ОГЛЯДИ

УДК 616.314-089.23:616.716.1
DOI https://doi.org/10.35220/2523-420X/2026.3.16

С.М. Григоров,
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії,
Харківський національний медичний університет
проспект Науки, 4, Харків, Україна, індекс 61000
sm.hryhorov@knmu.edu.ua,
https://orcid.org/0000-0001-9527-8408

О.О. Любченко,
аспірант кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії,
Харківський національний медичний університет
проспект Науки, 4, Харків, Україна, індекс 61000
alexsven7@gmail.com,
https://orcid.org/0009-0004-2591-4965

ТРАНСВЕРЗАЛЬНІ ПОРУШЕННЯ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ У ДОРОСЛИХ ПАЦІЄНТІВ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Ціль роботи. *Трансверзальна недостатність верхньої щелепи у дорослих є складною скелетно-дентоальвеолярною патологією, діагностика та вибір оптимального методу лікування якої залишаються актуальними проблемами сучасної ортодонтії.* ***Матеріали та методи****. Проведено огляд наукової літератури за 2016–2026 роки у базах PubMed/MEDLINE та Google Scholar. До аналізу включали систематичні огляди, метааналізи та клінічні дослідження, присвячені діагностиці трансверзального дефіциту верхньої щелепи, застосуванню мініімплант-асистованого та хірургічно асистованого розширення у дорослих.* ***Результати****. Встановлено, що клінічні прояви трансверзальної недостатності можуть частково маскуватися зубоальвеолярною компенсацією, тому відсутність заднього перехресного прикусу не виключає наявності скелетного дефіциту. Традиційні вимірювання на моделях характеризують переважно ширину зубної дуги та не дозволяють достатньо надійно диференціювати скелетний і зубоальвеолярний компоненти. Найбільш інформативним методом тривимірної оцінки трансверзальних співвідношень є КЛКТ, яка дає можливість визначати базальну й альвеолярну ширину, нахил бокових зубів, стан серединного піднебінного шва, товщину кісткової тканини та анатомічні умови для встановлення мініімплантатів. Показано, що хронологічний вік не є абсолютним критерієм зрілості серединного піднебінного шва, хоча зі збільшенням віку прогноз його успішного розкриття стає менш передбачуваним. MARPE забезпечує клінічно значуще скелетне розширення у дорослих, однак результат формується одночасно скелетним, альвеолярним і зубним компонентами. Ефективність лікування залежить від морфології серединного піднебінного шва, стану задніх структур верхньощелепного комплексу, товщини піднебінної кістки, конструкції апарата. SARPE залишається ефективним методом при вираженому скелетному дефіциті та високій резистентності кісткових структур, проте супроводжується більшою інвазивністю та ризиком ускладнень.* ***Висновки****. Сучасний вибір методу лікування має ґрунтуватися на індивідуалізованій тривимірній діагностиці, а не лише на віці пацієнта. Перспективними напрямами є персоналізація мініімплант-асистованих апаратів, стандартизація КЛКТ-аналізу та розроблення прогностичних критеріїв успішного скелетного розширення у дорослих.*

Ключові слова: *MARPE, SARPE, серединний піднебінний шов, мініімплантна опора, розширення.*

S.M. Grigorov,
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery,
Kharkiv National Medical University
4 Nauky Avenue, Kharkiv, Ukraine, postal code 61000
sm.hryhorov@knmu.edu.ua,
https://orcid.org/0000-0001-9527-8408

O.O. Liubchenko,
Postgraduate Student at the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery,
Kharkiv National Medical University,
4 Nauky Avenue, Kharkiv, Ukraine, postal code 61000
alexsven7@gmail.com,
https://orcid.org/0009-0004-2591-4965

MAXILLARY TRANSVERSE DISORDERS IN ADULT PATIENTS: CURRENT APPROACHES TO DIAGNOSIS AND TREATMENT (LITERATURE REVIEW)

Purpose of work. *Maxillary transverse deficiency in adults is a complex skeletal and dentoalveolar condition, and its diagnosis and selection of the optimal treatment method remain relevant issues in contemporary orthodontics.* ***Materials and methods****. A review of scientific literature published between 2016 and 2026 was conducted using the PubMed/MEDLINE and Google Scholar databases. Systematic reviews, meta-analyses, and clinical studies focusing on the diagnosis of maxillary transverse deficiency and the use of miniscrew-assisted and surgically assisted expansion in adults were included in the analysis.* ***Results****. It was established that the clinical manifestations of transverse deficiency may be partially masked by dentoalveolar compensation; therefore, the absence of posterior crossbite does not exclude the presence*

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

© С.М. Григоров, О.О. Любченко, 2026

of an underlying skeletal deficiency. Conventional measurements on dental casts primarily characterize dental arch width and do not allow sufficiently reliable differentiation between skeletal and dentoalveolar components. Cone-beam computed tomography is the most informative method for three-dimensional assessment of transverse relationships, as it enables evaluation of basal and alveolar width, inclination of posterior teeth, the condition of the midpalatal suture, bone thickness, and anatomical conditions for miniscrew placement. Chronological age has been shown not to be an absolute criterion of midpalatal suture maturation, although with increasing age the predictability of successful suture opening decreases. MARPE provides clinically significant skeletal expansion in adults; however, the treatment effect is formed by skeletal, alveolar, and dental components simultaneously. Treatment effectiveness depends on the morphology of the midpalatal suture, the condition of the posterior structures of the maxillary complex, palatal bone thickness, and appliance design. SARPE remains an effective method in cases of pronounced skeletal deficiency and high resistance of the bony structures, although it is associated with greater invasiveness and a risk of complications. ***Conclusions****. The contemporary choice of treatment method should be based on individualized three-dimensional diagnostics rather than on the patient's age alone. Promising directions include personalization of miniscrew-assisted appliances, standardization of CBCT analysis, and development of prognostic criteria for successful skeletal expansion in adults.*
Key words: *MARPE, SARPE, midpalatal suture, miniscrew anchorage, expansion.*

Актуальність дослідження. Трансверзальна недостатність верхньої щелепи у дорослих пацієнтів є складною скелетно-дентоальвеолярною патологією, діагностика та лікування якої залишаються дискусійними. При цьому трансверзальні порушення можуть тривалий час залишатися недіагностованими, оскільки скелетна невідповідність між верхньою та нижньою щелепами частково компенсується зміною нахилу бокових зубів.

Традиційні методи оцінювання ширини зубних рядів не завжди дозволяють достовірно розмежувати скелетний і зубоальвеолярний компоненти порушення, що зумовлює необхідність використання тривимірної діагностики.

Особливої актуальності проблема набуває у дорослих пацієнтів після завершення активного росту, коли підвищується резистентність серединного піднебінного шва та інших структур верхньощелепного комплексу. У таких умовах традиційне зубо-опорне розширення може супроводжуватися переважно зубоальвеолярними змінами та підвищенням пародонтального ризику. Впровадження мініімплант-асистованого розширення верхньої щелепи, зокрема MARPE, суттєво розширило можливості нехірургічного лікування дорослих пацієнтів, однак ефективність цих методів залежить від віку, морфології серединного піднебінного шва, анатомії піднебіння, стану задніх структур верхньощелепного комплексу та особливостей конструкції апарата.

Водночас хірургічно асистоване розширення верхньої щелепи залишається важливим методом лікування пацієнтів із вираженим скелетним дефіцитом або несприятливим прогнозом нехірургічного розширення.

Відсутність єдиних підходів до вибору між MARPE, гібридними та хірургічно асистованими методами, а також неоднорідність сучасної доказової бази визначають необхідність узагальнення актуальних даних щодо діагностики, показань, ефективності та обмежень різних способів лікування трансверзальних порушень верхньої щелепи у дорослих.

Мета дослідження. Узагальнити сучасні наукові дані щодо діагностики трансверзальної недостатності верхньої щелепи у дорослих пацієнтів та оцінити ефективність, показання, обмеження і можливі побічні ефекти основних методів її розширення.

Завдання дослідження. Проаналізувати сучасні підходи до клінічної та тривимірної діагностики трансверзальної недостатності верхньої щелепи; визначити значення віку, морфології серединного піднебінного шва, анатомії піднебіння для прогнозування ефективності лікування; узагальнити дані щодо скелетних, альвеолярних і зубних змін після MARPE та хірургічно асистованого розширення; оцінити стабільність отриманих результатів і можливі ускладнення; сформулювати сучасні принципи індивідуалізованого вибору методу лікування у дорослих пацієнтів із трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи.

Наукова новизна. Проведено комплексне узагальнення сучасних даних щодо діагностики та лікування трансверзальної недостатності верхньої щелепи у дорослих з урахуванням не лише величини розширення, а й співвідношення скелетного, альвеолярного та зубного компонентів отриманого ефекту.

Практична значимість. Практична значимість роботи полягає у можливості використання узагальнених даних для удосконалення діагностичного та лікувального алгоритму у дорослих пацієнтів із трансверзальною недостатністю верхньої щелепи. Комплексна оцінка скелетного дефіциту, стану серединного піднебінного шва, товщини піднебінної та вестибулярної кісткової тканини, інклінації бокових зубів дозволяє більш

обґрунтовано обирати між зубоальвеолярним розширенням, MARPE та хірургічно асистованими методами, прогнозувати характер отриманих змін і знижувати ризик небажаних ускладнень.

Матеріали і методи. Проведено огляд сучасної наукової літератури за 2016–2026 роки у базах PubMed/MEDLINE та Google Scholar. До аналізу включали систематичні огляди, метааналізи та клінічні дослідження, присвячені діагностиці та лікуванню трансверзальної недостатності верхньої щелепи у дорослих.

Результати дослідження та їх обговорення. Трансверзальний дефіцит верхньої щелепи у дорослих пацієнтів є складним клініко-рентгенологічним станом, який може тривалий час залишатися недіагностованими, оскільки скелетна невідповідність між верхньою та нижньою щелепами частково компенсується зміною нахилу бокових зубів [1, 2, 3]. За даними літератури трансверзальна невідповідність верхньої щелепи становить близько 10% у загальній популяції та досягає 30% серед дорослих ортодонтичних пацієнтів [4, 5].

Трансверзальний дефіцит верхньої щелепи може супроводжуватися однобічним або двобічним заднім перехресним прикусом, вузькою верхньою зубною дугою, скупченістю зубів, протрузією верхніх фронтальних зубів, вираженими щічними коридорами [6, 7, 8]. Водночас перехресний прикус як окремий клінічний прояв трансверзальної патології виявляється значно рідше: за даними систематичного огляду глобального розподілу зубощелепних аномалій, його поширеність у постійному прикусі становить 9,39%, а в європейських вибірках – 13,8% [4].

Традиційне клінічне обстеження включає оцінювання форми зубних дуг, співвідношення бокових зубів, наявності функціонального зміщення нижньої щелепи, інклінації зубів, ширини усмішки та стану пародонта. Вимірювання на моделях дозволяють кількісно оцінити міжіклову, міжпремолярну та міжмолярну ширину, однак ці параметри характеризують переважно зубну дугу, а не базальний скелетний комплекс. Тому використання індексів ширини дуги в поєднанні з вимірюваннями моделей не можна вважати достатньо надійним методом діагностики скелетного трансверзального дефіциту [9].

Використання КЛКТ дає можливість окремо аналізувати базальну ширину верхньої та нижньої щелеп, альвеолярну ширину, інклінацію молярів, товщину букальної і піднебінної кортикальної пластинки, морфологію серединного піднебінного шва та анатомічні умови для встановлення мініімплантатів. Саме можливість розділити скелетний і дентоальвеолярний компоненти є основною перевагою тривимірної діагностики [10].

Водночас досі відсутній єдиний загальноприйнятий трансверзальний аналіз. Chen та співавт. у своїй роботі порівняли чотири КЛКТ-методики – Penn аналіз, Miner аналіз, Yonsei аналіз та Case Western Reserve University аналіз. Більшість вимірювань продемонстрували високу відтворюваність, проте між системами існували відмінності в діагностичній інтерпретації, що підтверджує необхідність зазначати конкретну методику при представленні величини трансверзального дефіциту [11].

Традиційно хронологічний вік вважався одним з основних критеріїв вибору методу розширення верхньої щелепи. Проте КЛКТ-дослідження показали значну індивідуальну варіабельність дозрівання серединного піднебінного шва, що не дозволяє встановлювати універсальну вікову межу його осифікації [12]. Водночас опір скелетному розширенню не обмежується серединним піднебінним швом. Верхня щелепа з'єднана з прилеглими кістками комплексом швів верхньощелепного комплексу, а стан його задніх відділів, зокрема крилопіднебінного шва та криловерхньощелепної ділянки, може істотно впливати на характер і величину скелетного розширення [13].

Збільшення ширини верхньої щелепи після застосування апаратів для її розширення формується за рахунок трьох основних компонентів: скелетного розходження правої та лівої половин верхньої щелепи, альвеолярних змін і переміщення та/або нахилу зубів. Тому збільшення міжмолярної відстані не відображає безпосередньо величину скелетного розширення верхньої щелепи [14].

Для дорослого пацієнта основною метою при істинному скелетному трансверзальному дефіциті є максимізація базального скелетного компонента та мінімізація неконтрольованої нахилу зубів і альвеолярних відростків. Саме цим пояснюється застосування скелетної опори та мініімплантатів [15].

MARPE – Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion – передбачає використання ортодонтичних мініімплантатів для передачі значної частини розширювальної сили безпосередньо на кісткові структури піднебіння. Завдяки цьому зменшується залежність результату від зубної опори та стає можливим отримання скелетної

відповіді у частини пацієнтів після завершення активного росту [16, 17].

За даними сучасних КЛКТ-досліджень MARPE забезпечує поєднаний скелетний, альвеолярний і зубний ефект. Скелетне збільшення ширини верхньої щелепи в різних анатомічних ділянках становить в середньому близько 2,4–3,1 мм, тоді як розкриття серединного піднебінного шва є більш вираженим у передніх відділах і досягає приблизно 3,3–4,6 мм. Альвеолярні та зубні зміни є більшими й становлять близько 4,0–6,0 мм залежно від ділянки зубного ряду [14, 18].

Згідно із систематичним оглядом і метааналізом Zeng та співавт. 2023 року, середня частота успішності MARPE у включених дослідженнях становила 93,87%. Проте автори оцінили загальну якість доказів за GRADE як дуже низьку, тому цей показник не можна безпосередньо переносити на кожного дорослого пацієнта [19].

Особливо важливо враховувати вікову структуру вибірок. Висока середня успішність систематичних оглядів значною мірою формується за рахунок пізніх підлітків і молодих дорослих, у яких скелетна резистентність у середньому нижча, ніж у пацієнтів 35–50 років.

Jeon та співавт., проаналізувавши результати MARPE у пацієнтів віком від 6 до 60 років, встановили, що загальна частота успішного розкриття серединного піднебінного шва становила 79,53%, причому вона була вищою у жінок, ніж у чоловіків. А серед пацієнтів з успішним лікуванням величина його розкриття зменшувалася зі збільшенням віку в обох статей. Отримані дані свідчать, що із віком у середньому зростає резистентність краніофаціального комплексу, тому прогноз MARPE стає менш передбачуваним [20].

Проте, вік слід розглядати як прогностичний фактор, але не як абсолютне протипоказання до MARPE. Більш коректним є поєднання віку з оцінкою морфології шва, анатомії піднебіння, товщини кістки, статі пацієнта та конструкції апарата [12, 21].

MARPE може бути ефективним навіть за вираженої осифікації серединного піднебінного шва. У дослідженні Salmoria та співавт. оцінювали дорослих із розвиненою осифікацією серединного піднебінного шва та продемонстрували можливість отримання як скелетних, так і дентоальвеолярних змін після MARPE. Це додатково підтверджує, що рентгенологічна «зрілість» шва не повинна розглядатися ізольовано від усієї краніофаціальної біомеханіки [22].

Сучасний розвиток MARPE спрямований на перехід до індивідуального розміщення мініімплантатів на підставі КЛКТ. Для стабільності мініімплантатів мають значення товщина піднебінної кістки, довжина гвинта, кут його введення та можливість залучення другої кортикальної пластинки. Сучасні КЛКТ-дослідження дозволяють до початку лікування оцінювати товщину кістки та обирати оптимальні ділянки фіксації [23].

У дослідженні Xue та співавт. запропоновано КЛКТ-орієнтований персоналізований підхід до MARPE у пацієнтів із трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи та тонкою піднебінною кісткою. Такий напрям є особливо важливим для дорослих, у яких стандартне положення чотирьох мініімплантатів не завжди забезпечує достатній об’єм кісткової опори [24].

Одним із ключових питань дорослого скелетного розширення є довгострокове збереження отриманих змін.

Систематичний огляд Zeng та співавт. показав, що після MARPE значна частина отриманого скелетного та зубного розширення зберігається у віддалені строки спостереження. Водночас автори підкреслюють, що рівень доказовості щодо довгострокової стабільності залишається низьким через невеликі вибірки, переважно ретроспективний дизайн досліджень та неоднакову тривалість спостереження [19].

Окремим аспектом стабільності є кісткова репарація серединного піднебінного шва після розширення. За даними Naveda та співавт., у дорослих пацієнтів після успішного MARPE повне відновлення шва було виявлено у 42,86% випадків, тоді як репарація більш ніж половини його протяжності спостерігалася у 80,95% пацієнтів. При цьому навіть через середній період спостереження близько 16 місяців щільність кісткової тканини в ділянці шва залишалася нижчою, ніж до лікування, а у частини пацієнтів відновлення було неповним. Це свідчить про поступовий характер кісткової регенерації та обґрунтовує необхідність достатнього ретенційного періоду після MARPE [25].

SARPE – Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion – застосовується для зменшення скелетної резистентності шляхом виконання остеотомій з подальшим розширенням верхньої щелепи.

SARPE залишається ефективним методом корекції вираженого скелетного трансверзального дефіциту верхньої щелепи у дорослих пацієнтів, особливо за високої резистентності кісткових структур, несприятливого прогнозу

нехірургічного MARPE або його попередньої неефективності.

Систематичний огляд рандомізованих клінічних досліджень Bortolotti та співавт. показав, що після хірургічно асистованого розширення збільшуються як скелетні, так і зубні трансверзальні параметри: середнє збільшення скелетної міжмолярної ширини становило близько 3,3 мм, тоді як зубної міжмолярної ширини – близько 7,0 мм [26]. Отже, навіть за умови хірургічного зниження опору кісткових структур результат SARPE формується не лише за рахунок базального розширення верхньої щелепи, а й за рахунок вираженого зубоальвеолярного компонента [27, 28].

Крім того, систематичний огляд Chen та співавт. 2024 року показав, що характер розширення залежить і від обсягу хірургічного послаблення задніх відділів верхньої щелепи, зокрема виконання криловерхньощелепного роз'єднання, що може впливати на співвідношення кісткового та зубного компонентів отриманого ефекту [29].

Систематичний огляд Carvalho та співавт. показав, що загальна частота ускладнень після SARME становила 21,97%, причому більшість із них були незначними. Серед найчастіших ускладнень відзначали носову кровотечу у 2,47% випадків, післяопераційний біль у 2,0%, а асиметричне або недостатнє розширення – приблизно у 4,47% випадків. Отже, SARME є ефективним і прогнозованим методом корекції трансверзального дефіциту верхньої щелепи, однак його інвазивність та ризик хірургічних і ортодонтичних ускладнень необхідно враховувати при виборі методу лікування [30].

При хірургічно асистованому розширенні верхньої щелепи можуть застосовуватися як зубо-опорні, так і кістково-опорні конструкції. За даними систематичного огляду та метааналізу Kanwal та співавт. 2025 року, статистично значущих відмінностей між цими типами опори за величиною скелетного або зубного розширення не виявлено. Це свідчить про те, що характер отриманих змін визначається не лише способом фіксації апарата, а й сукупністю інших чинників, зокрема обсягом хірургічного втручання, початковою морфологією верхньої щелепи та особливостями протоколу розширення [31].

Хоча основною метою SARPE є корекція трансверзального дефіциту, лікування може супроводжуватися незначними змінами положення верхньої щелепи в сагітальній і вертикальній площинах. Метааналіз Lin та співавт. 2023 року показав невелике збільшення кутів SNA та SN–PP після лікування, однак абсолютна величина цих змін була клінічно незначною. Отже, SARPE доцільно розглядати передусім як метод трансверзальної корекції, тоді як його вплив на сагітальне та вертикальне положення верхньої щелепи є другорядним [32].

У дорослих пацієнтів із підвищеною резистентністю скелетних структур альтернативою як нехірургічному MARPE, так і традиційному SARPE може бути малоінвазивне хірургічно асистоване розширення MISMARPE. Метод поєднує скелетну опору на мініімплантатах із обмеженими остеотоміями верхньої щелепи, спрямованими на зниження опору її розширенню при меншій хірургічній травматичності [33].

Таким чином, на підставі сучасних даних, недоцільно визначати єдину жорстку вікову межу, після якої всім пацієнтам автоматично показане хірургічно асистоване розширення. Індивідуальна варіабельність зрілості серединного піднебінного шва та можливість успішного MARPE після завершення активного росту свідчать про необхідність персоналізованого підходу до вибору методу лікування. Тому вибір між MARPE та SARPE має ґрунтуватися на сукупності клінічних і анатомічних чинників: величині саме скелетного трансверзального дефіциту, морфології та ступені зрілості серединного піднебінного шва, стані задніх швів верхньощелепного комплексу, товщині та формі піднебінної кістки, можливості надійної фіксації мініімплантатів, початковому нахилі бокових зубів, товщині вестибулярної кортикальної пластинки, наявності рецесій або дегісценцій, необхідній величині скелетного розширення та потребі в ортогнатичному лікуванні. Такий підхід найбільше відповідає сучасним уявленням про прогнозування ефективності скелетного розширення у дорослих.

Висновки. Трансверзальна недостатність верхньої щелепи у дорослих є складною тривимірною скелетно-дентоальвеолярною патологією, клінічні прояви якої можуть частково маскуватися зубоальвеолярною компенсацією. У зв'язку з цим відсутність заднього перехресного прикусу не виключає наявності скелетного трансверзального дефіциту, а традиційні вимірювання на моделях не завжди дозволяють достатньо чітко розмежувати скелетний і зубоальвеолярний компоненти.

Найбільш інформативним методом оцінювання трансверзальних співвідношень у дорослих є КЛКТ, яка дає можливість аналізувати базальну та альвеолярну ширину, положення бокових

зубів, стан серединного піднебінного шва, товщину кісткової тканини.

Хронологічний вік не може розглядатися як абсолютний показник зрілості серединного піднебінного шва або як єдиний критерій вибору між нехірургічним і хірургічно асистованим розширенням. Водночас зі збільшенням віку ймовірність успішного розкриття шва та вираженої скелетної відповіді може знижуватися. Тому прогноз лікування має ґрунтуватися на комплексній оцінці морфології серединного піднебінного шва, стану задніх структур верхньощелепного комплексу, товщини та форми піднебінної кістки, можливості стабільної мініімплантної фіксації.

MARPE дозволяє отримувати клінічно значуще скелетне розширення, однак результат такого лікування формується не лише за рахунок скелетного компонента, а й за рахунок альвеолярних змін та переміщення зубів. Тому збільшення ширини зубної дуги після MARPE не слід ототожнювати з величиною скелетного розширення верхньої щелепи. Аналогічно, хірургічно асистоване розширення також супроводжується поєднанням скелетних і зубоальвеолярних змін.

SARPE залишається ефективним методом лікування дорослих пацієнтів із вираженим скелетним трансверзальним дефіцитом, високою резистентністю кісткових структур або несприятливим прогнозом нехірургічного розширення. Водночас його інвазивність і ризик хірургічних та ортодонтичних ускладнень обґрунтовують доцільність застосування менш інвазивних методів у пацієнтів із відповідними анатомічними умовами.

Таким чином, сучасна концепція лікування трансверзальних порушень у дорослих повинна ґрунтуватися не на формальному принципі «вік – метод», а на індивідуалізованій тривимірній діагностиці, оцінюванні біологічної резистентності верхньощелепного комплексу, прогнозуванні співвідношення скелетного і зубоальвеолярного ефектів.

References:

1. Sawchuk, D., Currie, K., Lagravere, Vich, M., Palomo, J.M., & Flores-Mir, C. (2016). Diagnostic methods for assessing maxillary skeletal and dental transverse deficiencies: a systematic review. *Korean J Orthod,* 46(5), 331–342. DOI: 10.4041/kjod.2016.46.5.331.

2. Albalawi, F., Alwakeel, R., Alfuriji, S., Alqahtani, N.D., Barakeh, R.M., AlGhaihab, A., & et al. (2023). A correlation analysis between arch width and molar inclination using cone-beam computed tomography transverse measurements: a cross-sectional study. *Diagnostics (Basel),* 13(11), 1875. DOI: 10.3390/diagnostics13111875.

3. Watted, N., Lone, I.M., Midlej, K., Zohud, O., Awadi, O., Masarwa, S., & et al. (2024). The complexity of skeletal transverse dimension: from diagnosis, management, and treatment strategies to the application of Collaborative Cross (CC) mouse model. *J Funct Morphol Kinesiol,* 9(1), 51. DOI: 10.3390/jfmk9010051.

4. Alhammadi, M.S., Halboub, E., Fayed, M.S., Labib, A., & El-Saaidi, C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: a systematic review. *Dental Press J Orthod,* 23(6):40.e1-40.e10. DOI:10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl.

5. Ye, G., Li, Q., Guo, Z., Yu, X., Xu, Y., Ding, W., & et al. (2024). Comparative evaluation of transverse width indices for diagnosing maxillary transverse deficiency. *BMC Oral Health,* 24(1), 808. DOI: 10.1186/s12903-024-04580-4.

6. Bin, Dakhil, N., Bin, & Salamah, F. (2021). The diagnosis methods and management modalities of maxillary transverse discrepancy. *Cureus*, 13(12):e20482. DOI:10.7759/cureus.20482.

7. Özden, S., & Cicek, O. (2025). Analysis of the effect of maxillary transverse deficiencies on permanent maxillary first molar rotations using 3D digital models. *BMC Oral Health,* 25(1), 879. DOI: 10.1186/s12903-025-06301-x.

8. Ningbo, Z., Tianxiao, W., Feng, Y., Rui, C., Xinyu, F., & Liling, R. (2025). Qualitative and quantitative agreement research on three diagnostic methods for maxillary transverse discrepancy. *BMC Oral Health,* 25, 174. DOI: 10.1186/s12903-025-05495-4.

9. Mubeen, S., Shah, D.K., Cronin, A.J., & Sharma, P.K. (2024). Non-surgical management of maxillary transverse discrepancies in the orthognathic patient: a review. *Front Oral Maxillofac Med,* 7. DOI: 10.21037/fomm-22-49.

10. Diez-Rodrigálvarez, D., Bonilla-Morente, E., & López-Jiménez, A.J. (2026). Transverse Diagnosis and CBCT Technology: a systematic review. *J Clin Med,* 15(2), 868. DOI: 10.3390/jcm15020868.

11. Chen, S., Zou, Y., Chen, Z., Wang, Z., Yu, Q., Cai, J., & et al. (2026). Comparative reliability and agreement of CBCT-based measurement approaches for assessing maxillary transverse deficiency. *BMC Oral Health,* 26, 648. DOI: 10.1186/s12903-026-08107-x.

12. Angelieri, F., Franchi, L., Cevidanes, L.H.S., Gonçalves, J.R., Nieri, M., Wolford, L.M., & McNamara, J.A. Jr. (2017). Cone beam computed tomography evaluation of midpalatal suture maturation in adults. *Int J Oral Maxillofac Surg,* 46(12), 1557–1561. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.06.021.

13. Zhang, W., Chung, M., Qian, Y., Zhu, Y., & Jiang, L. (2025). Application of a novel form of structural classification of the pterygopalatine suture for predicting midpalatal suture expansion by miniscrew-assisted rapid palatal expansion in adults: a cohort study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop,* 167(5), 578–590. DOI:10.1016/j.ajodo.2024.12.006.

14. Siddhisaributr, P., Khlongwanitchakul, K., Anuwongnukroh, N., Manopatanakul, S., & Viwattanatipa, N. (2022). Effectiveness of miniscrew assisted rapid palatal expansion using cone beam computed tomography: a systematic review and meta-analysis. *Korean J Orthod*, 52(3), 182–200 DOI: 10.4041/kjod21.256.

15. Kapetanović, A., Theodorou, C.I., Bergé, S.J., Schols, J.G.J.H., & Xi, T. (2021). Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod,* 43(3), 313–323. DOI: 10.1093/ejo/cjab005.

16. Mehta, S., Arqub, S.A., Vishwanath, M., Upadhyay, M., & Yadav, S. (2024). Biomechanics of conventional and miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *J World Fed Orthod,* 13(3), 105-112. DOI: 10.1016/j.ejwf.2024.03.002.

17. Villa-Obando, Y.A., Correa-Osorio, S.M., Castrillon-Marin, R.A., Vivares-Builes, A.M., & Ardila, C.M. (2024). Effect of anchorage modifications on the efficacy of miniscrew-assisted rapid palatal expansion: a systematic review and meta-analysis. *Cureus*, 16(10), e72008. DOI: 10.7759/cureus.72008.

18. Park, J.J., Park, Y.C., Lee, K.J., Cha, J.Y., Tahk, J.H., & Choi, Y.J. (2017). Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: a cone-beam computed tomography study. *Korean J Orthod,* 47(2), 77-86. DOI: 10.4041/kjod.2017.47.2.77.

19. Zeng, W., Yan, S., Yi, Y., & et al. (2023). Long-term efficacy and stability of miniscrew-assisted rapid palatal expansion in mid to late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health,* 23, 829. DOI: 10.1186/s12903-023-03574-y.

20. Jeon, J.Y., Choi, S.H., Chung, C.J., & Lee, K.J. (2022). The success and effectiveness of miniscrew-assisted rapid palatal expansion are age- and sex-dependent. *Clin Oral Investig,* 26(3), 2993-3003. doi: 10.1007/s00784-021-04281-0.

21. Shin, H., Hwang, C.J., Lee, K.J., Choi, Y.J., Han, S.S., & Yu, H.S. (2019). Predictors of midpalatal suture expansion by miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: a preliminary study. *Korean J Orthod,* 49(6), 360–371. DOI: 10.4041/kjod.2019.49.6.360.

22. Salmoria, I., de Souza, E.C., Furtado, A., Franzini, C.M., & Custodio, W. (2022). Dentoskeletal changes and their correlations after micro-implant-assisted palatal expansion (MARPE) in adults with advanced midpalatal suture ossification. *Clin Oral Investig,* 26(3), 3021–3031. DOI: 10.1007/s00784-021-04284-x.

23. Al-Basmi, A.A., Al-Harazi, G., Al-Ghobari, F.A., & Amran, A.G., Alhaidary, S. (2026). Evaluation of palatal bone thickness and palatal depth angle for optimal mini-implant placement in MARPE: a CBCT study. *J Orthod Sci,* 15, 1. DOI: 10.4103/jos.jos_127_25.

24. Xue, H., Qi, Y., Ni, X., Feng, Y., & Lin, J. (2026). Efficiency of Cone-Beam Computed Tomography-Based Personalized Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion in Patients With Maxillary Transverse Deficiency and Thin Palatal Bone. *Int Dent J,* 76(1), 109307. doi: 10.1016/j.identj.2025.109307.

25. Naveda, R., Dos Santos, A.M., Seminario, M.P., Miranda, F., Janson, G., & Garib, D. (2022). Midpalatal suture bone repair after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in adults. *Prog Orthod,* 23, 35. DOI: 10.1186/s40510-022-00431-6.

26. Bortolotti, F., Solidoro, L., Bartolucci, M.L., Incerti, Parenti, S., Paganelli, C., & Alessandri-Bonetti, G. (2020). Skeletal and dental effects of surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review of randomized controlled trials. *Eur J Orthod*, 42(4), 434–440. DOI:10.1093/ejo/cjz057.

27. Gogna, N., Johal, A.S., & Sharma, P.K. (2020). The stability of surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a systematic review. *J Craniomaxillofac Surg,* 48(9), 845-852. DOI: 10.1016/j.jcms.2020.07.003.

28. Sekertzi, C., Koukouviti, M.M., Chatzigianni, A., & Kolokitha, O.E. (2023). Dental, skeletal, and soft tissue changes after bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Dent J (Basel),* 11(6), 143. DOI: 10.3390/dj11060143.

29. Chen, K.Y., Yang, C.Y., Fan, C.N., Kuo, C.S., Fan, S.Z., & Chen, Y.W. (2024). The effects of pterygomaxillary disjunction in surgically assisted rapid maxillary expansion: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res,* 27(5), 750-757. doi: 10.1111/ocr.12797.

30. Carvalho, P.H.A., Moura, L.B., Trento, G.S., Holzinger, D., Gabrielli, M.A.C., Gabrielli, M.F.R., & Pereira, Filho, V.A. (2020). Surgically assisted rapid maxillary expansion: a systematic review of complications. *Int J Oral Maxillofac Surg,* 49(3), 325-332. doi: 10.1016/j.ijom.2019.08.011.

31. Kanwal, L., Qabool, H., Idrees, W., Sukhia, R.H., & Fida, M. (2025). Skeletal and dental changes after bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid palatal expansion in subjects with maxillary transverse deficiency: a systematic review and meta-analysis. *Dent Med Probl,* 62(2), 333-341. DOI: 10.17219/dmp/171393.

32. Lin, J.H., Wang, S., Al, Abdullah, U., Le, A.D., Chung, C.H., & Li, C. (2023). Sagittal and vertical changes of the maxilla after surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med,* 12(10), 3488. DOI: 10.3390/jcm12103488.

33. Haas, Junior, O.L., Matje, P.R.B., Rosa, B.M., Rojo-Sanchis, C., Guijarro-Martínez, R., & et al. (2022). Minimally invasive surgical and miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MISMARPE) in adult patients. *J Craniomaxillofac Surg,* 50, 211–7. DOI: 10.1016/j.jcms.2021.12.011.

Дата першого надходження рукопису до видання: 25.08.2026
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 17.09.2026
Дата публікації: 11.11.2026