



DOI 10.11603/2311-9624.2023.4.14493

УДК 616.314.25/.26-007.2-02-073.7:611.718.2(043.2)

©М. М. Столярчук, А. В. Копчак

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

e-mail: marynastoliarchuk@gmail.com

## Взаємозв'язок між сагітальними цефалометричними параметрами і ступенем вираження трансверзального дефіциту в пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу

### ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції/Received:  
06.11.2023 р.

**Ключові слова:** трансверзальний дефіцит; дефекти і деформації обличчя; скелетні аномалії прикусу; ортогнатична хірургія; 3D-цефалометрія; комп'ютерна томографія.

### АНОТАЦІЯ

**Резюме.** Трансверзальний дефіцит (ТД) верхньої щелепи (ВЩ) часто поєднується з сагітальними аномаліями прикусу. Результати сучасних досліджень вказують на існування етіопатогенетичного зв'язку між даними видами аномалій, що вимагає комплексного підходу до діагностики та лікування. Але характер взаємозв'язків між ТД та параметрами латеральної цефалометрії та його вплив на планування ортогнатичного лікування вивчені недостатньо.

**Мета дослідження** – вивчити взаємозв'язок між вираженням ТД ВЩ та значенням цефалометричних показників, що характеризують сагітальні параметри обличчя у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу.

**Матеріали і методи.** Дослідження базується на аналізі даних мультиспіральної комп'ютерної томографії пацієнтів із скелетними формами аномалій щелеп, які потребували хірургічного лікування. Включення у дослідження визначалися наявністю скелетних форм аномалій лицевого черепа із сагітальним компонентом, виключення – віком менше 16 років, минулими хірургічними втручаннями та іншими критеріями. Використовувалася техніка мультиспіральної КТ лицевого черепа, а дані аналізувались за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Виміряно 12 кутів та 4 відстані, що характеризували сагітальні та вертикальні параметри щелепи, а також 11 відстаней, що характеризували трансверзальні параметри обличчя. Пацієнтів розділено на 2 групи за значенням кута ANB: II скелетний клас ( $ANB \geq 4^\circ$ ) та III скелетний клас ( $ANB \leq 0^\circ$ ). Референтні точки та площини були визначені для подальшого цефалометричного аналізу. Статистичний аналіз та визначення кореляційних зв'язків між вказаними параметрами проводився за допомогою SPSS Statistics v.22.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Дослідження включало 100 пацієнтів зі скелетними аномаліями прикусу, серед яких 38 % чоловіків із віковим діапазоном від 18 до 40 років. 32 % пацієнтів належали до III скелетного класу, а 68 % – до II класу. Аналіз продемонстрував, що вертикальний тип росту був більше характерний для III класу, а горизонтальний – для II класу. Поширеність різних типів прикусу, зокрема відкритий і глибокий прикус, також варіювалася залежно від класу. Трансверзальні виміри показали зв'язок між шириною щелеп і типом сагітальної аномалії, а статистичний аналіз підтвердив ці зв'язки. Дослідження визначає важливість оцінки параметрів росту, розвитку та оклюзії обличчя в ортодон-

тії. Результати аналізу показують, що сагітальні порушення можуть бути пов'язані з величиною ТД. До того ж виявлено, що оцінка трансверзальних параметрів вимагає комплексного підходу, що включає різні рівні вимірювань, і виявлені кореляції між різними параметрами обличчя.

**Висновки.** Впровадження методів КТ-діагностики і 3D-цефалометрії суттєво збільшило можливості комплексної оцінки складних типів аномалій і деформацій прикусу. В дорослих зі скелетними сагітальними аномаліями прикусу, які потребували хірургічного лікування, перехресний прикус зустрічався в 21 % випадків. Непрямі ознаки трансверзального дефіциту були виявлені у 74 % випадків, незалежно від скелетного класу. Адекватна оцінка трансверзального дефіциту ВЩ вимагає використання 3D-цефалометрії для вимірювань на різних рівнях та їх зіставлення із шириною нижньої щелепи та середньої зони обличчя.

**Вступ.** Розповсюдження трансверзального дефіциту (ТД) верхньої щелепи (ВЩ) у популяції визначають на рівні 8–23 % [1–8]. Клінічні ознаки даної аномалії включають невідповідність верхнього і нижнього зубних рядів, що, як правило (але не обов'язково), асоційовану із формуванням одностороннього чи двостороннього перехресного прикусу в бокових ділянках, скупчення і протрузію зубів, звуження носової порожнини, порушення носового дихання, широкі «щічні коридори», ушкодження пародонта і дисфункцію м'язів обличчя [9, 10]. При цьому ТД ВЩ може виступати як самостійна патологія, але частіше поєднується з іншими формами аномалій зубощелепної системи. У пацієнтів дорослого віку, які звертаються для проведення ортогнатичних втручань із приводу аномалій II та III класів, за даними літератури, в абсолютній більшості випадків наявний ТД [11].

Основними етіологічними чинниками виникнення ТД ВЩ вважають порушення м'язової функції, шкідливі звички (наприклад, смоктання великого пальця), аномалії розташування язика, ятрогенні чинники (наприклад, хірургічне лікування вроджених незрощень верхньої губи та піднебіння), а також наслідки перенесених травм. Значною мірою на формування ВЩ по трансверзалі впливають порушення носового дихання і захворювання верхніх дихальних шляхів у дитячому віці, генетичні та спадкові чинники. ТД є проявом низки краніофасціальних синдромів (дизостозів), поєднується із вродженими незрощеннями обличчя, верхньої губи та піднебіння, а також може бути пов'язаним із поліморфізмом P561T в гені GHR, відповідальним за синтез рецепторів до гормону росту (цей поліморфізм зумовлює також розвиток аномалій III класу за Енглеєм) [12–14].

Вищенаведені етіологічні чинники є спільними для ТД ВЩ і сагітальних та/або вертикальних форм скелетних аномалій прикусу, крім того, між цими патологіями існує і тісний патогенетичний зв'язок. Відомо, що позиція нижніх зубів і формування нижнього зубного ряду залежать від морфології ВЩ більшою мірою, ніж від розмірів і форми власне нижньої щелепи (НЩ) [15]. При звуженні ВЩ нижні перші моляри прорізуються і встановлюються у більш язиковому положенні та нахилі, що порушує ріст і розвиток кістки та, надалі, визначає зміни усього нижнього зубного ряду. На думку McNamara, більшість аномалій II класу в пацієнтів у змінному періоді прикусу асоційовані зі звуженням ВЩ, що блокує ріст і переміщення НЩ. В осіб із аномаліями III класу за Енглеєм, скелетна ретрузія і звуження ВЩ також наявні у більш ніж половини хворих [16–22].

На сьогодні накопичений значний позитивний досвід корекції сагітальних аномалій прикусу в дитячому віці із застосуванням техніки швидкого розширення ВЩ (rapid maxillary expansion, RME). В окремих випадках воно само по собі забезпечує спонтанну корекцію наявної сагітальної аномалії. У пацієнтів дорослого віку розширення ВЩ ортодонтичними, хірургічними або комбінованими методами є важливою передумовою ефективності ортогнатичних втручань через усунення блока в переміщенні кісткових фрагментів, та отримання бажаних оклюзійних співвідношень, що вірогідно позначається на стабільності досягнутих результатів. Водночас, автори зазначають, що у пацієнтів цієї категорії лікування зазвичай фокусується на сагітальному компоненті аномалії, який є більш очевидним для лікаря і пацієнта, а також є основною причиною естетичного і функціонального дискомфорту. Традиційні методи клінічної

діагностики та телерентгенографії (ТРГ) є недостатньо чутливими у визначенні ТД, особливо у випадках, коли звуження ВЩ не супроводжується формуванням перехресного прикусу в бокових відділах і носить прихований характер.

Впровадження методів КТ-діагностики та 3D-цефалометрії суттєво збільшило можливості комплексної оцінки складних типів аномалій і деформацій, зокрема при вивченні їх трансверзального компоненту. При цьому взаємозв'язки між ступенем і характером сагітальних, вертикальних і трансверзальних порушень у пацієнтів, які потребують ортогнатичної хірургії при різних типах аномалій, є практично не дослідженими. Це ускладнює визначення послідовності ортодонтичних та хірургічних заходів, вірний вибір способу розширення ВЩ та оцінку його необхідної величини [23].

Встановлення залежності між вираженням і типом скелетних форм сагітальних аномалій прикусу та величиною ТД на основі аналізу об'єктивних цефалометричних показників у зв'язку з цим набуває значної актуальності. На нашу думку, воно дозволить визначити диференційні підходи до планування комплексу ортодонтичних і хірургічних заходів, у тому числі вибору способу розширення ВЩ на етапі підготовки до ортогнатичного втручання в пацієнтів різних клінічних груп, а також оптимізувати лікувальну тактику в складних клінічних випадках.

**Метою дослідження** було вивчити взаємозв'язок між вираженням ТД ВЩ та значенням цефалометричних показників, що характеризують сагітальні параметри обличчя у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу.

В якості нульової гіпотези було прийнято припущення, що ступінь ТД у пацієнтів дорослого віку, які потребують ортогнатичної хірургії, тісно пов'язаний із типом та вираженням сагітальних аномалій.

**Матеріали і методи.** Матеріалом даного дослідження були дані мультиспіральної комп'ютерної томографії (КТ) 100 пацієнтів зі скелетними формами аномалій та деформацій щелеп, які завернулись до центру патології голови та шиї КНП КОР КОКЛ для проведення хірургічного лікування (двощелепні ортогнатичні операції за стандартним протоколом) за період з 2019 до 2023 р.

Критеріями включення були наступні: скелетні форми аномалій і деформацій лицевого черепа із наявним сагітальним компонентом (кут ANB $\leq$ 0°, або $\geq$ 4°), що супроводжувались по-

рушенням прикусу і зовнішності пацієнтів та потребували хірургічного лікування.

Критерії виключення були: вік менше ніж 16 років, хірургічні втручання, спрямовані на усунення скелетної форми аномалії в минулому, пацієнти із краніофасціальними дізостозами та анкілозами скронево-нижньощелепного суглоба ((СНЩС), змикання молярів, що відповідало I класу за Енглем, ізольовані аномалії фронтального відділу щелеп, наявність супутньої патології (пухлини, запальні процеси, наслідки раніше перенесених операцій і травм), що позначались на цефалометричних параметрах пацієнта, відмова хворого брати участь у дослідженні, неповне клініко-рентгенологічне документування випадку.

Від кожного учасника було отримано письмову інформовану згоду на участь у дослідженні. Експертизу матеріалів роботи провела комісія з біоетики Національного медичного університету імені О. О. Богомольця (протокол № 139 від 26.11.2020 р.).

З медичних карт пацієнтів було отримано інформацію про вік, стать, ортодонтичний діагноз та методи лікування, застосовані в минулому.

*Методика проведення комп'ютерної томографії (КТ)*

Усім пацієнтам для діагностики та планування ортогнатичних втручань та прехірургічної ортодонтичної підготовки було проведено мультиспіральну КТ лицевого черепа на апараті Philips 128 slice.

Параметри сканування були наступними: вольтаж 120 V, сила току 200 mAs, швидкість сканування 4,9 с, товщина зрізу 0,8–1 мм, колімація 64×0,625, зона дослідження (поле зору) FOV 250.

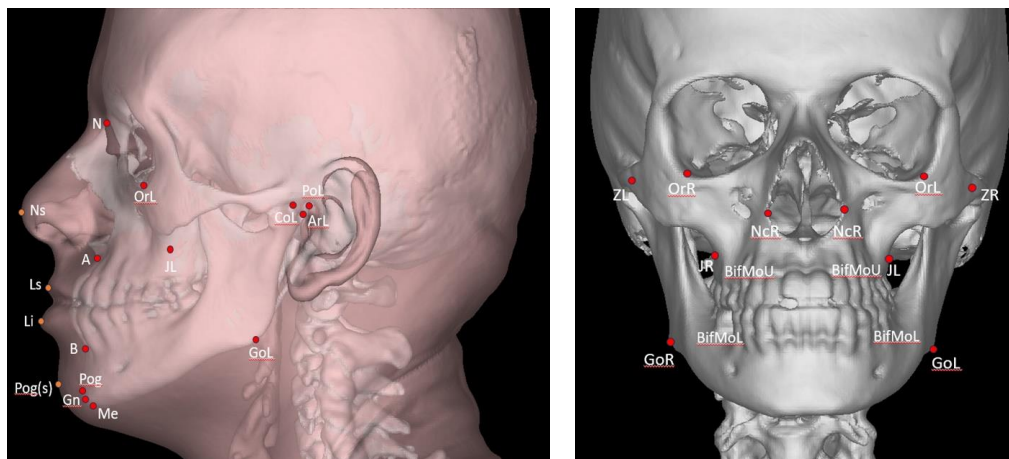
Отримані дані у вигляді файлів форматами DICOM імпортували в програмне забезпечення Proplan CMF 3.0 для подальшого аналізу. Після конвертації зображення, використовуючи кістковий та м'якотканинний режим контрастування, проводили аналіз клінічної ситуації та сегментацію зображень, використовуючи спеціальні інструменти програмних комплексів зі створенням «маски» в діапазоні, що відповідав рентгенологічній щільності кісткової тканини, м'яких тканин обличчя та зубів. За допомогою інструментів для редагування «маски» усували артефакти зображення та окремо розташовані пікселі, відокремлювали ВЩ та НЩ, після чого здійснювали побудову 3D-моделей. Природне положення голови

(natural head position) завдавали за положенням франкфуртської горизонталі FH (за умови вираженої асиметрії лицевого черепа необхідну корекцію здійснювали в ручному режимі).

*Референтні точки.* Після 3D-реконструкції на моделях було визначено наступні 27 точок

(23 кісткових та 4 м'якотканинних) (рис. 1), що відповідали важливим анатомічним орієнтирам, і які детально описані в алгоритмах 3D- та 2D-цефалометрій (табл. 1).

*Референтні площини та лінії.* Для проведення подальших розрахунків було створено



**Рис. 1.** Визначення референтних точок для проведення 3D-цефалометричного аналізу.

**Таблиця 1.** Цефалометричні точки, визначені при аналізі 3D-комп'ютерній томографії лицевого черепа у пацієнтів зі скелетними формами аномалій та деформацій прикусу (за Ф. Нетцель та К. Шульц, 2006 і G. Swennen, 2005) [24, 25]

Назва точки	Абревіатура	Визначення
Nasion	N	Точка на перетині медіанної (серединно-сагітальної) площини з носолобним швом
Sella turcica	S	Центр турецького сідла на основі черепа
Basion	Ba	Точка скату основи черепа на серединно-сагітальній площині
Orbitale	Or	Найбільш виступальна донизу точка рентгенологічної орбіти
Point A	A	Найбільш глибока точка переднього контуру альвеолярного відростка ВЩ на серединно-сагітальній площині
Point B	B	Найбільш глибока точка переднього контуру альвеолярного відростка НЩ на серединно-сагітальній площині
Pogonion	Pog	Найбільш виступальна (передня) точка підборідного виступу
Gnathion	Gn	Місце з'єднання нижнього краю НЩ і зовнішнього контуру симфізу
Menton	Me	Найнижча точка підборіддя в серединно-сагітальній площині
Articulare	Ar	Точка перетину нижнього краю основи черепа з дорсальним контуром виrostкового відростка НЩ
Porion	Po	Точка на середині верхнього краю слухового отвору
Gonion	Go	Точка, що лежить на вершині кута, утвореного нижнім краєм тіла НЩ та заднім краєм її гілки
Condylion	Co	Найвища точка виrostкового відростка НЩ
Pronasale	Ns	Найбільш виступальна точка кінчика носа
Labrum superior	Ls	Найбільш виступальна точка верхньої губи
Labrum inferior	Li	Найбільш виступальна точка нижньої губи



Назва точки	Абревіатура	Визначення
Pogonion м'яких тканин	Pog (s)	Найбільш виступальна точка м'яких тканин підборіддя
Zygomatic-maxillary juncture	J	Точка перетину вилично-верхньощелепного з'єднання із вилично-альвеолярним гребенем
Zygomatic point	Z	Основа скроневого відростка виличної кістки
Nasal cavity	Nc	Найбільш увігнута точка латерального краю грушоподібного отвору
Lower molar	Mo	Точка на дистальному щічному горбику нижнього першого моляра
Incisor superior/inferior	IsU/ IsL	Середня точка ріжучого краю верхнього/нижнього центрального різця
Apex of the upper/lower incisor	ApIsU	Верхівка центрального верхнього/нижнього різця
Molar furcation	BifMoL та BifMoU	Точка біфуркації нижніх та верхніх перших молярів відповідно
Apex of the upper molar	ApMoU	Верхівка піднебінного кореня верхнього першого моляра

наступні референтні площини та лінії: MP (mandibular plane – площина завдана точками Me, GoR та GoL), FH (франкфуртська горизонталь – площина завдана точками Po та Or), Oc (оклюзійна площина завдана точками Mo та IsU), E-line (лінія проведена між точками Ns та Pog (s)), а також лінія N-Pog.

Після цього в автоматичному режимі проводили вимірювання кутів та лінійних відстаней. Вимірювання трансверзальних параметрів проводили безпосередньо на 3D-моделі, натомість сагітальні та вертикальні виміри проводили в режимі латеральної цефалограми, проектуючи елементи тривимірного анатомічного об'єкта і реперні точки на серединно-сагітальну площину.

В режимі латеральної цефалограми визначали кути N-S-Ba, SN-FH, Oc-FH, FH-Mp, Oc-Mp, SNA, SNB, ANB, Ar-Go-Mp, S-N-Gn, кути нахилу верхніх і нижніх різців до франкфуртської горизонталі (IsU-ApIsU-FH та IsL-ApIsL-FH), а також відстані між точками N і Me, від точки Li та Ls до E-line, від точки IsL до лінії NPog (за Рікетсом). Ці параметри є відомими і широко використовуються в цефалометричному аналізі [24, 26].

Досліджені трансверзальні параметри включали прямі вимірювання на 3D-зображенні відстані між точками правої і лівої сторін CoR-CoL, GoR-GoL, JR-JL, NcR-NcL, MoR-MoL, ZR-ZL, ApMoUL-ApMoUR, BifMoUL та BifMoUR, BifMoLL-BifMoLR; крім того, вираховували відмінності між шириною НЩ та ВЩ на ділянці фуркації I моляра.

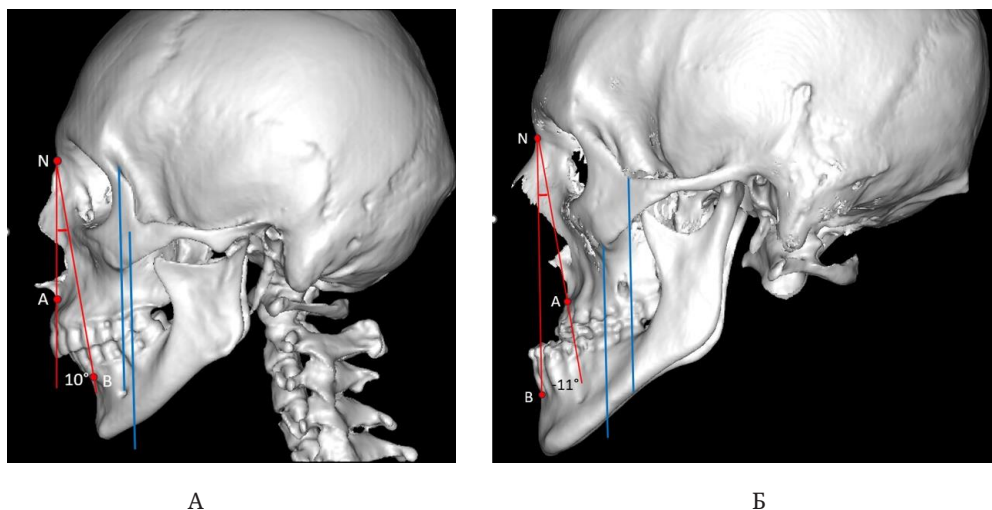
Загалом, було визначено 12 кутів та 4 відстані, що характеризували сагітальні та верти-

кальні параметри щелеп, а також 11 відстаней, які характеризували трансверзальні параметри обличчя.

На підставі клінічного та цефалометричного дослідження усіх пацієнтів поділили на 2 групи, залежно від співвідношення ВЩ і НЩ у сагітальній площині. Основним критерієм виступав кут ANB (Steiner, 1953) [27], що з урахуванням співвідношення верхніх і нижніх молярів (рис. 2), дозволяв віднести пацієнтів до скелетного класу II ( $ANB \geq 4^\circ$ ) або скелетного класу III ( $ANB \leq 0^\circ$ ). Пацієнтів із I скелетним класом ( $ANB$  від  $0$  до  $4^\circ$ ) в дослідження не включали.

#### Статистичний аналіз отриманих даних

Для визначення характеру розподілу вибірки застосовували критерій перевірки нормальності Колмогорова – Смірнова. Статистичний аналіз отриманих даних передбачав розрахунок середніх величин, середньоквадратичного відхилення і похибки середньої (для величин, що мали нормальний закон розподілу), чи медіанного значення та міжквартильного інтервалу ( $Q_I - Q_{III}$ ) у випадку закону розподілу відмінного від нормального. Для порівняння використано критерій Стьюдента чи Манна – Уїтні відповідно. При вивченні розбіжностей за показниками, що мали якісну або напівкількісну природу, використовували точний критерій Фішера або  $\chi^2$ -критерій Пірсона, з урахуванням поправки на неперервність. Для оцінки зв'язків між параметрами, що мали кількісне числове вираження, використовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмена. Статистичні розрахунки проводили в програмному середовищі SPSS Statistics v.22 (IBM SPSS, США). Критичний рівень



**Рис. 2.** Віднесення пацієнта до II (А) і III (Б) скелетного класів за значенням кута ANB та співвідношенням перших молярів.

значущості ( $p$ ) було прийнято рівним 0,05 для двосторонньої критичної ділянки.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Серед 100 пацієнтів, які увійшли в дослідження та відповідали критеріям включення і виключення, чоловіки склали 38 %, вік хворих коливався від 18 до 40 років і у середньому становив  $(30,1 \pm 5,2)$  року. 32 % хворих відносились до III скелетного класу (кут ANB в цій групі коливався від  $-1^\circ$  до  $-11^\circ$ , а в середньому становив  $-3,5 \pm 2,6^\circ$ ), 68 % хворих належали до II скелетного класу (кут ANB коливався від  $4^\circ$  до  $10^\circ$ , а в середньому становив  $5,4 \pm 1,7^\circ$ ).

При цьому 47 % пацієнтів мали вертикальний тип росту (кут Ar-Go-MP  $>130^\circ$ ), а 53 % – горизонтальний (кут Ar-Go-MP  $<130^\circ$ ). Сагітальні аномалії ускладнювались відкритим прикусом у 41% випадків (переважно III скелетний клас, або II клас I підклас за Енглеєм) і глибоким прикусом у 30 % (переважно II клас II підклас за Енглеєм). Перехресний прикус в бокових відділах

щелеп (одно чи двосторонній) було діагностовано в 21% випадків. У 74 % хворих були наявна скупченість верхніх фронтальних зубів, у 62 % скупченість нижніх фронтальних зубів, у 16 % і 18 % були наявні діастеми і тріми на фронтальних чи бокових ділянках зубних рядів ВЩ і НЩ відповідно. Поширеність трансверзальних і вертикальних аномалій при цьому залежала від типу сагітальної аномалії (скелетний клас) (табл. 2).

У пацієнтів III скелетного класу, порівняно з II класом, вірогідно частіше відзначали вертикальний тип росту (93,8 проти 25 %,  $p < 0,001$ ), відкритий прикус (75 проти 25 %,  $p < 0,001$ ) та перехресний прикус (37,5 проти 13,2 %,  $p < 0,01$ ). Глибокий прикус натомість частіше зустрічався у пацієнтів II класу (42,6 проти 3,1%,  $p < 0,001$ )

Значення основних цефалометричних параметрів у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, що відносились до II та III скелетних класів, наведені в таблицях 3, 4.

**Таблиця 2.** Характеристика аномалій прикусу в пацієнтів, включених у дослідження

Показник		II скелетний клас, n=68 (%)	III скелетний клас, n=32 (%)	p
Тип росту	Горизонтальний	51 (75)	2 (6,3)	<b>&lt;0,001</b>
	Вертикальний	17 (25)	30 (93,8)	
Ускладнення (наявність вертикальних аномалій прикусу)	Відсутні	22 (32,4)	7 (21,9)	<b>&lt;0,001</b>
	Глибокий прикус	29 (42,6)	1 (3,1)	
	Відкритий прикус	17 (25)	24 (75)	
Перехресний	Відсутній	59 (86,8)	20 (62,5)	<b>0,008</b>
	Наявний	9 (13,2)	12 (37,5)	

*Примітка.* Для порівняння використано точний критерій Фішера або критерій хі-квадрат з урахуванням поправки на неперервність.

**Таблиця 3.** Цефалометричні показники, що характеризують сагітальний та/або вертикальний тип аномалії в пацієнтів, включених у дослідження

Показник	II скелетний клас (n=68)	III скелетний клас (n=32)	p
Кут N-S-Ba	129,2±4,7	127,3±8,1	0,130
Кут SN-FH	9±3,5	8±2,9	0,190
Кут Ос-FH	10 (8,2–14,5)	9 (6–12)	<b>0,020</b>
Кут FH-Mp	30 (24,5–33,5)	30 (24–32)	0,529
Відстань N-Me, мм	118,8 (109,25–125,6)	118,6 (109,5–125,8)	0,572
Кут Ос-Mp	20,1±6,5	22,9±6,4	<b>0,043</b>
Кут SNA	80,7±4	80,8±4,2	0,911
Кут SNB	75,8±4,4	83,8±5,1	<b>&lt;0,001</b>
Кут Ar-Go-Mp	130 (125,5–135)	136 (135–136,5)	<b>&lt;0,001</b>
Кут S-N-Gn	67 (65–70)	65 (62,5–68)	0,052
Кут IsU-ApIsU-FH	112 (107–116)	112,5 (110–119)	0,476
Кут IsL-ApIsL-FH	66 (64–70)	70 (65–77,5)	<b>0,012</b>
Відстань NPog-IsL, мм	3,5±2,7	2,1±3,1	<b>0,026</b>
Відстань E-line - Li, мм	3 (1–5)	5 (3–8,5)	<b>0,001</b>
Відстань E-line - Ls, мм	2 (0,250–3)	2,5 (1–4)	0,056

**Таблиця 4.** Трансверзальні виміри у пацієнтів із різними типами сагітальних аномалій

Показник	II скелетний клас (n=68)	III скелетний клас (n=32)	p
CoR-CoL	99,2±7,8	100±6,4	0,640
GoR-GoL	91,7±6,3	91,9±6,2	0,871
JR-JL	62,5±4,7	62,3±3,4	0,837
NcR-NcL	22,8 (21,650–24,4)	22,8 (21,9–24,1)	0,988
MoR-MoL	47,4±4,2	48±4,2	0,493
ZR-ZL	116,9±6,8	116,5±6,5	0,757
BifMoUR та BifMoUL	45,2±4	44,5±3,2	0,362
ApMoUR-ApMoUL	33,85 (30–38,8)	34,2 (31,4–40,2)	0,497
BifMoLR- BifMoLL	47,45 (44,9–50,5)	50,7 (46,275–54,9)	0,098
Відмінності між шириною нижньої і верхньої щелепи на рівні біфуркації I моляра	2,4 (0–5,3)	6,3 (1,025–11,375)	0,042

Відмінності в середній величині трансверзальних параметрів у досліджених пацієнтів, залежно від наявності чи відсутності перехресного прикусу, наведені в таблиці 5.

З наведених таблиць видно, що значна частина показників латеральної цефалограми у пацієнтів II і III скелетних класів вірогідно відрізнялись, натомість лише один з трансверзальних параметрів – відмінності між шириною НЩ та ВЩ на рівні біфуркації I моляра демонстрував вірогідні відмінності (його медіанне значення виявлялось в 2,6 раза більшим у

пацієнтів III класу). Натомість, цей показник не визначав наявності перехресного прикусу в досліджених хворих. Вірогідні відмінності між пацієнтами з та без перехресного прикусу були відзначені лише для 2 трансверзальних вимірів – відстані між дистальними щічними горбиками нижніх I молярів та ширини НЩ на рівні біфуркації нижнього I моляра.

Кореляції між трансверзальними вимірами та параметрами латеральної цефалограми, що характеризували сагітальний та/або вертикальний тип аномалії, наведені в таблиці 6.

**Таблиця 5.** Трансверзальні виміри у пацієнтів із різними типами скелетних аномалій залежно від наявності чи відсутності перехресного прикусу

Показник	Перехресний прикус у бокових відділах		p
	відсутній (n=79)	наявний (n=21)	
CoR-CoL	98,9±7,6	101,7±5,8	0,120
GoR-GoL	91,1±6	94±6,7	0,057
JR-JL	62,1±4,6	63,8±3,1	0,101
NcR-NcL	22,9 (21,8–24,4)	22,7 (21,65–24,2)	0,966
MoR-MoL	47,1±3,7	49,5±5,6	<b>0,022</b>
ZR-ZL	114,6 (111,45–120,5)	118 (114–123,4)	0,090
BifMoUR- BifMoUL	43,7 (42,375–47,5)	45,3 (42,42–49,65)	0,418
ApMoUR-ApMoUL	33,2 (30,15–38,45)	38,6 (31,82–40,77)	0,052
BifMoLR- BifMoLL	47,2 (44,85–50,9)	51,1 (47,85–58,3)	<b>0,017</b>
Відмінності між шириною нижньої і верхньої щелеп на рівні біфуркації I моляра	3 (0,2–5,7)	6,45 (-0,05–11,55)	0,185

**Таблиця 6.** Кореляції між окремими трансверзальними параметрами 3D-цефалометрії та параметрами, що характеризують сагітальний та вертикальний компоненти аномалій, визначені за критерієм Спірмена

Змінні	N-Me	ANB	IsU-ApIsU-FH	IsL-ApIsL-FH	NPog-IsL	E-line - Li
II скелетний клас						
CoR-CoL	0,296	–	-0,429	–	–	–
GoR-GoL	0,481	–	–	–	–	–
MoR-MoL	–	–	–	–	–	–
ZR-ZL	0,43	–	–	–	–	–
BifMoLR- BifMoLL	0,259	–	–	–	–	–
Відмінності між шириною нижньої та верхньої щелеп	–	–	-0,281	–	–	–
III скелетний клас						
CoR-CoL	–	–	–	–	-0,558	–
GoR-GoL	0,492	-0,551	-0,404	–	-0,442	–
MoR-MoL	–	-0,376	–	–	–	–
ZR-ZL	0,402	-0,404	-0,409	0,354	–	0,391
BifMoLR- BifMoLL	0,386	-0,39	–	–	–	0,364
Відмінності між шириною нижньої і верхньої щелеп	0,393	–	–	–	–	–

*Примітка.* У таблиці вказані лише кореляції, що мали вірогідність на рівні  $p < 0,05$ .

Параметри, за якими вірогідних кореляцій виявлено не було, в таблицю не включені.

Виявлені залежності трансверзальних та сагітальних параметрів носили складний характер, найбільшу кількість вірогідних зв'язків було визначено між висотою обличчя (N-Me) та параметрами, що характеризують його ширину. Існували суттєві відмінності в характері залежностей між показниками латеральної цефалограми і трансверзальними вимірами у

пацієнтів II і III класів: так значення кута ANB демонструвало зворотну кореляцію із шириною середньої зони обличчя і шириною НЩ при III класі, й не впливало на трансверзальні показники у пацієнтів II класу.

Трансверзальні розміри ВЩ визначені на рівні вилице-альвеолярних гребенів, вершин піднебінного кореня верхніх молярів та вершини



альвеолярного гребеня на рівні I верхніх молярів, не корелювали із жодним із досліджуваних параметрів латеральної цефалограми. Крім того, кути, що визначають сагітальне положення ВЩ і НЩ відносно основи черепа (SNA, SNB), кут НЩ, нахил оклюзійної та мандибулярної площин відносно FH не виявили вірогідних кореляцій із жодним із трансверзальних вимірів.

При цьому, в цілому за вибіркою між окремими трансверзальними параметрами були наявні більш сильні, статистично вірогідні зв'язки, підтвержені кореляційним аналізом (табл. 7).

Оцінка параметрів обличчя та лицевого черепа, що характеризує його ріст, розвиток, формування профілю та оклюзії в ортодонтії є важливим елементом діагностики, планування та реалізації лікувальних стратегій, а також контролю отриманого результату на основі об'єктивних та уніфікованих критеріїв [29]. Визначення наявності й вираження ТД є важливим з точки зору адекватного і своєчасного лікування. Це є необхідною передумовою корекції супутніх сагітальних та вертикальних аномалій та деформацій, нормалізації росту щелеп та оклюзійних співвідношень у дитячому і підлітковому віці, а у дорослих пацієнтів є запорукою успішного проведення ортогнатичного втручання і досягнення стабільного в часі результату.

Відомо, що ТД ВЩ рідко виникає ізольовано: зазвичай він поєднується із вертикальними чи сагітальними аномаліями, і має з ними спільний етіопатогенез. Взаємозв'язки сагітальних аномалій II та III класів із вертикальними порушеннями росту і розвитку, а також формуванням відкритого або глибокого прикусу добре вивчені й детально описані в літературі, натомість питання взаємозв'язку між вираженням сагітальної аномалії та ТД щелеп є недостатньо вивченим. Це, зокрема, пов'язано із тим, що діагностика трансверзальних аномалій утруднена внаслідок ряду особливостей: 1) трансверзальні аномалії клінічно проявляються менш виражено, порівняно із сагітальними та вертикальними, і часто залишаються непомітними для пацієнта, 2) поєднання ТД з іншими типами аномалій утруднює об'єктивне визначення його вираження, 3) золотий стандарт діагностики та чіткі критерії визначення ТД на сьогодні відсутні. Метааналіз Savchuk et al., 2018 [30] визначив, що з позицій доказової медицини відсутні дані, необхідні для порівняння специфічності та чутливості різних методів діагностики, які б дозволили сформулювати чіткі рекомендації з даного приводу. Втім, у роботах багатьох авторів було показано, що оцінка моделей на основі індексів Pont's, Schwarz & Gratzinger, McNamara's rule of thumb, Korkhaus' index та Howe's Index не була достатньо точною

**Таблиця 7.** Кореляції між окремими трансверзальними параметрами 3D-цефалометрії у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, визначені за критерієм Спірмена

	CoR-CoL	GoR-GoL	JR-JL	NcR-NcL	MoR-MoL	ZR-ZL	BifMoUR-BifMoUL	ApMoUR-ApMoUL	BifMoLR-BifMoLL	Відмінності між шириною нижньої і верхньої щелеп
CoR-CoL	–	0,41	–	–	0,31	0,34	–	–	0,34	0,27
GoR-GoL	0,41	–	0,25	0,21	0,37	0,6	–	–	0,56	0,33
JR-JL	–	0,25	–	0,25	0,24	0,31	0,38	0,37	0,25	–
NcR-NcL	–	0,21	0,25	–	–	0,44	–	–	0,26	–
MoR-MoL	0,31	0,37	0,24	–	–	0,46	–	0,25	0,7	0,3
ZR-ZL	0,34	0,63	0,31	0,44	0,46	–	–	–	0,61	0,3
BifMoUR - BifMoUL	–	–	0,38	–	–	–	–	0,84	–	–
ApMoUR-ApMoUL	–	–	0,37	–	0,25	–	0,84	–	0,26	–
BifMoLR-BifMoLL	0,34	0,56	0,25	0,26	0,7	0,61	–	0,26	–	0,78
Відмінності між шириною нижньої і верхньої щелеп	0,27	0,33	–	–	0,3	0,3	–	–	0,78	–

для визначення реальної величини ТД [31–33]. Одна з основних проблем індексної оцінки полягала в тому, що трансверзальні виміри, прив'язані до коронок зубів, не враховували буколінгвальну інклинацію їх коренів, що може маскувати реальний скелетний дефіцит, особливо у пацієнтів, яким раніше проводили ортодонтичне лікування. Методи рентгенологічної оцінки, що дозволяють вивчати скелетний компонент деформації виявились більш надійними та відтворюваними [34].

У 1990-х роках метод фронтальної ТРГ вважався найбільш доступним і надійним додатковим методом діагностики трансверзального дефіциту. Використовуючи Ricketts Rocky Mountain Analysis [35] Betts et al. розробили метод аналізу фронтальної ТРГ, що обчислював диференціал ширини ВЩ і дозволяв чітко визначити показання до скелетного розширення [8, 36]. Водночас, відомо, що традиційні методи 2D-візуалізації мають певні обмеження, що впливають на точність визначення анатомічних орієнтирів та зумовлюють появу оператор-залежних похибок при проведенні вимірювань, крім того, горизонтальні повороти голови при проведенні дослідження суттєво позначаються на точності вимірювань [37–39]. Використання методів 3D-цефалометрії на основі даних КТ позбавлено вказаних технічних недоліків і забезпечує більшу точність, як у визначенні анатомічних орієнтирів та у вимірюванні відстаней і кутів.

Метою даного дослідження було вивчення взаємозв'язків між показниками латеральної цефалометрії та прямих трансверзальних вимірів, проведених на віртуальних 3D-моделях, створених на основі даних мультиспіральної КТ пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами сагітальних аномалій прикусу. Основним питанням, яке ставилось в роботі, було: чи існує залежність між вираженням сагітальних порушень та величиною ТД ВЩ і НЩ у пацієнтів цієї категорії.

У літературі існує всього декілька досліджень, присвячених даному питанню. Так, Н. S. Vaik, 1995; I. Tollaro, T. Vaccetti, 1996; L. Franchi, 2005 та ін. [40–42] проводили трансверзальні виміри ВЩ і НЩ у пацієнтів із різними типами сагітальних співвідношень щелеп за даними 2D-рентгенографії (латеральна та фронтальна ТРГ) та на діагностичних моделях у пацієнтів дитячого та підліткового віку. Ці дослідження продемонстрували ознаки ТД у більшості пацієнтів II класу в змінному та постійному періо-

дах прикусу [42]. У пацієнтів III класу невідповідність трансверзальних розмірів щелеп знаходила лише непряме підтвердження в роботах авторів, які застосовували швидке розширення піднебіння у поєднанні із лицевою маскою для лікування цієї патології. Тільки в одному дослідженні S. Hwang et al., 2018 автори порівнювали результати трансверзальних вимірювань при різних сагітальних співвідношеннях щелеп на основі аналізу 3D-зображень у дорослих осіб. Водночас, на етапі формування клінічних груп вони виключали тяжкі форми скелетних аномалій та пацієнтів із ознаками перехресного прикусу, концентруючись на вивченні питання «прихованих» форм ТД, які важко діагностувати клінічно. Автор встановив наявність певних взаємозв'язків між скелетним класом і сагітальними параметрами лицевого черепа та наявним ТД [23, 43]. Водночас, отримані дані не можуть бути безпосередньо екстраповані на пацієнтів із тяжкими формами скелетних аномалій прикусу, що були об'єктом даного дослідження.

Відомо, що у хворих, які потребують ортогнатичних операцій, вираження деформації нерідко є значною, прояви перехресного прикусу в бокових відділах досить поширеними, а етіопатогенетичний зв'язок між трансверзальними та сагітальними компонентами аномалії, що носять виражено патологічний характер, суттєво відрізняється від пацієнтів, яких досліджено й описано в роботі S. Hwang et al., 2018 [23]. За нашими даними, ТД у таких хворих є поширеним, а визначення його взаємозв'язків із сагітальними параметрами має не стільки діагностичне значення, скільки визначає послідовність і обсяг необхідних лікувальних заходів, у тому числі потребу в хірургічно асистованому розширенні верхньої щелепи (SARME).

Серед пацієнтів зі скелетними формами сагітальних аномалій, яких ми дослідили, частота перехресного прикусу становила 21 %, натомість прямі та непрямі ознаки невідповідності верхнього і нижнього зубних рядів (різниця між шириною НЩ і ВЩ на рівні біфуркації I моляра понад 5 мм), звуження ВЩ, скупчення і протрузію верхніх фронтальних зубів виявляли у 74 % спостережень.

На значну частку прихованих форм ТД вказує багато авторів. Нерідко у пацієнтів II і III класів (мимовільно або внаслідок проведеного ортодонтичного лікування) виникає зубоальвеолярна компенсація за рахунок нахилу та зміщення молярів та премолярів. У таких ви-

падках навіть за відсутності перехресного прикусу і забезпечення множинного фісурно-горбокового співвідношення на молярах існує значний ризик парадонтальних проблем у майбутньому, а жувальне навантаження розподіляється в неоптимальний спосіб. Усі пацієнти, які увійшли в дане дослідження, в анамнезі проходили те чи інше ортодонтичне лікування в різні вікові періоди, здебільшого спрямоване на камуфляж чинної зубоцелепної аномалії, із чим ми пов'язували велику частоту прихованих форм ТД, і низьку інформативність трансверзальних вимірів, що базувались на зубних референтних точках [44].

Ознаки перехресного прикусу та невідповідності трансверзальних розмірів ВЩ та НЩ були притаманні пацієнтам як з II, так і III класами. При цьому значення трансверзальних параметрів могли сильно варіювати в межах кожного з цих класів. З 11 вимірювань, що характеризували трансверзальні параметри обличчя, вірогідні відмінності між пацієнтами II та III класів були виявлені лише для різниці між шириною НЩ та ВЩ на рівні біфуркації I моляра. Цей параметр, який має велике прикладне значення, ми розглядали як один з основних у діагностиці трансверзальних порушень та невідповідностей.

Патогенетичні механізми формування скелетної аномалії у пацієнтів різних скелетних класів і в різних індивідуальних випадках були різними; це визначало складний характер взаємозв'язку між трансверзальними і сагітальними параметрами, виявленими при кореляційному аналізі. Так, існували суттєві відмінності в характері виявлених залежностей у пацієнтів II та III класів, що вимагало розглядати їх окремо: наприклад, значення кута ANB демонструвало зворотну кореляцію із шириною середньої зони обличчя і шириною НЩ при III класі, й не впливало на трансверзальні показники у пацієнтів II класу. Параметр NProg-IsL у пацієнтів III класу корелював із міжконділярною та міжгоніальною шириною НЩ, а відстань E-line - Li демонструвала вірогідні зв'язки із шириною альвеолярного відростка НЩ на рівні I моляра і шириною середньої зони обличчя ZR-ZL, натомість у пацієнтів II класу ці параметри виявлялись не значущими.

Найбільша кількість вірогідних зав'язків для пацієнтів обох класів була визначена між висотою обличчя (N-Me) та параметрами, що характеризують його ширину. Натомість, кути, що визначають сагітальне положення ВЩ і

НЩ відносно основи черепа (SNA, SNB), кут НЩ, нахил оклюзійної та мандибулярної площини відносно франкфуртської горизонталі не виявили вірогідних кореляцій із жодним із трансверзальних вимірів.

Трансверзальні параметри у вибірці в цілому були пов'язані між собою кореляційними зв'язками середньої сили. Так, за нашими даними, ширина НЩ на рівні біфуркації I моляра залежала як від типу сагітальної аномалії, так і від параметрів, що характеризують ширину НЩ (CoR-CoL, GoR-GoL) і ширину обличчя в цілому (ZR-ZL), крім того, вона впливала на міжмолярну відстань (MoR-MoL). Натомість, параметри, що характеризують трансверзальні розміри ВЩ у пацієнтів дослідженої серії, не корелювали із показниками латеральної цефалограми, а її ширина на ділянці основи альвеолярного відростка (ArMoUR-ArMoUL) та його вершини (BifMoLR- BifMoLL) не залежала і від ширини обличчя, визначеної за відстанями CoR-CoL, GoR-GoL ZR-ZL. Вірне уявлення про розміри ВЩ, що визначали стратегію розширення у пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу, у зв'язку з цим вимагало проведення низки вимірів на різних рівнях (основа щелепи, вершина альвеолярного відростка, міжмолярна відстань, а також їх зіставлення із шириною НЩ та середньої зони обличчя на рівні вилиць та/або орбіт.

Необхідно зазначити, що важливим негативним наслідком ТД ВЩ є звуження носової порожнини, що супроводжується порушеннями носового дихання і може сприяти розвитку синдрому обструктивного апное уві сні [9, 10]. Ми відзначили, що відстань NcR-NcL, яка визначає ширину грушоподібного отвору, була вірогідно пов'язана як із шириною середньої зони обличчя (відстань ZR-ZL), так і з шириною тіла ВЩ (відстань JR-JL), водночас, вона не була пов'язана з жодним із сагітальних чи вертикальних параметрів, які досліджували.

**Висновки.** 1. У пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами сагітальних аномалій прикусу, що потребують хірургічного лікування, перехресний прикус у ділянках бокових зубів зустрічається в 21 % випадків, натомість, непрямі ознаки ТД і невідповідності ширини верхньої і нижньої зубних дуг сягають 74 % і притаманні як пацієнтам із II, так і з III класами.

2. Сагітальні, трансверзальні та вертикальні компоненти скелетних аномалій прикусу пов'язані між собою і взаємно зумовлюють одна одну. При цьому існують суттєві відмінності в

характері кореляційних залежностей між трансверзальними і сагітальними параметрами пацієнтів II і III класів: так, кут ANB, що визначав тип сагітальної аномалії, демонстрував зворотню кореляцією із шириною середньої зони обличчя і шириною НЩ при III класі, й не впливав на трансверзальні показники у пацієнтів II класу. Найбільша кількість вірогідних зав'язків для пацієнтів обох класів була визначена між висотою обличчя (N-Me) та параметрами, що характеризують його ширину. Натомість, кути, що визначають сагітальне положення ВЩ і НЩ відносно основи черепа (SNA, SNB), кут НЩ, нахил оклюзійної та мандибулярної площин відносно франкфуртської горизонталі не виявили вірогідних кореляцій із жодним із трансверзальних вимірів.

3. Ширина НЩ на рівні біфуркації I моляра вірогідно залежала як від типу сагітальної ано-

малії, так і від параметрів, що характеризують ширину НЩ і обличчя в цілому. Параметри, що характеризують трансверзальні розміри ВЩ у пацієнтів дослідженої серії, навпаки, не корелювали із показниками латеральної цефалограми, а її ширина на ділянці основи альвеолярного відростка (ArMoUR-ArMoUL) та його вершини (BifMoLR- BifMoLL) не залежала і від ширини обличчя, визначеної за відстанями CoR-CoL, GoR-GoL та ZR-ZL.

4. Вірне уявлення про величину ТД ВЩ, що визначає стратегію розширення у пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу, вимагає проведення 3D-цефалометрії із здійсненням вимірів її ширини на різних рівнях (основа щелепи, вершина альвеолярного відростка, міжмолярна відстань) а також їх зіставлення із шириною НЩ та середньої зони обличчя на рівні вилиць та/або орбіт.

©М. М. Stoliarchuk, А. V. Kopchak

Bogomolets National Medical University, Kyiv

## Interrelation of sagittal cephalometric parameters with the severity of transverse deficit in patients with skeletal forms of malocclusion

**Summary.** Transverse deficiency (TD) of the maxilla (TM) is often combined with sagittal malocclusion, but its influence on orthognathic treatment planning is not well understood. Modern studies show a link between transverse and sagittal anomalies, which requires an integrated approach to diagnosis and treatment.

**The aim of the study** – to analyze the relationship between transverse maxillary deficiency and sagittal facial parameters in adult patients requiring orthognathic surgery due to skeletal malocclusion. It is assumed that the severity of the transverse deficit has a significant relationship with the type and degree of sagittal anomalies.

**Materials and Methods.** This study is based on the analysis of multislice computed tomography data of patients with skeletal forms of jaw anomalies that required surgical treatment. Inclusion in the study was determined by the presence of skeletal forms of cranial anomalies with a sagittal component, exclusion - by age less than 16 years, previous surgical interventions, and other criteria. The technique of multislice CT of the facial skull was used, and the data were analyzed using specialized software. We measured 12 angles and 4 distances characterizing the sagittal and vertical parameters of the jaw, as well as 11 distances characterizing the transverse parameters of the face. Patients were divided into 2 groups according to the ANB angle: Skeletal class II (ANB  $\geq 4^\circ$ ) and skeletal class III (ANB  $\leq 0^\circ$ ). Reference points and planes were determined for further cephalometric analysis. Statistical analysis was performed using SPSS Statistics v.22.

**Results and Discussion.** This study included 100 patients with skeletal malocclusion, including 38 % of men, with an age range of 18 to 40 years. Among them, 32 % belonged to skeletal class III, and 68 % to class II. The analysis showed that the vertical type of growth was more typical for class III, and the horizontal type – for class II. The prevalence of different types of bite, including open and deep bite, also varied by class. Transverse measurements showed a relationship between jaw width and type of sagittal anomaly, and statistical analysis confirmed these relationships. The study highlights the importance of assessing facial growth, development, and occlusion parameters in orthodontics. The analysis shows that sagittal abnormalities can be associated with the size of the TD. In addition, it was found that the assessment of transverse parameters requires a comprehensive approach that includes different levels of measurement, and correlations between different facial parameters were found.



**Conclusions.** The introduction of CT diagnostic methods and 3-D cephalometry has significantly increased the possibilities of a comprehensive assessment of complex types of malocclusion anomalies and deformities. In adults with skeletal sagittal malocclusion requiring surgical treatment, crossbite was found in 21 % of cases. Indirect signs of transverse deficiency were found in 74 % of cases, regardless of skeletal class. An adequate assessment of the maxillary transverse deficit requires the use of 3-D cephalometry to measure at different levels and compare them with the width of the mandible and midface.

**Key words:** transverse deficit; skeletal malocclusion; facial defects and deformities; orthognathic surgery; 3D-cephalometry; computed tomography.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Kisling E. Occlusal interferences in the primary dentition / E. Kisling // *ASDC J. Dent. Child.* – 1981. – Vol. 48, No. 3. – P. 181–191.
- Posterior crossbite-treatment and stability / R. R. Almeida, M. R. Almeida, P. V. Oltramari-Navarro [et al.] // *J. Appl. Oral Sci.* – 2012. – Vol. 20, No. 2. – P. 286–294. DOI: 10.1590/s1678-77572012000200026.
- Day A. J. An investigation into the prevalence of molar crossbite and some associated aetiological conditions / A. J. Day, T. D. Foster // *Dent. Pract. Dent. Rec.* – 1971. – Vol. 21, No. 11. – P. 402–410.
- Marshall-Smith syndrome: natural history and evidence of an osteochondrodysplasia with connective tissue abnormalities / M. P. Adam, R. C. Hennekam, L. D. Keppen [et al.] // *Am. J. Med. Genet. A.* – 2005. – Vol. 137, No. 2. – P. 117–124. DOI: 10.1002/ajmg.a.30580.
- A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of crano-mandibular disorders in children and adolescents / I. Egermark-Eriksson, G. E. Carlsson, T. Magnusson [et al.] // *Eur. J. Orthod.* – 1990. – Vol. 12, No. 4. – P. 399–407. DOI: 10.1093/ejo/12.4.399.
- Brunelle J. A. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991 / J. A. Brunelle, M. Bhat, J. A. Lipton // *J. Dent. Res.* – 1996. – Vol. 75. – P. 706–713. DOI: 10.1177/002203459607502S10.
- Kurol J. Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition / J. Kurol, L. Berglund // *Eur. J. Orthod.* – 1992. – Vol. 14, No. 3. – P. 173–179. DOI: 10.1093/ejo/14.3.173.
- Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency / N. J. Betts, R. L. Vanarsdall, H. D. Barber [et al.] // *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.* – 1995. – Vol. 10, No. 2. – P. 75–96. PMID: 9082002.
- Alexander N. S. Pediatric obstructive sleep apnea syndrome / N. S. Alexander, J. W. Schroeder Jr. // *Pediatr. Clin. North Am.* – 2013. – Vol. 60, No. 4. – P. 827–840. DOI: 10.1016/j.pcl.2013.04.009. PMID: 23905822.
- Vidya V. S. Rapid maxillary expansion as a standard treatment for obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review / V. S. Vidya, F. A. Sumathi // *J. Dental Med. Sci.* – 2015. – No. 14. – P. 51–55.
- Proffit W. R. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability / W. R. Proffit, T. A. Turvey, C. Phillips // *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.* – 1996. – Vol. 11, No. 3. – P. 191–204.
- da Silva Filho O. G. Epidemiology of posterior cross-bite in the primary dentition / O. G. da Silva Filho, M. Jr Santamaria, L. Capelozza Filho // *J. Clin. Pediatr. Dent.* – 2007. – Vol. 32, No.1. – P. 73–78. DOI: 10.17796/jcpd.32.1.h53g027713432102.
- Palatal surface and volume in mouth-breathing subjects evaluated with three-dimensional analysis of digital dental casts-a controlled study / R. Lione, L. Franchi, L. T. Huanca Ghislanzoni [et al.] // *Eur. J. Orthod.* – 2015. – Vol. 37, No. 1. – P. 101–104. DOI: 10.1093/ejo/cju018.
- Bayram S. Relationship between P561T and C422F polymorphisms in growth hormone receptor gene and mandibular prognathism / S. Bayram, F. A. Basciftci, E. Kurar // *The Angle orthodontist.* – 2014. – Vol. 84, No. 5. – P. 803–809. – Access mode: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24654940/>. DOI: 10.2319/091713-680.1.
- McNamara J. A. Prospective survey of percutaneous injuries in orthodontic assistants / J. A. McNamara Jr, R. A. Bagramian // *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* – 1999. – Vol. 115, No. 1. – P. 72–76. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70318-5.
- Toth L. R. Treatment effects produced by the twin-block appliance and the FR-2 appliance of Fränkel compared with an untreated Class II sample / L. R. Toth, J. A. McNamara Jr. // *Am. J. Orthod Dentofacial. Orthop.* – 1999. – Vol. 116, No. 6. – P. 597–609. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70193-9. PMID: 10587592.
- Singh G. D. Allometry of the cranial base in prepubertal Korean subjects with class III malocclusions: finite element morphometry / G. D. Singh, J. A. McNamara Jr, S. Lozanoff // *Angle Orthod.* – 1999. – Vol. 69, No. 6. – P. 507–514. DOI: 10.1043/0003-3219(1999)069<0507:AOTCBI>2.3.CO;2.
- Franchi L. Treatment and posttreatment effects of acrylic splint Herbst appliance therapy / L. Franchi, T. Baccetti, J. A. McNamara Jr. // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 1999. – Vol. 115, No. 4. – P. 429–438. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70264-7. PMID: 10194289.
- West K. S. Changes in the craniofacial complex from adolescence to midadulthood: a cephalometric study / K. S. West, J. A. McNamara Jr. // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 1999. – Vol. 115, No. 5. – P. 521–532. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70274-x. PMID: 10229884.
- Baccetti T. Thin-plate spline analysis of treatment effects of rapid maxillary expansion and face mask therapy in early Class III malocclusions / T. Baccetti, L. Franchi, J. A. McNamara Jr. // *Eur. J. Orthod.* – 1999. – Vol. 21, No. 3. – P. 275–281. DOI: 10.1093/ejo/21.3.275. PMID: 10407536.
- Singh G. D. Soft tissue thin-plate spline analysis of pre-pubertal Korean and European-Americans with

- untreated Angle's Class III malocclusions / G. D. Singh, J. A. McNamara Jr, S. Lozanoff // *J. Craniofac. Genet. Dev. Biol.* – 1999. – Vol. 19, No. 2. – P. 94–101. PMID: 10416152.
22. Singh G. D. Finite-element morphometry of soft tissues in prepubertal Korean and European-Americans with Class III malocclusions / G. D. Singh, J. A. McNamara Jr, S. Lozanoff // *Arch. Oral Biol.* – 1999. – Vol. 44, No. 5. – P. 429–436. DOI: 10.1016/s0003-9969(99)00012-6. PMID: 10391501.
23. Three-dimensional evaluation of dentofacial transverse widths in adults with different sagittal facial patterns / S. Hwang, J. Song, J. Lee [et al.] // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 2018. – Vol. 154, No. 3. – P. 365–374. DOI: 10.1016/j.ajodo.2017.11.041. PMID: 30173839.
24. Нетцель Ф. Практичний посібник з ортодонтичної діагностики : пер. з нім. / Ф. Нетцель К. Шульц, – Львів : Галдент, 2006. – 176 с.
25. Three dimensional cephalometry: a color atlas and manual / G. R. Swennen, F. A. Schutyser, J. E. Hausamen. – Berlin : Springer, 2005. – 366 p.
26. 3D Virtual Treatment Planning of Orthognathic Surgery: A Step-by-Step Approach for Orthodontists and Surgeons / G. R. Swennen. – Berlin, Heidelberg : Springer, 2017. – 568 p.
27. Steiner M. M. Galactosemia and galactosuria / M. M. Steiner // *Am. J. Ophthalmol.* – 1953. – Vol. 36, No. 6 (1). – P. 841–843. PMID: 13050678.
28. The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health / J. A. McNamara Jr, R. Lione, L. Franchi [et al.] // *Prog. Orthod.* – 2015. – Vol. 16, No. 33. DOI: 10.1186/s40510-015-0105-x.
29. Alvaran N. Maxillary and mandibular arch widths of Colombians / N. Alvaran, S. I. Roldan, P. H. Buschang // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 2009. – Vol. 135, No. 5. – P. 649–656. DOI: 10.1016/j.ajodo.2007.05.023. PMID: 19409348.
30. Savchuk V. K. Meta-analysis as a way to increase the evidence of research results / V. K. Savchuk, P. K. Gaki // *Scientific Bulletin of the National University of Biore-sources and Nature Management of Ukraine.* – 2018. – No. 290. – P. 236–243.
31. Dalidjan M. Prediction of dental arch development: an assessment of Pont's Index in three human populations / M. Dalidjan, W. Sampson, G. Townsend // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 1995. – Vol. 107, No. 5. – P. 465–475. DOI: 10.1016/s0889-5406(95)70113-3.
32. Nimkarn Y. Reliability of computer-generated cephalometrics / Y. Nimkarn, P. G. Miles // *Int. J. Adult Orthodon Orthognath Surg.* – 1995. – Vol. 10, No. 1. – P. 43–52. PMID: 9081992.
33. The maxillary arch and its relationship to cephalometric landmarks of selected malay ethnic group / K. M. Thu, T. Winn, N. Abdullah [et al.] // *Malays. J. Med. Sci.* – 2005. – Vol. 12, No. 1. – P. 29–38.
34. Three-dimensional cephalometric superimposition of the nasomaxillary complex / G. Lemieux, J. P. Carey, C. Flores-Mir [et al.] // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 2014. – Vol. 146, No. 6. – P. 758–764. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.08.014.
35. Ricketts R. M. Rocky Mountain Data Systems. Orthodontic Diagnosis and Planning: Their Roles in Preventive and Rehabilitative Dentistry. Vol. 2. / R. M. Ricketts. – Rocky Mountain. Orthodontics: [s.n.], 1982. – 472 p.
36. Graber L. W. Orthodontics : current principles & techniques / L. W. Graber, R. L. Vanarsdall, K.W. L. Vig. – Philadelphia PA : Elsevier, Mosby, 2012
37. Ovsenik M. Assessment of malocclusion in the permanent dentition: reliability of intraoral measurements / M. Ovsenik // *Eur. J. Orthod.* – 2007. – Vol. 29, No. 6. – P. 654–659. DOI: 10.1093/ejo/cjm084.
38. Surgically assisted rapid maxillary expansion: cone-beam computed tomography evaluation of different surgical techniques and their effects on the maxillary dentoskeletal complex / A. Sygouros, M. Motro, F. Ugurlu, A. Acar // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 2014. – Vol. 146, No. 6. – P. 748–757. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.08.013.
39. Reliability of linear and angular dental measurements with the OrthoMechanics Sequential Analyzer / S. Talaat, A. Kaboudan, H. Breuning [et al.] // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 2015. – Vol. 14, No. 2. – P. 264–269. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.07.027.
40. Baik H. S. Clinical results of the maxillary protraction in Korean children / H. S. Baik // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 1995. – Vol. 108, No. 6. – P. 583–592. DOI: 10.1016/s0889-5406(95)70003-x.
41. Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase / I. Tollaro, T. Baccetti, L. Franchi, C. D. Tanasescu // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 1996. – Vol. 110, No. 4. – P. 417–422. DOI: 10.1016/s0889-5406(96)70045-8.
42. Franchi L. Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films / L. Franchi, T. Baccetti // *Orthod. Craniofac. Res.* – 2005. – Vol. 8, No. 1. – P. 21–28. DOI: 10.1111/j.1601-6343.2004.00312.x.
43. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images / N. Zamora, J. M. Llamas, R. Cibrián [et al.] // *Angle Orthod.* – 2011. – Vol. 81, No. 5. – P. 856–864. DOI: 10.2319/121210-717.1.

## REFERENCES

1. Kisling, E. (1981). Occlusal interferences in the primary dentition. *ASDC J. Dent. Child*, 48(3), 181-191.
2. Almeida, R.R., Almeida, M.R., Oltramari-Navarro, P.V., Conti, A.C., Navarro, R. de L., & Marques, H.V. (2012). Posterior crossbite-treatment and stability. *J. Appl. Oral Sci.*, 20(2), 286-294. DOI: 10.1590/s1678-77572012000200026.
3. Day, A.J., & Foster, T.D. (1971). An investigation into the prevalence of molar crossbite and some associated aetiological conditions. *Dent. Pract. Dent. Rec.*, 21(11), 402-410.
4. Adam, M.P., Hennekam, R.C., Keppen, L.D., Bull, M.J., Clericuzio, C.L., Burke, L.W., Ormond, K.E., & Hoyme, E.H. (2005). Marshall-Smith syndrome: natural history and evidence of an osteochondrodysplasia with connective tissue abnormalities. *Am. J. Med. Genet. A.*, 137(2), 117-124. DOI: 10.1002/ajmg.a.30580.
5. Egermark-Eriksson, I., Carlsson, G.E., Magnusson, T., & Thilander, B. (1990). A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents. *Eur. J. Orthod.*, 12(4), 399-407. DOI: 10.1093/ejo/12.4.399.
6. Brunelle, J.A., Bhat, M., & Lipton, J.A. (1996). Prevalence and distribution of selected occlusal character-

- istics in the US population, 1988-1991. *J. Dent. Res.*, 75, 706-713. DOI: 10.1177/002203459607502S10.
7. Kuroi, J., & Berglund, L. (1992). Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. *Eur. J. Orthod.*, 14(3), 173-179. DOI: 10.1093/ejo/14.3.173.
8. Betts, N.J., Vanarsdall, R.L., Barber, H.D., Higgins-Barber, K., & Fonseca, R.J. (1995). Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int. J. Adult. Orthodon. Orthognath. Surg.*, 10(2), 75-96. PMID: 9082002.
9. Alexander, N.S., & Schroeder, J.W. Jr. (2013). Pediatric obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatr. Clin. North Am.*, 60(4), 827-840. DOI: 10.1016/j.pcl.2013.04.009. PMID: 23905822.
10. Vidya, V.S., & Sumathi, F.A. (2015). Rapid maxillary expansion as a standard treatment for obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review. *J. Dental. Med. Sci.*, 14, 51-55.
11. Proffit, W.R., Turvey, T.A., & Phillips, C. (1996). Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int. J. Adult. Orthodon. Orthognath. Surg.*, 11(3), 191-204. PMID: 9456622.
12. da Silva Filho, O.G., Santamaria, M. Jr, & Capelozza Filho, L. (2007). Epidemiology of posterior crossbite in the primary dentition. *J. Clin. Pediatr. Dent.*, 32(1), 73-78. DOI: 10.17796/jcpd.32.1.h53g027713432102.
13. Lione, R., Franchi, L., Huanca Ghislanzoni, L.T., Primozic, J., Buongiorno, M., & Cozza, P. (2015). Palatal surface and volume in mouth-breathing subjects evaluated with three-dimensional analysis of digital dental casts—a controlled study. *Eur. J. Orthod.*, 37(1), 101-104. DOI: 10.1093/ejo/eju018.
14. Bayram, S., Basciftci, F.A., & Kurar, E. (2014). Relationship between P561T and C422F polymorphisms in growth hormone receptor gene and mandibular prognathism. *The Angle orthodontist*, 84(5), 803-809. DOI: 10.2319/091713-680.1 Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24654940/>.
15. McNamara, J.A. Jr. & Bagramian, R.A. (1999). Prospective survey of percutaneous injuries in orthodontic assistants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 115(1), 72-76. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70318-5.
16. Toth, L.R., & McNamara, J.A. Jr. (1999). Treatment effects produced by the twin-block appliance and the FR-2 appliance of Fränkel compared with an untreated Class II sample. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 116(6), 597-609. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70193-9. PMID: 10587592.
17. Singh, G.D., McNamara, J.A. Jr., & Lozanoff, S. (1999). Allometry of the cranial base in prepubertal Korean subjects with class III malocclusions: finite element morphometry. *Angle Orthod.*, 69(6), 507-514. DOI: 10.1043/0003-3219(1999)069<0507:AOTCBI>2.3.CO;2.
18. Franchi, L., Baccetti, T., & McNamara, J.A. Jr. (1999). Treatment and posttreatment effects of acrylic splint Herbst appliance therapy. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 115(4), 429-438. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70264-7. PMID: 10194289.
19. West, K.S., & McNamara, J.A. Jr. (1999). Changes in the craniofacial complex from adolescence to midadulthood: a cephalometric study. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 115(5), 521-532. DOI: 10.1016/s0889-5406(99)70274-x. PMID: 10229884.
20. Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J.A. Jr. (1999). Thin-plate spline analysis of treatment effects of rapid maxillary expansion and face mask therapy in early Class III malocclusions. *Eur. J. Orthod.*, 21(3), 275-281. DOI: 10.1093/ejo/21.3.275. PMID: 10407536.
21. Singh, G.D., McNamara, J.A. Jr., & Lozanoff, S. (1999). Soft tissue thin-plate spline analysis of pre-pubertal Korean and European-Americans with untreated Angle's Class III malocclusions. *J. Craniofac. Genet. Dev. Biol.*, 19(2), 94-101. PMID: 10416152.
22. Singh, G.D., McNamara, J.A. Jr., & Lozanoff, S. (1999). Finite-element morphometry of soft tissues in prepubertal Korean and European-Americans with Class III malocclusions. *Arch. Oral Biol.*, 44(5), 429-436. DOI: 10.1016/s0003-9969(99)00012-6. PMID: 10391501.
23. Hwang, S., Song, J., Lee, J., Choi, Y.J., Chung, C.J., & Kim, K.H. (2018). Three-dimensional evaluation of dentofacial transverse widths in adults with different sagittal facial patterns. *Am J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 154(3), 365-374. DOI: 10.1016/j.ajodo.2017.11.041. PMID: 30173839.
24. Netzel, F., & Schultz, K. (2006). *Praktychnyi posibnyk z ortodontychnoi diahnostyky [Practical manual on orthodontic diagnostics]*. Lviv: Haldent. [in Ukrainian].
25. Swennen, G.R., Schutyser, F.A., & Hausamen, J.E. (eds). (2005). *Three dimensional cephalometry: a color atlas and manual*. Berlin: Springer.
26. Swennen, G.R. (ed.). (2017). *3D Virtual Treatment Planning of Orthognathic Surgery: A Step-by-Step Approach for Orthodontists and Surgeons*. Berlin, Heidelberg: Springer.
27. Steiner, M.M. (1953). Galactosemia and galactosuria. *Am. J. Ophthalmol.*, 36(6 1), 841-843, 852-853. PMID: 13050678.
28. McNamara, J.A. Jr, Lione, R., Franchi, L., Angelieri, F., Cevidanes, L.H. Darendeliler, M.A., & Cozza P. (2015). The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health. *Prog. Orthod.*, 16, 33. DOI: 10.1186/s40510-015-0105-x.
29. Alvaran, N., Roldan, S.I., & Buschang, P.H. (2009). Maxillary and mandibular arch widths of Colombians. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 135(5), 649-656. DOI: 10.1016/j.ajodo.2007.05.023. PMID: 19409348.
30. Savchuk, V.K., & Gaki, P.K. (2018). Meta-analysis as a way to increase the evidence of research results. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*, 290, 236-243.
31. Dalidjan, M., Sampson, W., & Townsend, G. (1995). Prediction of dental arch development: an assessment of Pont's Index in three human populations. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 107(5), 465-475. DOI: 10.1016/s0889-5406(95)70113-3.
32. Nimkarn, Y., & Miles, P.G. (1995). Reliability of computer-generated cephalometrics. *Int. J. Adult. Orthodon. Orthognath. Surg.*, 10(1), 43-52. PMID: 9081992.
33. Thu, K.M., Winn, T., Abdullah, N., Jayasinghe, J.A., & Chandima, G.L. (2005). The maxillary arch and its relationship to cephalometric landmarks of selected malay ethnic group. *Malays. J. Med. Sci.*, 12(1), 29-38.
34. Lemieux, G., Carey, J.P., Flores-Mir, C., Secanell, M., Hart, A., Dietrich, N., & Lagravère-Vich, M.O. (2014). Three-dimensional cephalometric superimposition of the nasomaxillary complex. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 146(6), 758-764. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.08.014.

35. Ricketts, R.M. (1982). *Rocky Mountain Data Systems. Orthodontic Diagnosis and Planning: Their Roles in Preventive and Rehabilitative Dentistry. Vol. 2.* Rocky Mountain. Orthodontics, 472 p.
36. Graber, L.W., Vanarsdall, R.L., & Vig, K.W.L. (2012). *Orthodontics: current principles & techniques. 5th ed.* Philadelphia PA: Elsevier, Mosby.
37. Ovsenik, M. (2007). Assessment of malocclusion in the permanent dentition: reliability of intraoral measurements. *Eur. J. Orthod.*, 29(6), 54-659. DOI: 10.1093/ejo/cjm084.
38. Sygouros, A., Motro, M., Ugurlu, F., & Acar, A. (2014). Surgically assisted rapid maxillary expansion: cone-beam computed tomography evaluation of different surgical techniques and their effects on the maxillary dentoskeletal complex. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 146(6), 748-757. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.08.013.
39. Talaat, S., Kaboudan, A., Breuning, H., Ragy, N., Elshebiny, T., Kula, K., & Ghoneima A. (2015). Reliability of linear and angular dental measurements with the OrthoMechanics Sequential Analyzer. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 147(2), 264-269. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.07.027.
40. Baik, H.S. (1995). Clinical results of the maxillary protraction in Korean children. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 108(6), 583-592. DOI: 10.1016/s0889-5406(95)70003-x.
41. Tollaro, I., Baccetti, T., Franchi, L., & Tanasescu, C.D. (1996). Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 110(4), 417-422. DOI: 10.1016/s0889-5406(96)70045-8.
42. Franchi, L. & Baccetti, T. (2005). Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. *Orthod. Craniofac. Res.*, 8(1), 21-28. DOI: 10.1111/j.1601-6343.2004.00312.x.
43. Zamora, N., Llamas, J.M., Cibrián, R., Gandia, J.L., & Paredes, V. (2011). Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *Angle Orthod.*, 81(5), 856-864. DOI: 10.2319/121210-717.1.