокислот і отримали значну кореляцію між віком та співвідношенням D/L енантіомерів у аспарагінової кислоти в емалі та коронарному дентині.

Швидкість рацемізації цементу показує швидшу реакцію, ніж емаль і дентин.

З іншого боку, дентин виявив найвищу кореляцію з фактичним віком [24], проте цей метод визначення віку не підходить при великому руйнуванні коронки [25].

Параметри росту на скелетних показниках, таких як кістки зап'ястка рук, злиття черепних швів, дозрівання зубних рядів, розвиток вторинних статевих ознак також використовуються для оцінки віку дитини [26]. Однак більшість цих показників демонструє значно виражені варіації, обумовлені екологічними та іншими факторами.

На відміну від них, дозрівання твердих тканин зубів служить одним з найточніших і надійних способів ідентифікації віку, особливо через його унікальність поступового формування й мінералізації.

Багато різних методів, заснованих на дослідженні твердих тканин зубів, у тому числі морфологічний (швидкість прорізування зубів), метричний (аналіз вмісту вуглецю-14, гістологічний аналіз), радіоморфологічний та радіометричний, доступні для оцінки зубного віку [27].

На відміну від інших чинників, закономірність росту і прогресивності кальцифікації в розвитку зуба не залежить від локальних та екологічних чинників, а також від соматичного розвитку організму. Отже, зуби вважаються найменш змінним біоіндикатором для оцінки віку. Це додатково зумовлено стійкістю твердих тканин зубів проти різних екологічних чинників [28].

Найбільш поширений метод визначення зубного віку був опублікований у 1973 році Demirjian, Goldstein і Tanner, а згодом модифікований іншими авторами.

Чітко визначені етапи та об'єктивність методу Demirjian роблять його одним з найбільш доцільних методів для судової експертизи та науки [29]. Надійність цього методу була перевірена в багатьох дослідженнях [30]. Однак цей метод загалом

переоцінював хронологічний вік і, відповідно, він зазнавав постійних змін [30, 31].

Метод Demirjijan усе ще широко використовується у практиці різних країн і вікових груп. Він базується на рентгенологічному аналізі восьми стадій розвитку нижніх зубів зліва. Проте науковці Туреччини, Бразилії, Македонії та низки інших країн спостерігали варіації залежно від різних регіонів країни та відзначали, що стоматологічний вік був нижче хронологічного [32].

У 1976 році Demirjijan включив два нові додаткові етапи та збільшив віковий діапазон [31]. Але при порівнянні методів Demirjijan у 1973 та 1976 роках існували суттєві відмінності загалом та в окремих вікових групах між середнім хронологічним і передбачуваним віком. Крім того, кожний метод послідовно завищував хронологічний вік [33]. Shilpa et al. 2004 року у своїх дослідженнях дітей шкільного віку в Бангалорі (Індія) показали точність даного методу лише в певних вікових групах [34]. Три модифіковані методи Willems 2001 і 2010 та Chaillot et al., 2005, були більш точними для обох статей, ніж метод Demirjijan у 1973 та 1976 рр. [35].

У 1960 році Nolla створив шкалу від 0 до 10 для оцінки зубного віку на основі кальцифікації зубів. Цей метод був точніше, ніж методи Demirjijan і Willems для індійських дітей. З іншого боку, для турецьких дітей спостерігалася занижена оцінка зубного віку за допомогою методу Nolla [36].

Метод Willems дав більш точні результати, аніж метод Demirjijan. Хоча при дослідженні дітей Малайзії віком 6–15 років Cherian et al. у 2020 році виявили завищення визначеного віку в обох статей як і науковці Galic et al., які у 2011 році досліджували дітей Боснії та Герцеговини. Поряд з тим, у дослідженнях дітей Саудівської Аравії у 2021 році було встановлено, що застосування бельгійської формули методу Willems показало достатньо точні результати [37].

У 2006 році Cameriere et al. описали формулу лінійної регресії для оцінки зубного віку на основі вимірювання відкритих верхівок коренів і довжини семи зубів нижньої щелепи зліва в італійській субпопуляції дітей [38]. Останнім часом дослідження зубного віку за методом Cameriere et al. набули популярність у різних країнах світу і встановили, що метод Cameriere et al. є більш точним і корисним для оцінки зубного віку в багатьох країнах в порівнянні з іншими відомими методами [38–40, 42].

Метод був протестований у різних європейських країнах у пошуках загальної формули, корисної для оцінки зубного віку. Дослідження показали, що метод Cameriere є більш точним, ніж інші методи оцінки віку дітей у віковій групі 6–13 років [39, 41]. Marques Fernandes et al. [43] підтвердили точність

цього методу в бразильській вибірці 160 дітей віком від 5 до 15-ти років. De Luca et al. [40] показали, що ця методика є дуже корисною і її можна рекомендувати для практичного застосування як у клінічній стоматології, так і в судово-медичних процедурах для мексиканського населення. Подібні дослідження також проводились і в Індії, Хорватії, Боснії та Герцеговині, Туреччині, Єгипті, Бразилії, Іспанії, Німеччині, Італії, Словенії, Великій Британії й ніколи не проводились на території сучасної України [41].

У дослідженні стоматологічний вік оцінюється за допомогою панорамної рентгенограми за методом, описаним Cameriere, який широко прийнято й добре вивчено багатьма вченими серед різних типів населення. Морфологічні змінні складають 83,6 % ( $R^2 = 0,836$ ) [44].

У дослідженні групи дітей з південної Індії статистичний аналіз показав, що стать не має суттєвого впливу на оцінку віку ( $R^2 = 0,910$ ) [42].

Той самий автор Cameriere зробив дослідження у великій вибірці дітей з різних європейських країн, впровадивши загальну формулу. Результати засвідчили, що медіана абсолютної величини залишкових помилок становить 0,035 року [41]. У результатах досліджень індійських учених було виявлено, що середні залишкові помилки становили 0,05 року.

Інше дослідження, проведене Rai B. et al. на великій вибірці індійських дітей у віці 4–16 років, засвідчило, що коефіцієнт кореляції між стоматологічним та хронологічним віком був дуже істотним, що підтвердило точність методу Cameriere, на який не впливають жодні фактори [44].

Дослідження Kaug J. et al. у групі здорових дітей у віці від 5 до 15-ти років штату Гар'яна на півночі Індії зі застосуванням регресійного рівняння Cameriere засвідчило недооцінку віку у хлопчиків і переоцінку в дівчаток у порівнянні з їх хронологічним віком, але також засвідчило, що стать не мала суттєвого впливу на оцінку віку та потребу в модифікації загальної формули до окремих територіальних груп [45].

Якщо порівняти результати досліджень оцінки зубного віку дітей, отриманих за методом Cameriere R. et al., із широко використовуваним методом Demirjijan і Willems, то і в методі Cameriere різниця між двома середніми похибками прогнозовано не була статистично значущою [46]. Метод Demirjijan був значно менш точним ( $p = 0,024$ ). Метод Willems був краще, ніж у Demirjijan, але значно менш точним, ніж Cameriere ( $p < 0,001$ ). Проте в даному дослідженні метод Cameriere R. виявився дуже точним ( $p = 0,000$ ).

Дослідження, проведене Fernandes M.M. et al., показало високу точність методу Cameriere у бразильській вибірці зі 160 дітей у віці від 5 до 15-ти

років. Результати, показані із середньою залишковою похибкою, становили 0,014 року ( $p = 0,603$ ) [47].

У Latić-Dautović et al. при дослідженні дітей Боснії та Герцеговини отримані результати свідчать, що європейська формула Cameriere може широко застосовуватись для оцінки зубного віку дітей даного регіону [48]. Найбільша помилка або недооцінка виявлена серед дітей старше 14-ти років. Liversidge H.M. [49] указав, що у віці із 13 років тільки кілька дітей не мали завершене дозрівання других молярів, і тому їх виключили з вибірки для дослідження. Ambarikova та співавт. [31] виявили, що були у 13 років 84 % дівчаток і 41 % хлопчиків мають повністю сформовані корені другого моляра. Відповідно, частка осіб із затримкою дозрівання може сприяти недооцінці зубного віку у групі 14 років.

Група вчених (R. Cameriere, L. Ferrante, H.M. Liversidge, J.L. Prieto, H. Brkic) провела оцінку зубного віку за формулою Cameriere серед дітей Іспанії, Хорватії та Італії і не виявила відмінностей в отриманих результатах серед дітей представлених країн.

Відсутність суттєвих відмінностей спостерігалися за розподілом за віком між хлопчиками та дівчатками ( $p = 0,864$ ) і не спостерігалось суттєвої різниці за розподілом залишків серед представників різних національностей ( $p = 0,100$ ) [50].

Тому для оцінки стоматологічного віку дітей слід враховувати їх популяційне походження й певний географічний регіон.

### Висновки

Величезний арсенал методів і способів оцінити як зубний, так і біологічний вік дитини свідчать про неабиякий інтерес науковців і лікарів у всьому світі до оцінки індивідуального розвитку окремо взятого індивідуума й важливість отриманих даних для застосування в різних галузях медицини.

Проте, незважаючи на значний обсяг досліджень, описаних у світових наукових джерелах про оцінку зубного віку, й отриманих достовірних результатів, подібні дослідження не проводились на теренах України й залишаються актуальними на сьогоднішній день, враховуючи усі соціальні, медичні, етичні та правові аспекти сучасності.

### ПОСИЛАННЯ

- Oeppen J. & Vaupel J.W. (2002). Broken limits to life expectancy // In: Science, 296, pp. 1029–1031.
- Hrybok N.M., Prots R.O. Porivnialnyi analiz biolohichnoho viku studentiv pedahohichnoho universytetu. Zdorovia, sport, reabilitatsiia // Drohobyt'skyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet im. Ivana Franka. – 2017. – 4 s. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1133911>.
- Olczak-Kowalczyk D., Szczepa ska J., Kaczmarek U. Wsipy chesna stomatologia wieku rozwojowego // Med. Tour Press, Otwock. – 2017.
- Poriadok provedennia obstezhennia dlia vstanovlennia viku dytyny, yaka zalyshyla bez pikluvannia batkiv ta potrebuie sotsialnoho zakhystu. Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy, Ministerstva osvity i nauky, Ministerstva sotsialnoi polityky Ukrainy; 23.10.2013. № 903/1464/711.
- Tiazhka O.V. Pediatriia. Navchalnyi posibnyk za redaktsiieu prof. O.V. Tiazhkoii, 2008, s. 71.
- Hubert E. Rozwyj dzieci z rozszczepem podniebienia pierwotnego i wtynnego // Czas Stomatol. – 1986; 39 (8): 519–524.
- Demirjian A., Goldstein H., Tanner J.M. A new system of dental age assessment // Hum. Biol. – 1973; 45 (2): 211–227.
- Karowska I. Zarys wsipy chesnej ortodoncji. – PZWL, Warszawa, 2013.
- Butti A.C. Haavikko's method to assess dental age in Italian children // Eur. J. Orthod. April 2009; 31 (2): 250–255.
- Schulz R., Mühler M., Mutze S., Schmidt S., Reisinger W., Schmeling A. (2005). Studies on the time frame of ossification of the medial epiphysis of the clavicle as revealed by CT scans // Int. J. Legal Med. – 2005; 119: 142–145.
- Kvaal S. Collection of post mortem data: DVI protocols and quality assurance // Forensic Science International. – 2006; 159: 12–14. Doi: 10.1016/j.forsci-int.2006.02.003.
- Kim Y.K., Kho H.S., Lee K.H. Age estimation by occlusal tooth wear // Journal of Forensic Sciences. – 2000; 45: 303–309. Doi: 10.1520/JFS14683J.
- Hongwei S., Jingtao J. The estimation of tooth age from attrition of the occlusal surface // Medicine, Science, and the Law. – 1989; 29: 69–73.
- Gustafson G. Forensic Odontology. 1-st ed. – London: Elsevier; 1966. – Pp. 103–139.
- Dahl B.L., Carlsson G.E., Ekfeldt A. Occlusal wear of teeth and restorative materials. A review of classification, etiology, mechanisms of wear, and some aspects of restorative procedures // Acta Odontologica Scandinavica. – 1993; 51: 299–311. Doi: 10.3109/0001635930 9040581/
- Erdem A.P., Yamac E., Erdem M.A., Sepet E., Aytepe Z. A new method to estimate dental age // Acta Odontologica Scandinavica. – 2013; 71: 590–598. Doi: 10.3109/00016357.2012. 700062.
- Kotecha S.D. Dental age estimation in children: A review // Forensic Research Criminology International Journal. – 2016; 3: 00085. Doi: 10.15406/frcij.2016.03.0008.
- Chukhray N.L. Vikovi osoblyvosti elektroforetychnoi aktyvnosti klityn bukalnoho epiteliu pry kariiesi zubiv u ditei riznoho shkilnoho viku // Visnyk stomatolohii, № 1, 2013, s. 139–142.
- Kosa F., Antal A., Farkas I. Electron probe microanalysis of human teeth for the determination of individual age // Medicine, Science, and the Law. – 1990; 30: 109–114.
- Ohtani S., Ito R., Yamamoto T. Differences in the D/L aspartic acid ratios in dentin among different types of teeth from the same individual and estimated age // International Journal of Legal Medicine. – 2003; 117 (3): 149–152. Doi: 10.1007/s00414-003- 0365-8.

21. Ritz-Timme S., Cattaneo C., Collins M.J., Waite E.R., Schütz H.W., Kaatsch H.J., Borrman H.I. Age estimation: The state of the art in relation to the specific demands of forensic practice // *International Journal of Legal Medicine*. – 2000; 113: 129–136.
22. Karkhanis S., Mack P., Franklin D. Age estimation standards for a Western Australian population using the dental age estimation technique developed by Kvaal et al. // *Forensic Science International*. – 2014; 235: 104.e1–104.e6. Doi: 10.1016/j.foresci.2013.12.008.
23. Helfman P.M., Bada J.L. Aspartic acid racemization in tooth enamel from living humans // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1975; 72: 2891–2894.
24. Ohtani S., Hiroshi O., Asaka W. Estimation of age from teeth by amino acid racemisation influence of fixative // *Journal of Forensic Sciences*. – 1997; 42: 137–139.
25. Ritz S., Stock R., Schütz H.W., Kaatsch H.J. Age estimation in biopsy specimens of dentin // *International Journal of Legal Medicine*. – 1995; 108: 135–139.
26. Demirjian A., 1978. Dentition in: Faulkner F. and J.M. Tanner (eds.). *Human growth 2*. London: Baillie Tindall, p.p. 413–444.
27. Onat Altan H., Altan A., Bilgic F., Akinci Sozer O., Damlar I. The applicability of Willems' method for age estimation in southern Turkish children: A preliminary study // *J. Forensic Leg. Med.* – 2015; 38: 24–7.
28. Nik-Hussein NN, Kee KM, Gan P. Validity of Demirjian and Willems methods for dental age estimation for Malaysian Children aged 5–15 years old // *Forensic Sci. Int.* – 2011; 204:208.e1–6.
29. Cunha E., Baccino E., Martrille L., Ramsthaler F., Prieto J., Schuliar Y. et al. The problem of aging human remains and living individuals: A review Z. *Forensic Sci. Int.* – 2009; 193: 1–13.
30. Santoro V., Roca R., De Donno A., Fiandaca C., Pinto G., Tafuri S. et al. Applicability of Greulich and Pyle and Demirjian aging methods to a sample of Italian population // *Forensic Sci. Int.* – 2012; 221: 153.e1–5.
31. Ambarkova V., Galic I., Vodanovic M., Biocina-Lukenda D., Brkic H. Dental age estimation using Demirjian and Willems methods: Cross sectional study on children from the Former Yugoslav Republic of Macedonia // *Forensic Sci. Int.* – 2014; 234: 187.e1–7.
32. Altunsoy M., Nur B.G., Akkemik O., Ok E., Evcil M.S. (2015). Applicability of the Demirjian method for dental age estimation in western Turkish children // *Acta Odontol. Scand.* – 73: 121–125.
33. Flood S.J., Franklin D., Turlach B.A., McGeachie J. (2013) A comparison of Demirjian's four dental development methods for forensic age estimation in South Australian sub-adults // *J. Forensic Leg. Med.* 20: 875–883.
34. Shilpa P.H., Sunil R.S., Sapna K., Kumar N.C. (2013). Estimation and comparison of dental, skeletal and chronologic age in Bangalore south school going children // *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent.* – 31: 63–68.
35. Yusof M.Y.P.M., Mokhtar I.W., Rajasekharan S., Overholser R., Martens L. Performance of Willem's dental age estimation method in children: a systematic review and meta-analysis // *Forensic Sci Int.* – 2017; 280: 245–e241.
36. Mohammed R.B., Sanghvi P., Perumalla K.K., Srinivasaraju D., Srinivas J. et al. (2015). Accuracy of four dental age estimation methods in southern Indian children // *J. Clin. Diagn. Res.*– 9: HC01–8.
37. Alqerban A., Alrashed1 M., Alaskar1 Z. and Alqahtani K. Alqerban et al. Age estimation based on Willems method versus country specific model in Saudi Arabia children and adolescents // *BMC Oral Health* (2021) 21: 341. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01707-9>.
38. Cameriere R., Ferrante L., Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth // *Int. J. Legal Med.* – 2006; 120: 49–52.
39. Galic I., Vodanovic M., Cameriere R., Nakas E., Galic E., Selimovic E. et al. Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems' radiographic methods on age estimation on Bosnian-Herzegovian children age groups 6–13 // *Int. J. Legal Med.* – 2011; 125: 315–21.
40. De Luca S., De Giorgio S., Butti A.C., Biagi R., Cingolani M., Cameriere R. Age estimation in children by measurement of open apices in tooth roots: Study of a Mexican sample // *Forensic Sci. Int.* – 2012; 221: 155.e1–7.
41. Cameriere R., De Angelis D., Ferrante L., Scarpino F., Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: a European formula // *Int. J. Legal Med.* – 121 (2007): 44–53.
42. Bagh T., Chatra L., Shenai P., Veena K.M., Kumar Rao P., Prabhu R.V., Kushraj T., Shetty P. Age Estimation using Cameriere's Seven Teeth Method with Indian Specific Formula in South Indian Children // *Int. J. Adv. Health Sci.* – 1 (2) (2014): 2–10.
43. Fernandes I.M.M., Tinoco R.L., de Braganca D.P., de Lima S.H., Franceschini Junior L., Daruge Junior E. Age estimation by measurements of developing teeth: accuracy of Cameriere's method on a Brazilian sample // *J. Forensic Sci.* – 56 (6) (2011): 1616–9.
44. Rai B., Kaur J., Cingolani M., Ferrante L., Cameriere R. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: an Indian formula // *Int. J. Legal Med.* – 124 (3) (2010): 237–241.
45. Kaur J., Balwant R., Ferrante L., Cameriere R. Determination of Cameriere Regression Equation Accuracy for Age Estimation in Haryana sub Population // *Indian Journal of Forensic Odontology: Jan-March 2010*: 3 (1); 12–4.
46. Cameriere R., Ferrante L., Liversidge H.M., Priet J.L., Brkic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth // *Forensic Science International*. – 2008: 173–77.
47. Fernandes M.M., Pereira D., Braganca P. Age Estimation by Measurements of Developing Teeth: Accuracy of Cameriere's method on a Brazilian Sample // *J. Forensic Sci.* – November 2011; 56 (6): 1616–19.
48. Lati -Dautovi M., Nakaљ E., Jeleљkovi A., Cavri J., Gali I. Cameriere's European formula for age estimation: A study on the children in Bosnia and Herzegovina // *South Eur. J. Orthod. Dentofac. Res.* – 2017; 4 (2): 26–30.
49. Liversidge H.M. Dental age revisited // In: Irish J.D., Nelson G.C., editors. *Technique and application in dental anthropology*. – Cambridge: Cambridge University Press; 2008. – P. 234–52.
50. R. Cameriere R., Ferrante L., Liversidge H.M., Prieto J.L., Brkic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth // *Forensic Science International*. – 176 (2008); 173–177.

## Анализ методов определения зубного возраста ребенка, их достоверность и доступность

*В.Ф. Макеев, О.О. Исакова*

**Цель:** исследовать описанные в научных источниках методы определения зубного возраста детей, а также оценить доступность и сложность выполнения таких методов и достоверность полученных результатов.

**Материалы и методы.** Литературный обзор мировых научных публикаций о современных методах определения зубного возраста у детей.

**Результаты.** В литературе представлены различные методы оценки стоматологического возраста, которые можно классифицировать как: визуальные, радиологические, морфологические, биохимические, гистологические и тому подобные. Каждый из этих методов имеет большое количество авторских модификаций в зависимости от региона проживания, принадлежности к той или иной расе или полу, методологии самого исследования и многих других факторов. Остановившись на отдельно взятых методиках, можно проанализировать как сложность и доступность их выполнения, так и достоверность ожидаемых результатов.

**Выводы.** Методы основаны на исследовании формирования костных и зубных структур являются наиболее распространенными, точными и эффективными при определении зубного возраста детей, поскольку практически не зависят от факторов внешней среды, не подвергаются воздействию экологических и социальных факторов и в большинстве являются генетически обусловленными.

**Ключевые слова:** зубной возраст, биологический возраст, метод определения зубного возраста, ортопантограмма.

## Analysis of methods for determining the dental age of a child, their reliability and availability

*V. Makeev, O. Isakova*

**Purpose:** to study the methods for determining the dental age of children described in scientific sources, as well as to assess the availability and complexity of such methods and the reliability of the results obtained.

**Materials and methods.** Literary review of world scientific publications on modern methods for determining the dental age in children.

**Results.** The literature presents various methods for assessing dental age, which can be classified as: visual, radiological, morphological, biochemical, histological, and the like. Each of these methods has a large number of copyright modifications, depending on the region of residence, belonging to a particular race or gender, the methodology of the research itself, and many other factors. Dwelling on individual techniques, one can analyze both the complexity and availability of their implementation, and the reliability of the expected results.

**Conclusions.** Methods based on the study of the formation of bone and dental structures are the most common, accurate and effective in determining the dental age of children, since they practically do not depend on environmental factors, are not exposed to environmental and social factors and are mostly genetically determined.

**Key words:** dental age, biological age, method for determining dental age, orthopantomogram.

**Макеєв Валентин Федорович** – д-р мед. наук,

професор кафедри ортопедичної стоматології Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького.

**Исакова Ольга Олександрівна** – асистент кафедри стоматології дитячого віку

Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького.

**Тел.:** (098) 415-70-16.