

ОРТОГНАТИЧНА ХІРУРГІЯ

УДК 616.314-089.28-053.6/7+616.314-007.64
DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-50-4.20>

М.М. Столярчук,

аспірант кафедри щелепно-лицевої хірургії та сучасних стоматологічних технологій,

Інститут післядипломної освіти Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, проспект Т. Шевченка, 13, Київ, Україна, індекс 61601, marynastoliarchuk@gmail.com

А.В. Копчак,

доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри щелепно-лицевої хірургії та сучасних стоматологічних технологій,

Інститут післядипломної освіти Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, проспект Т. Шевченка, 13, Київ, Україна, індекс 61601, kopchak@ua.fm

ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІРУРГІЧНО-АСИСТОВАНОГО ТА ОРТОДОНТИЧНОГО РОЗШИРЕННЯ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ У ПАЦІЄНТІВ ПІДЛІТКОВОГО І ДОРΟΣЛОГО ВІКУ ЗІ СКЕЛЕТНИМИ ФОРМАМИ АНОМАЛІЙ ПРИКУСУ

Достеменно відомо, що ефективність ортогнатичного лікування, зокрема при трансверзальному дефіциті верхньої щелепи (ТДВЩ) у пацієнтів зі скелетними аномаліями та деформаціями прикусу, значною мірою залежить від успішного розширення щелепи. Робота присвячена вивченню клінічних випадків та аналізу наукових джерел з метою визначення найефективніших підходів хірургічно-асистованого та ортодонтичного розширення верхньої щелепи у пацієнтів підліткового і дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу. Цей огляд базується на аналізі та порівнянні ортодонтичних методів, таких як RME, MARPE, та хірургічно-асистованих методів, як SARPE, з акцентом на їх скелетну складову та стабільність результатів. **Мета дослідження.** Оцінка ефективності різних методів розширення верхньої щелепи (ВЩ) у пацієнтів підліткового та дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу. Зокрема, аналізується ефективність ортодонтичного розширення з використанням апаратів RME, розширення ВЩ із дисталізацією бокових зубів за допомогою апаратів власної конструкції, а також хірургічно-асистоване розширення методом SARME. **Матеріали та методи.** Перспективне контрольоване дослідження на зразку 75 пацієнтів, розділених на три групи залежно від методу лікування: ортодонтичне розширення, розширення з дисталізацією бокових зубів апаратом власної конструкції та SARME. Для досягнення стабільних

результатів у лікуванні ТДВЩ важливо індивідуально підходити до вибору методу лікування, враховуючи вікові особливості пацієнтів та стан піднебінного шва. Хірургічно-асистовані методи, зокрема SARPE, показали високу ефективність у дорослих, тоді як RME залишається переважним вибором для дітей. **Наукова новизна.** Представлення комплексного аналізу різних методів лікування ТДВЩ, зокрема, оцінка стабільності результатів і впливу на скелетний компонент деформації. Вперше систематизовано порівняно ефективність та обмеження ортодонтичних і хірургічних методів на основі останніх наукових даних. **Висновки.** Встановлено, що вибір методу розширення повинен базуватися на індивідуальних анатомічних та скелетних характеристиках пацієнта. Дослідження підкреслює значення комплексного підходу до вибору методу розширення верхньої щелепи. Наголошено що вибір методу розширення верхньої щелепи у пацієнтів з ТДВЩ має ґрунтуватися на даних доказової медицини з урахуванням індивідуальних особливостей пацієнта. Відзначено, що потрібні подальші дослідження для порівняння ефективності та безпечності різних методів розширення верхньої щелепи, а також для розробки єдиних протоколів лікування. **Ключові слова:** розширення верхньої щелепи, скелетні аномалії прикусу, ортодонтичне лікування, хірургічно-асистоване розширення, SARME, ортогнатична хірургія, рентгенологічне дослідження.

М.М. Stoljarchuk,

PhD student, Department of Maxillofacial Surgery and Innovative Dentistry,

Institute of Postgraduate Education, Bogomolets National Medical University, 13, T. Shevchenko Ave., Kyiv, Ukraine, postal code 61601, marynastoliarchuk@gmail.com

A.V. Kopchak,

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department Maxillofacial Surgery and Innovative Dentistry,

Institute of Postgraduate Education, Bogomolets National Medical University, 13, T. Shevchenko Ave., Kyiv, Ukraine, postal code 61601, kopchak@ua.fm

EFFECTIVENESS OF SURGICALLY-ASSISTED AND ORTHODONTIC EXPANSION OF THE UPPER JAW IN ADOLESCENTS AND ADULTS WITH SKELETAL FORMS OF MALOCCLUSION

It is well known that the effectiveness of orthognathic treatment, in particular in transverse maxillary deficiency (TMD) in patients with skeletal anomalies and malocclusion, largely depends on the successful expansion

of the jaw. The paper is devoted to the study of clinical cases and analysis of scientific sources in order to determine the most effective approaches to surgically assisted and orthodontic maxillary expansion in adolescent and adult patients with skeletal forms of malocclusion. The review is based on the comparison of orthodontic methods, such as RME, MARPE, and surgically assisted methods, such as SARPE, with an emphasis on their skeletal component and stability of results. Objective of the study. To evaluate the effectiveness of different methods of maxillary expansion in adolescent and adult patients with skeletal forms of malocclusion. In particular, the effectiveness of orthodontic expansion using RME appliances, expansion of the maxilla with distalization of the posterior teeth using devices of our own design, as well as surgically assisted expansion using the SARME method is analysed. **Materials and methods.** A prospective controlled study on a sample of 75 patients divided into three groups depending on the method of treatment: orthodontic expansion, expansion with distalization of the posterior teeth with a device of its own design and SARME. In order to achieve stable results in the treatment of TMJ, it is important to take an individual approach to the choice of treatment method, taking into account the age characteristics of patients and the condition of the palatal suture. Surgically assisted methods, in particular SARPE, have shown high efficacy in adults, while RME remains the preferred choice for children. **Scientific novelty.** A comprehensive analysis of various methods of TMJ treatment is presented, in particular, an assessment of the stability of results and the impact on the skeletal component of the deformity. For the first time, the effectiveness and limitations of orthodontic and surgical methods were systematically compared on the basis of the latest scientific data. **Conclusions.** It has been established that the choice of expansion method should be based on the individual anatomical and skeletal characteristics of the patient. The study emphasises the importance of an integrated approach to the choice of the method of maxillary expansion. It is emphasised that the choice of the method of maxillary expansion in patients with TMJ should be based on evidence-based medicine, taking into account the individual characteristics of the patient. It is noted that further research is needed to compare the efficacy and safety of different methods of maxillary expansion, as well as to develop uniform treatment protocols.

Key words: maxillary expansion, skeletal malocclusion, orthodontic treatment, surgically assisted expansion, SARME, orthognathic surgery, radiological examination.

Постановка проблеми. Ефективність ортодонтичного лікування, зокрема при трансверзальному дефіциті верхньої щелепи (ТДВЩ) у пацієнтів зі скелетними аномаліями та деформаціями прикусу, значною мірою залежить від успішного розширення щелепи. Це дозволяє усунути обмеження у переміщенні кісткових фрагментів, забезпечити оптимальні оклюзійні відносини та сприяє стабільності результатів лікування. Вперше базові принципи такого розширення були представлені в [2], і з того часу методики, обладнання та про-

токоли активації пройшли значне удосконалення. Сучасне лікування ТДВЩ включає ортодонтичні методи, такі як камуфляж або використання піднебінних експандерів (RME, MARPE), комбіновані (SARPE) та хірургічні підходи (остеотомія за ЛеФор I з сегментацією верхньої щелепи, розсіченням піднебінного шва і наступним вирівнюванням у відповідному положенні.

Ортодонтичні методи, що передбачають розширення верхньої зубної дуги за рахунок зубного та зубо-альвеолярного компонента включають брекет систему, ТРА (transpalatal arches), гвинти типу quad helix, та міжщелепні еластики. Втім їх застосування є обмеженим, оскільки існують чіткі біологічно-детерміновані межі переміщення зубів в умовах ТД базальної дуги. Вплив на скелетний компонент деформації, зокрема в зоні росту навколо піднебінного шва набуває в зв'язку з цим вирішального значення. Дотепер існує консенсус, згідно якого, для лікування пацієнтів з ТД ВЩ в дитячому віці основним методом є швидке розширення піднебіння (RME). Ця процедура є загально визнаною на основі більш ніж столітнього клінічного досвіду, а її позитивний вплив є добре описаним в літературі та підтверджений дослідженнями із високим рівнем доказовості [18, 26, 28].

Метод RME ґрунтується на застосуванні суттєвих двосторонніх сил під час закручування гвинта в пристроях типу RME-Нугах. Ці сили передаються через верхні моляри та премоляри до піднебінної кістки та області піднебінного шва. В результаті, при умові, що шов не осифікований, він розходить. Завдяки цьому, методика сприяє розширенню піднебіння. Рідше для цього застосовують комбіновані апарати із фіксацією на зубах і піднебінні (Hass expander) [22].

У дитячому віці, результати процедури є стабільними, незалежно від типу використовуваного ортодонтичного апарату. Втім, у підлітковому та дорослому віці ефективність розширення верхньої щелепи методом RME знижується через кальцифікацію та інтердигітацію краніофасціальних швів, зокрема піднебінного, що призводить до зростання механічної резистентності кісток [28, 36].

Точний вік, при якому відбувається повне окостеніння шва, що є критичним для застосування методу RME, в науковій літературі не визначено однозначно. Дослідження, які часто мають контроверсійний характер і не можуть бути вважатися остаточними, вказують на віковий діапазон повної осифікації піднебінного шва від 16 до 35 років [30,

36]. До того ж, новітні гістологічні дослідження виявили, що у багатьох осіб віком понад 70 років повне окостеніння шва не спостерігається в значному числі випадків [24, 32, 37, 39].

Деякі дослідження демонструють можливість застосування методики RME у підлітків та дорослих, втім більшість дослідників вважають такий підхід непередбачуваним і пов'язаним з великим ризиком розвитку побічних ефектів у цій віковій категорії. До таких ефектів належать буккальний нахил опорних зубів, пошкодження пародонта, зниження товщини та висоти альвеолярної кістки на щічній стороні, а також рецесія ясен [13, 36]. З огляду на це деякі автори досліджували можливість використання ортодонтичних мікроімплантів, встановлених на ділянці піднебіння для оптимізації прикладання механічної сили в зоні піднебінного шва [23]. Ця система, що отримала назву швидкого розширення піднебіння за допомогою мікроімплантів (MARPE), прикладає силу до мікроімплантів, які передають її безпосередньо на кістку, уникаючи переваження зубів чи пародонту. За останні роки цей підхід здобув значної популярності, були запропоновані різні конструкції апаратів та способи їх застосування. Проведені дослідження довели можливість ефективного застосування MARPE у дорослих осіб. Так в роботі [12] у пацієнтів дорослого віку було отримано рівень успіху 86,96 % зі стабільними результатами після 30 місяців спостереження. Натомість в роботах інших авторів, що застосовували подібні апарати для розширення ВЩ було відзначено значний ризик побічної дії (вестибулярний нахил зубів), так само, як і високу вірогідність рецидиву при поверненні нахилених зубів у вихідне положення [7, 26]. Обмеження існуючих методик виявляють значну потребу у використанні хірургічних та комбінованих підходів серед дорослих пацієнтів, які мають потребу в скелетному розширенні верхньої щелепи. До таких методів відносяться остеотомія за методом Ле Фор 1 з сегментацією верхньої щелепи, а також хірургічно асистоване розширення верхньої щелепи та піднебіння, відоме як SARME чи SARPE.

Перший підхід запропонований [37] та [29] передбачав проведення остеотомій ВЩ в тому числі із розсіченням піднебінного шва та формуванням декількох сегментів кістки, які в подальшому співставлялись в новому, анатомічно правильному положенні, а діастази між фрагментами заповнювались аутологічними кістковими трансплантатами. Остеотомія за Лефор із одномомент-

ною сегментацією показана при поєднаних трансверзальних і сагітальних та/або горизонтальних аномаліях, і дозволяє здійснити втручання в один етап, що зменшує навантаження на пацієнта пов'язане із необхідністю виконання 2 операцій під наркозом. Втім подібний підхід часто унеможливорює адекватну передопераційну ортодонтичну підготовку та збільшує операційні ризики, серед яких можливість глибоких судинних розладів із некротизацією сегментів кістки. Трансверзальні переміщення сегментів ВЩ при проведенні її остеотомії нерідко пов'язані із неможливістю фіксації результату в часі. Нестабільність положення кісткових фрагментів і часткова втрата отриманого результату відзначена у 29-40% випадків, що дозволяє розглядати трансверзальне переміщення кісткових уламків, як найменш стабільне переміщення в ортогнатичній хірургії.

Методика SARPE підвищує передбачуваність розширення та його ефективність, а також зменшує можливі побічні ефекти притаманні для апаратів RME [28]. Класично SARPE включає хірургічне розсічення піднебінного шва а також, за потреби виконання остеотомії ВЩ за LeFort I, що суттєво зменшує механічний опір бічним силам, які будуть прикладені при застосуванні ортодонтичних апаратів назубної або накісткової фіксації (піднебінний дистрактор TPD тощо) [7]. При застосуванні апаратів з опорою на кістку відбувається розходження (дистракція піднебінного шва) що супроводжується утворенням діастеми між центральними різцями та змінами на КТ або оклюзійних рентгенограмах (що є абсолютними ознаками скелетного розширення), при цьому побічні ефекти від прикладання значних зусиль на опорні зуби зменшуються. Вперше піднебінний дистрактор (Transpalatal Expander) був запропонований Mommaerts в 1999 році [27]. З того часу було розроблено низку подібних приладів, що знайшли широке застосування в клінічній практиці: Magdenburg palatal distractor, Martin Rapid Palatal Expander (KLSMartin Group, Jacksonville, FL), Rotterdam palatal distractor, MDO-R device (Orthognathics, Ltd, Zurich, Switzerland) та інші. Ризик ускладнень при проведенні SARPE є набагато меншим ніж у випадку проведення хірургічної сегментації ВЩ із наступним переміщенням фрагментів в нове положення. Незважаючи на свої очевидні клінічні переваги і контрольовані ризики, SARPE має низку обмежень, пов'язаних зі складністю втручання (що зазвичай потребує госпіталізації та загального знеболення), а також зі збільшенням фінансових витрат на лікування.

Перераховані способи лікування сильно відрізняються за скелетною складовою розширення, стабільністю отриманого результату, вартістю процедур, її інвазивністю і можливими ризиками. Скелетна складова в розширенні ВЩ становить для RME складає за даними різних авторів 21-40 % для SARPE, 46,3-55% і для MARPE близько 35 %), інша частина зумовлена переміщенням зубів під дією ортодонтичних апаратів. За даними авторів ангуляція зубів при цьому може сягати від 2,5 до 8 градусів і вище [9, 11-14, 19-21, 24, 27, 31, 35]. Отже лікування ТД ВЩ у пацієнтів дорослого віку є складним, має свої особливості і обмеження залежно від стану піднебінного шва, а вибір методу сильно залежить від величини ТД та інтегрального плану комплексного лікування. Автори вказують, що вибір методики розширення, конкретного типу апарату і режиму його активації на сьогоднішній день як правило не ґрунтуються на даних доказової медицини а більшою мірою визначаються суб'єктивними чинниками, а результати наукових досліджень з даного питання можуть протирічити одне одному крім того існують значні розбіжності в протоколах, методиках і конструктивних особливостях пристроїв для розширення, що суттєво ускладнюють інтерпретацію даних.

Мета дослідження. Визначення клінічної ефективності трьох різних способів розширення ВЩ у пацієнтів підліткового та дорослого віку із скелетними формами аномалій і деформацій кісток лицевого черепа: ортодонтичне розширення за допомогою назубної незнімної апаратури типу RME, розширення ВЩ із дисталізацією бокової групи зубів апаратом власної конструкції та SARME із використанням піднебінного дистрактору типу Smile distractor (Titamed, Бельгія), а також визначити границі застосування переваги і недоліки кожного із цих методів у пацієнтів зазначеної категорії.

Матеріали і методи дослідження. У цьому проспективному контрольованому дослідженні брали участь 75 пацієнтів із трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи (ТДВЩ), які отримували ортодонтичне лікування в контексті підготовки до ортогнатичних хірургічних втручань. Лікування проводилося на базі центру патології голови та ший КНП КОР КОКЛ. Пацієнти були поділені на три групи, що були однорідними за віковими та статевими ознаками, і розподілені залежно від методу лікування, який вони проходили.

Критерії для включення у дослідження включали:

1. Підтвердження наявності скелетних аномалій прикусу клінічно та рентгенологічно, асоційованих з трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи (ТДВЩ), що потребують хірургічного втручання.

2. Індикації для ортогнатичної хірургії з метою корекції сагітальних і/або вертикальних компонентів аномалії.

3. Необхідність у розширенні верхньої щелепи як обов'язкової частини прехірургічної ортодонтичної підготовки.

Критерії виключення були наступними: вік менше 14 років, хірургічні втручання спрямовані на усунення скелетної форми аномалії в минулому, пацієнти із краніо-фасціальними дізостозами та анкілозами СНЩС, наявність супутньої патології кісток лицевого черепа (пухлини, запальні процеси, наслідки раніше перенесених операцій і травм), що позначались на клінічних та цефалометричних характеристиках аномалії або впливали на план лікувальних заходів у пацієнта, відсутність хоча б одного із перших верхніх молярів, психічні та ендокринні захворювання, системні захворювання кісткової тканини, відмова хворого брати участь в дослідженні, неповне клініко-рентгенологічне документування випадку.

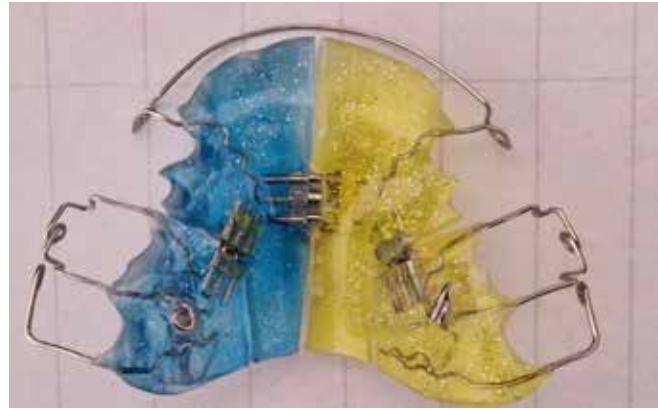
Від кожного з учасників дослідження було отримано письмову інформовану згоду на участь в дослідженні. Експертизу матеріалів роботи було проведено комісією з біоетики НМУ імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна (Протокол № 139 від 26.11.2020 р).

Способи розширення в клінічних групах. Всіх пацієнтів було розділено на 3 групи по 25 хворих. Обсяг вибірки було обраховано на основі відмінності середніх величин отриманих в подібних дослідженнях [23-27]. Для потужності експерименту 80 % на рівні значимості $p < 0,05$, мінімальна кількість хворих в кожній групі мала становити не менше 16. Рандомізації вибірки в клінічних групах не проводили, пацієнта відносили до тої чи іншої групи на підставі визначених показань до застосування кожного із досліджених методів лікування.

В першій групі розширення проводили використовуючи назубну ортодонтичну апаратуру типу RME назубною фіксацією складається із спаяних разом кілець, які одягаються на премоляри та моляри, припаяних до них втулок, в які вставляють розширюючий гвинт. Показанням до її застосування вважали ТД ВЩ, із необхідністю розширення верхньої зубної дуги в бокових відділах до 5 мм. (рис. 1).



А



Б



С

Рис. 1. Апарати застосовані для лікування ТД ВЩ в групах порівняння

А. Апарат типу RME з назубною фіксацією, що складається із спаяних разом кілець, які одягаються на премоляри та моляри, а також припаяних до них втулок, в які вставляють розширюючий гвинт. Б. Знімний апарат, що містив вестибулярну дугу, пластмасовий базис з трьома розпилами (серединно-сагітальний та два кутових в проекції альвеолярного відростку ВЩ на ділянці молярів), три одноосні гвинти і кламери Адамса, виконані з кільцеподібним завитком, а також металеві гачки, розташовані на бокових сегментах пластмасового базису для фіксації еластичних тяг, закріплених до ортодонтичних кнопок на вестибулярній та піднебінній поверхнях премолярів з метою їх корпусної дисталізації. С. Піднебінний дистрактор Smile distractor (Titamed, Бельгія).

В другій групі у пацієнтів використовували знімний апарат для розширення ВЩ та дисталізації бокових зубів ВЩ (Патент № 153502). Апарат містив вестибулярну дугу, пластмасовий базис з трьома розпилами (серединно-сагітальний та два кутових в проекції альвеолярного відростку верхньої щелепи на ділянці молярів), три посилені гвинти і кламери Адамса, виконані з кільцеподібним завитком, а також металеві гачки, розташовані на бокових сегментах пластмасового базису для фіксації еластичних тяг, які були закріплені до ортодонтичних кнопок, фіксованих на вестибулярній та піднебінній поверхнях премолярів для їх корпусної дисталізації. Показанням до застосування методики вважали ТД ВЩ зумовлений переважно зубоальвеолярним компонентом та стан окостеніння піднебінного шва, що відповідало класам А, В, С за [24].

В третій групі застосовували методику SARME, що передбачала проведення остеотомії ВЩ за Ле-Фор І (без повного щелепно-лице-

вого роз'єднання для уникнення ефекту «плаваючої щелепи») та розсічення піднебінного шва вздовж серединно-сагітальної площини, із наступним встановленням і активацією піднебінного дистрактору Smile distractor (Titamed, Бельгія). Операцію проводили в умовах стаціонару під загальним знеболенням. Для остеотомії ВЩ застосовували п'єзохірургічну техніку та тонкі долота. Піднебінний дистрактор, підбирали за типом-розміром вимірюючи відстань між піднебінними горбиками премолярів та встановлювали на рівні між другим премоляром та першим моляром фіксуючи самонарізними гвинтами до твердого піднебіння. До цієї групи відносили пацієнтів із скелетними формами ТД ВЩ, звуження верхнього зубного ряду за McNamara на рівні 31 мм і менше, потреба в розширенні більше ніж на 7 мм, окостеніння піднебінного шва, що відповідало класам D та E за [24] табл. 1.

Використовуючи ортодонтичні методики для лікування трансверзального дефіциту верхньої

Способи розширення ВЩ в клінічних групах

Група	Методика розширення	Режим активації	Показання до застосування
I група	Ортодонтичне розширення незнімними апаратами (RME) назубної фіксації	1 оберт гвинта (0,4mm) кожен третій день	ТД ВЩ, із необхідністю розширення верхньої зубної дуги в бокових відділах до 4-5 мм.
II група	Ортодонтичне розширення знімними апаратами власної конструкції (Патент № 153502) із дисталізацією бокових зубів ВЩ	1 оберт гвинта (0,4mm) кожен 7 день.	ТД ВЩ зумовлений переважно зубоальвеолярним компонентом та станокостеніння піднебінного шва, що відповідало класам А, В, С
III група	Хірургічно асистоване розширення ВЩ із використанням апарату Smile distractor (Titamed, Бельгія) із накістковою фіксацією	Активуємо на 7 день після операції 2-3 оберти (0,4 mm) на день.	скелетні формами ТД ВЩ, звуження верхнього зубного ряду за McNamara на рівні 31 мм і менше, потреба в розширенні більше ніж на 5 мм, окостеніння піднебінного шва, що відповідало класам D та E

Джерело : власна розробка автора

щелепи (ТД) ВЩ швидкість розширення зменшували порівняно з традиційними протоколами RME для уникнення негативних ефектів з боку парадонта та надмірної ангуляції опорних зубів (враховували значну протидію з боку повністю сформованих кісткових структур/контрфорсів ВЩ у пацієнтів дорослого віку). Застосування методу SARME, який включає остеотомію вертикальних контрфорсів верхньої щелепи та роз'єднання піднебінного шва, значно збільшує швидкість її розширення. Всіх пацієнтів було обстежено із використанням клінічних, рентгенологічних (зокрема томографічних) методів, крім того пацієнтам проводили аналіз діагностичних моделей в динаміці лікувального процесу. Клінічне обстеження пацієнтів проводили за загальноприйнятою методикою, що включала в себе збір анамнезу, опитування та анкетування пацієнтів.

Другий клінічний етап включав: огляд обличчя, оцінка співвідношення зубів та прикусу, фотопротокування та виготовлення діагностичних моделей на початку лікування і після його завершення. Діагноз ТД встановлювали на підставі клінічних даних, які ми отримали на основі антропометричних даних та КПКТ. Всім пацієнтам для діагностики та планування ортодонтичного (а за потреби – і хірургічного лікування) було проведено КТ лицевого черепа на томографі на апараті Philips 128 slice. Контрольне КТ проводили по завершенні етапу розширення верхньої зубної дуги безпосередньо перед проведенням ортодонтичної операції. Отримані дані у вигляді файлів формату DICOM імпортували в програмне забезпечення Proplan CMF 3,0,1, для подальшого аналізу. Після конвертації зображення, використовували

ючи кістковий режим контрастування, проводили аналіз клінічної ситуації та здійснювали побудову 3D моделей. Природне положення голови (*natural head position*) завдавали за положенням Франкфуртської горизонталі (за умови виразної асиметрії лицевого черепа необхідну корекцію здійснювали в ручному режимі). Для діагностики наявних сагітальних та вертикальних аномалій прикусу застосовували метод 3D цефалометрії, детально описаний в роботі [39].

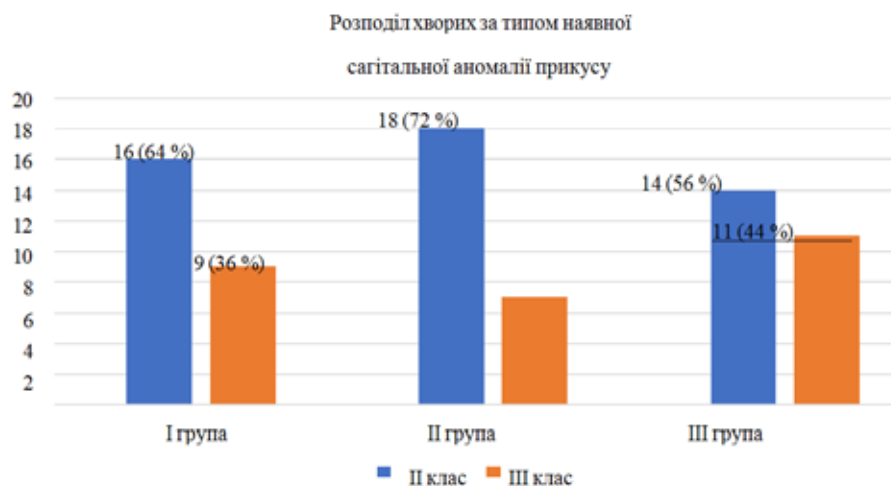
Отримані діагностичні моделі оцифрували із використанням цифрового інтраорального 3D-сканера Medit i500 (Франція). Після чого проводили вимірювання в програмному середовищі забезпечення Proplan CMF 3.0.1. Ширину ВЩ в бокових відділах визначали за методом Pont: на перших премолярах її вимірювали між точками, що розташовані посередині міжгорбкової фісури, а на перших молярах – між точками у передніх поглибленнях поздовжньої фісури. До того ж вимірювали ширину верхньої зубної дуги за McNamara, як відстань між найближчими точками верхніх перших молярів. За даними КТ визначали відстань між точками біфуркації перших молярів ВЩ і НЩ (ці точки відповідають вершині альвеолярного відростку), між точками, що відповідають верхівці піднебінного кореня верхніх перших молярів, а також між точками J, що відповідають пересіченню вилично-альвеолярного гребня із вилично-верхньощелепним швом.

Результати та їх обговорення. Серед пацієнтів, що увійшли в дослідження склали чоловіки та жінки, вік хворих коливався від 18 років до 41 років в середньому становив $28 \pm 1,5$ років. Розподіл хворих за віком і статтю наведено в табл 2.

Таблиця 2

Розподіл хворих за віком і статтю

Вік	I група		II група		III група		Всього
	чоловіки %	жінки %	чоловіки %	жінки %	чоловіки %	жінки %	
18-20	2(18,18)	2(14,29)	3(60)	6(30)	1(10)	0%	14
21-25	6(54,54)	5(35,72)	2(40)	8(40)	1(10)	7(46,66)	29
Старші 25	3(27,27)	7(50)	0%	6(30)	8(80)	8(53,33)	32
Всього	11(100)	14(100)	5(100)	20(100)	10(100)	15(100)	100



А.



Б

Рис. 2. Розподіл хворих в групах порівняння за типом наявних скелетних форм сагітальних (А) та вертикальних (Б) аномалій прикусу, асоційованих із ТД

Джерело: власна розробка автора.

У всіх хворих, включених в дослідження були наявні сагітальні аномалії прикусу, що вимагали хірургічної корекції. II скелетний клас був наявний у 65,3 % хворих, III клас у 34,6 %, сагітальні аномалії прикусу ускладнювались відкритим прикусом

в 22,6 %, і глибоким прикусом в 25,3 %. Розподіл хворих за типом наявних сагітальних та вертикальних аномалій прикусу наведений на рис 2 а, б.

Середня тривалість розширення становила в I групі 4±0,5 міс в II групі 7±0,4 міс, і в III групі

14±0,5днів. В ході розширення бажаний клінічний ефект розширення і відповідно прехірургічної ортодонтичної підготовки відповідно до критеріїв наведених в роботі був досягнутий у 70 (93,3 %) пацієнтів. В 5 випадках результати розширення були незадовільними через розвиток небажаних клінічних ефектів та ускладнень. У 2 хворих першої групи розширення ВЩ довелося зупинити через надмірну (більше 10°) ангуляцію опорних зубів і появу виразної рецесії ясен. У 1 хворого II групи величина розширення виявилась недостатньою, крім того було відзначено надмірну ротацію других премолярів в процесі дисталізації. В III групі в одному випадку невірний вибір розміру піднебінного дистрактора, призвів до асиметричного та небажаного розширення в ділянці молярів, ще в 1 випадку бажаний результат не був досягнутий через порушення пацієнтом режиму активації дистрактору.

Відстані між основними референтними точками, визначені на діагностичних моделях та за даними КТ в групах порівняння наведені в таблиці 4. Середня величина розширення ВЩ на різних ділянках представлена на рис. 3. табл. 3.

Дотепер питання розширення ВЩ у дорослих осіб зі скелетними формами аномалій прикусу є предметом активного професійного обговорення, при чому думки дослідників з цього приводу залишаються контрверсійними. Необхідність розширення верхньої щелепи у пацієнтів з сагітальними або вертикальними аномаліями прикусу, що супроводжуються трансверзальним дефіцитом, визнається більшістю фахівців без сумнівів [8-13], оскільки воно дозволяє збільшити розміри зубного ряду та здійснити пра-

вильну ортодонтичну підготовку до ортогнатичної хірургії. Це, в свою чергу, дозволяє досягти точного співставлення зубних рядів в бажаному положенні, уникнути блокування при лінійних та ротаційних переміщеннях кісткових фрагментів під час виконання ортогнатичних операцій, забезпечити результат, більш прийнятний з біомеханічної точки зору. Дискусійним є питання способу розширення, режиму активації ортодонтичної апаратури та забезпечення стабільного результату в часі. Ефективність використання ортодонтичних апаратів RME для розширення верхньої щелепи у дорослих викликає сумніви, у зв'язку із збільшенням супротиву кістки на ділянці піднебінного шва, що піддається окостенінню та збільшенню опору кістки на ділянці сформованих контрфорсів середньої зони обличчя [8].

Натомість інші автори вказують на можливість застосування знімної та незнімної апаратури у даної категорії пацієнтів, вказуючи на те, що ступінь ТД може бути незначною, або помірною, а окостеніння шва в молодому віці спостерігається не у всіх пацієнтів, і добре візуалізується на КТ, що дозволяє відібрати пацієнтів у яких відносно простий і дешевий ортодонтичний метод розширення може розглядатись як потенційно дієвий [9, 40]. Водночас наголошується на доцільності адаптації режимів ортодонтичного навантаження до наявних клініко-анатомічних умов [3].

У пацієнтів із більш виразним ТД, що супроводжується скелетним звуженням ВЩ, перехресним прикусом на ділянці бокових зубів, та окостенінням піднебінного шва ортодонтичне розширення має суттєві обмеження до використання; під дією знімної та незнімної ортодонтичної апаратури

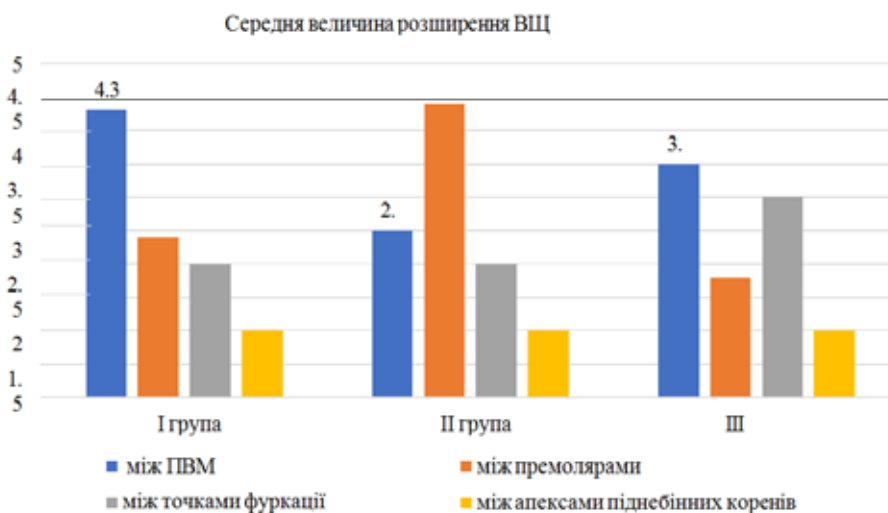


Рис. 3. Середня величина розширення ВЩ в групах порівняння

Таблиця 3

Ефективність розширення ВЩ при застосуванні різних типів ортодонтичних конструкцій

Параметри	Знімні апарати для					
	Незнімні апарати RME із назубною фіксацією		розширення ВЩ із дисталізацією бокових зубів		Піднебінні дистрактори з накістковою фіксацією	
	до початку лікування	після завершення активної фази розширення	до початку лікування	після завершення активної фази розширення	до початку лікування	після завершення активної фази розширення
Відстань між першими верхніми молярами за Pont (mm)	47,16±0,99	51,24±1,04	48,21±1,05	50,07±2,41	43,64±0,97	51,42±1,83
Відстань між першими верхніми премолярами за Pont (mm)	34,3±1,21	38,05±1,10	37,06±1,15	39,02±1,18	29,34±3,39	36,78±1,02
Ширина піднебіння за MacNamara (відстань між найближчими точками верхніх перших молярів) (mm)	41,13±0,61	42,24±0,67	42,41±0,65	44,2±0,93	32,22±4,57	38,41±4,08
Відстань між точками фуркації верхніх перших молярів (mm)	47,22±0,53	48,82±0,75	48,25±0,66	49,37±0,68	41,08±3,25	47,18±3,07
Відстань між точками фуркації нижніх молярів (mm)	45,19±0,85	45,19±0,85	47,02±1,02	47,02±1,02	46,44±0,86	46,44±0,86
Відстань між апексами піднебінних коренів верхніх перших молярів (mm)	42,3±0,64	42,55±0,71	43,15±0,88	43,33±0,93	54,05±5,26	62,07±5,91
Відстань J-J (mm)	65,14±0,94	65,31±0,88	68,69±0,83	68,78±0,92	63,5±2,24	64,67±1,96
Діастема між центральними різцями (mm)	0	0,93±1,91	0	0,33±0,18	0	7,8±0,96
Невідповідність між вщ і нщ (mm)	2,02±0,95	3,63±1,09	1,21±1,13	2,24±1,27	-5,35±4,12	0,68±3,16

Джерело: власна розробка автора

розширення зубного ряду відбувається переважно за рахунок нахилу молярів та премолярів (і, значно-меншою мірою, за рахунок корпусного переміщення зубів), надмірна величина якого створює несприятливі умови для сприйняття і перерозподілу жувального навантаження, а також низку парадонтальних проблем в зоні інтересу. В подібних випадках автори вказують на доцільність застосування методик, пов'язаних із хірургічним розсіченням піднебінного шва, встановлення апаратів для MARPE, та піднебінних дистракторів типу Magdenburg palatal distractor, Martin Rapid Palatal Expander (KLSMartin Group, Jacksonville, FL), Smile distractor (Titamed, Бельгія) та ін. В нашій роботі можливості зазначених методів розширення вивчалися в порівняльному аспекті у складній категорії дорослих пацієнтів, що мали

скелетні форми сагітальних аномалій прикуса (як II так і III класу зокрема, поєднаних із вертикальними аномаліями), і потребували хірургічної корекції із використанням методів ортогнатичної хірургії. ТД в цих випадках, обтяжував існуючу скелетну аномалію і був пов'язаний із нею етіопатогенетично. Розширення ВЩ у всіх випадках виконували в рамках прехірургічної ортодонтичної підготовки Ми свідомо не розглядали хірургічний спосіб розширення ВЩ, оснований на проведенні інтраопераційної сегментації ВЩ із переміщенням її фрагментів в нове положення, у зв'язку зі значними операційними ризиками і високим ризиком післяопераційних рецидивів. Всі 3 досліджених нами методи розширення ВЩ (незнімні апарати RME, знімна апаратура для розширення верхнього зубного ряду та дисталізації

бокових зубів, а також методика SARME з використанням піднебінного дистрактора із накістковою фіксацією) продемонстрували достатню, статистично вірогідну величину розширення на ділянці молярів та премолярів (за Pont), а також в точці біфуркації перших верхніх молярів. Очевидно, що абсолютна величина розширення в групах порівняння була різною, що визначалось різними показаннями до застосування методик і відповідно різним співвідношенням між ВЩ і НЩ на початку лікування. Так, відмінності між шириною ВЩ та НЩ в точці біфуркації перших верхніх молярів на початку лікування в I групі (незнімні апарати RME) склали в середньому $2,02 \pm 0,95$ мм, а в II групі (знімні апарати) $1,2 \pm 1,13$ мм. Отже об'єктивна потреба в розширенні в цих групах була не значною, а ТД визначався більшою мірою положенням і нахилом зубів. В III групі відмінності між шириною ВЩ та НЩ становили в середньому $5,35 \pm 4,12$ мм, що вимагало обов'язкового скелетного розширення.

Розширення на ділянці молярів і премолярів було найбільшим в III групі, воно становило відповідно $7,7 \pm 1,83$ мм та $7,4 \pm 1,02$ мм відповідно, а найменшим в II групі – $1,93 \pm 0,2$ мм та $1,96 \pm 0,3$ мм відповідно. В I і II групі розширення відбувалось майже виключно в зубо-альвеолярному сегменті, про що свідчила відсутність вірогідних змін у відстані між верхівками піднебінних коренів перших верхніх молярів, і утворення мінімальної за розміром діастеми між центральними різцями, що майже не була пов'язана із розкриттям піднебінного шва. На відміну від багатьох авторів, які відзначали певне скелетне розширення при застосуванні подібних апаратів у дітей і підлітків, в нашій серії скелетний компонент розширення в I і II групах був мінімальним, навіть за відсутності повного окостеніння піднебінного шва, що ми пов'язували зі значним опором вертикальних контрфорсів ВЩ, які були повністю сформовані і добре мінералізовані у всіх досліджених пацієнтів. Натомість застосування SARME в III групі дозволяло досягнути розширення переважно за рахунок базального компоненту. Нахил зубів в процесі переміщення кісткових фрагментів легко корегувався брекет системою і еластичними тягами. Ширина ВЩ на рівні верхівок піднебінних коренів верхніх перших молярів вірогідно зростала, співвідношення між точками біфуркації перших молярів ВЩ і НЩ в середньому збільшувалось на $7,7 \pm 1,83$ мм. У випадку зміщення кісткових фрагментів під дією дистрактору відбувалось клінічно та рентгенологічно підтверджене

розходження піднебінного шва, що супроводжувалось утворенням діастеми між центральними різцями, яка сягала 7-9 мм, а в середньому становила $7,8 \pm 0,96$ мм. В ході подальшого лікування на брекет системі закривали діастему за допомогою ортодонтичних пружин та еластичного ланцюжка. Обов'язковою умовою для закриття діастеми було корпусне переміщення центральних різців, щоб корені по відношенню один до іншого зберігали свою паралельність. Відзначене в III групі незначне збільшення відстані J-J (в середньому на 1,2 мм) не мало великого клінічного значення і було пов'язано із процесами репаративної регенерації і перебудови кістки на ділянці остеотомії, що в усіх випадках проходила нижче вилично-верхньощелепного шва.

Результати дослідження таким чином свідчать, що невеликі розширення, за рахунок переміщення і зміни нахилу верхніх зубів у пацієнтів із незначним ТД ВЩ, можуть бути успішно усунуті незнімною або знімною ортодонтичною апаратурою, що дозволяє кардинально зменшити інвазивність і вартість лікування. Натомість складні випадки із скелетними формами ТД і значною невідповідністю базальних сегментів ВЩ і НЩ, вимагають обов'язкового застосування SARME. Отримані нами дані також підкреслюють велике значення не лише піднебінного шва, але й вертикальних контрфорсів ВЩ у дорослих осіб, на що вказують і роботи даних [8, 31]. На відміну від авторів [31 та 8] ми не спостерігали скелетного розширення в дослідженій когорті пацієнтів при застосуванні апаратів RME та знімної ортодонтичної апаратури, навіть у пацієнтів із неповним або відсутнім окостенінням піднебінного шва. Всі переміщення відбувались лише в межах зубо-альвеолярного сегменту. Цей факт можна пояснити збільшенням мінеральної насиченості і жорсткості кортикальної кістки ВЩ на ділянці вилично-альвеолярного гребеня, бокової стінки носа, лобного відростка ВЩ тощо, а також відносно низькою швидкістю розширення, порівняно із рекомендаціями [31] та [8], що могло бути недостатнім для розриву частково-окостенілого піднебінного шва. Натомість розширення піднебінним дистрактором відбувалось, майже виключно за рахунок кісткового компоненту, на відміну від даних [31], та [8] що досліджуючи апарати SARPE і MARPE вказували на величину скелетного розширення в межах 46,3-55 % та 35 % відповідно. Вказані відмінності пов'язані 1) із конструктивними особливостями Smile distractor, що мав виключно накісну фіксацію, 2) усуненням

точок резистентності кістки при проведенні її остеотомії за ЛеФор I та 3) можливістю повністю скорегувати ротаційний компонент переміщення кісткових фрагментів в ході подальшого ортодонтичного лікування брекет системою.

Проведене дослідження має низку обмежень, зокрема пацієнти в групах порівняння відрізнялися за характером і важкістю ортодонтичної патології, крім того можливості і принципи дії апаратів, застосованих в різних групах відрізняються, що визначало різні показання до застосування кожного із методів розширення. В роботі не вивчалась стабільність отриманих результатів в часі та особливості ведення ретенційного періоду. Останнє обумовлене тим, що для пацієнтів, залучених до дослідження, процедура розширення верхньої щелепи виступала як підготовчий етап перед виконанням ортогнатичних хірургічних втручань.

Висновки. Отже, використання незнімної ортодонтичної апаратури типу RME, знімних апаратів власної конструкції для розширення ВЩ із дисталізацією бокової групи зубів (патент України №№ 153502) та SARME із використанням піднебінного дистрактору Smile distractor (Titamed, Бельгія) дозволило досягнути бажаного розширення і прийнятних клінічних результатів в 92-96 % випадків. Середня величина розширення на ділянці молярів і премолярів було найбільшою при застосуванні SARME, де вона становила відповідно $7,7 \pm 1,83$ мм та $7,4 \pm 1,02$ мм відповідно, а найменшою при застосуванні знімних апаратів $1,93 \pm 0,2$ мм та $1,96 \pm 0,3$ мм відповідно.

В усіх випадках застосування знімних та незнімних ортодонтичних апаратів розширення відбувалось майже виключно в зубо-альвеолярному сегменті, за рахунок корпусного переміщення і нахилу зубів, натомість застосування SARME дозволяло досягнути скелетного розширення за рахунок базального компоненту, про що свідчило вірогідне збільшення ширина ВЩ на рівні верхівок піднебінних коренів верхніх перших молярів на $5,35 \text{ мм} \pm 4,12 \text{ мм}$ ($U=84,000$ $p<0,05$), а також утворення діастеми між центральними різцями за рахунок розходження піднебінного шва в середньому на $7,8 \pm 0,96$ мм. Збільшення співвідношення ширини ВЩ і НЩ на рівні фуркації перших молярів було вірогідно більшим при застосуванні SARME і становило $6,2 \pm 3,07$ мм проти $1,6 \pm 0,75$ мм. при застосуванні апарату RME та $1,12 \pm 0,66$ мм при застосуванні знімних апаратів ($p<0,05$).

У пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу та незначним ТД ВЩ невеликі розширення, можуть бути успішно проведені незнімною або знімною ортодонтичною апаратурою за рахунок переміщення і зміни нахилу верхніх зубів, натомість складні випадки із скелетними формами ТД і потребою в розширенні більше 6 мм, вимагають обов'язкового застосування SARME.

Література:

1. Angelieri, F., Cevidanes, L. H. S., Franchi, L., Gonçalves, J. R., Benavides, E., & McNamara Jr, J. A. (2013). Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(5), 759–769. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.04.022>
2. Angell, E. (1860) Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos*, 1, 540–544.
3. Asscherickx, K., Govaerts, E., Aerts, J., & Vande Vannet, B. (2016). Maxillary changes with bone-borne surgically assisted rapid palatal expansion: A prospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(3), 374–383. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.08.018>
4. Baccetti, T., Sigler, L. M., & McNamara, J. A., Jr (2011). An RCT on treatment of palatally displaced canines with RME and/or a transpalatal arch. *European journal of orthodontics*, 33(6), 601–607. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjq139>
5. Bejeh Mir, A., Bejeh Mir, K., Bejeh Mir, M., & Haghanifar, S. (2016). A unique functional craniofacial suture that may normally never ossify: A cone-beam computed tomography-based report of two cases. *Indian Journal of Dentistry*, 7(1), 48. <https://doi.org/10.4103/0975-962x.179375>
6. Betts, N. J., Vanarsdall, R. L., Barber, H. D., Higgins-Barber, K., & Fonseca, R. J. (1995). Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 10(2), 75–96.
7. Bortolotti, F., Solidoro, L., Bartolucci, M. L., Incerti Parenti, S., Paganelli, C., & Alessandri-Bonetti, G. (2019). Skeletal and dental effects of surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review of randomized controlled trials. *European Journal of Orthodontics*, 42(4), 434–440. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjz057>
8. Byloff, F. K., & Mossaz, C. F. (2004). Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *European journal of orthodontics*, 26(4), 403–409. <https://doi.org/10.1093/ejo/26.4.403>
9. Carlson, C., Sung, J., McComb, R. W., Machado, A. W., & Moon, W. (2016). Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult.

- American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(5), 716–728. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.04.043>
10. Chamberland, S., & Proffit, W. R. (2011). Short-term and long-term stability of surgically assisted rapid palatal expansion revisited. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(6), 815–822.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.04.032>
11. Choi, S.-H., Shi, K.-K., Cha, J.-Y., Park, Y.-C., & Lee, K.-J. (2016). Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *The Angle Orthodontist*, 86(5), 713–720. <https://doi.org/10.2319/101415-689.1>
12. Christie, K. F., Boucher, N., & Chung, C. H. (2010). Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: a cone-beam computed tomography study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(4 Suppl), S79–S85. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.11.024>
13. Chung, C. H., & Goldman, A. M. (2003). Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *European journal of orthodontics*, 25(4), 353–358. <https://doi.org/10.1093/ejo/25.4.35>
14. D'Antò, V., Bucci, R., Franchi, L., Rongo, R., Michelotti, A., & Martina, R. (2015). Class II functional orthopaedic treatment: a systematic review of systematic reviews. *Journal of oral rehabilitation*, 42(8), 624–642. <https://doi.org/10.1111/joor.12295>
15. Franchi, L., & Baccetti, T. (2005). Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. *Orthodontics & craniofacial research*, 8(1), 21–28. <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2004.00312.x>
16. Franchi, L., Baccetti, T., & McNamara, J. A., Jr (1999). Treatment and posttreatment effects of acrylic splint Herbst appliance therapy. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 115(4), 429–438. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(99\)70264-7](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70264-7)
17. Franchi, L., Baccetti, T., Lione, R., Fanucci, E., & Cozza, P. (2010). Modifications of midpalatal sutural density induced by rapid maxillary expansion: A low-dose computed-tomography evaluation. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(4), 486–13A. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.10.028>
18. Garrett, B. J., Caruso, J. M., Rungharassaeng, K., Farrage, J. R., Kim, J. S., & Taylor, G. D. (2008). Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 134(1), 8–9. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.06.004>
19. Goldenberg, D. C., Goldenberg, F. C., Alonso, N., Gebrin, E. S., Amaral, T. S., Scanavini, M. A., & Ferreira, M. C. (2008). Hyrax appliance opening and pattern of skeletal maxillary expansion after surgically assisted rapid palatal expansion: a computed tomography evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 106(6), 812–819. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.02.034>
20. Gurgel, J. A., Tiago, C. M., & Normando, D. (2014). Transverse changes after surgically assisted rapid palatal expansion. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(3), 316–322. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.10.001>
21. Haas, A. J. (1970). Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *American Journal of Orthodontics*, 57(3), 219–255. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(70\)90241-1](https://doi.org/10.1016/0002-9416(70)90241-1)
22. Handelman, C. S., Wang, L., BeGole, E. A., & Haas, A. J. (2000). Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *The Angle orthodontist*, 70(2), 129–144. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2000\)070<0129:NRMEIA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2000)070<0129:NRMEIA>2.0.CO;2)
23. Kartalian, A., Gohl, E., Adamian, M., & Enciso, R. (2010). Cone-beam computerized tomography evaluation of the maxillary dentoskeletal complex after rapid palatal expansion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 138(4), 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.10.025>
24. Lagravère, M. O., Heo, G., Major, P. W., & Flores-Mir, C. (2006). Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 137(1), 44–53. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0020>
25. Lagravere, M. O., Major, P. W., & Flores-Mir, C. (2005). Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *The Angle orthodontist*, 75(6), 1046–1052. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2005\)75\[1046:LSCWRM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2005)75[1046:LSCWRM]2.0.CO;2)
26. Lim, H. M., Park, Y. C., Lee, K. J., Kim, K. H., & Choi, Y. J. (2017). Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Korean journal of orthodontics*, 47(5), 313–322. <https://doi.org/10.4041/kjod.2017.47.5.313>
27. McNamara, J. A., & Bagramian, R. A. (1999). Prospective survey of percutaneous injuries in orthodontic assistants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 115(1), 72–76. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(99\)70318-5](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70318-5)
28. Melsen, B., & Melsen, F. (1982). The postnatal development of the palatomaxillary region studied on

human autopsy material. *American journal of orthodontics*, 82(4), 329–342. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(82\)90467-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90467-5)

29. Melsen, B., & Rölla, G. (1975). Cura di bambini con elevato numero di carie [Treatment of children with extensive dental caries]. *Prevenzione stomatologica*, 1(5), 49–55.

30. Ngan, P., Nguyen, U. K., Nguyen, T., Tremont, T., & Martin, C. (2018). Skeletal, Dentoalveolar, and Periodontal Changes of Skeletally Matured Patients with Maxillary Deficiency Treated with Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion Appliances: A Pilot Study. *APOS Trends in Orthodontics*, 8, 71–85. https://doi.org/10.4103/apos.apos_27_18

31. N'Guyen, T., Ayril, X., & Vacher, C. (2008). Radiographic and microscopic anatomy of the mid-palatal suture in the elderly. *Surgical and radiologic anatomy : SRA*, 30(1), 65–68. <https://doi.org/10.1007/s00276-007-0281-6>

32. Northway, W. M., & Meade, J. B., Jr. (1997). Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *The Angle Orthodontist*, 67(4), 309–320. [doi:10.1043/0003-3219\(1997\)067<0309:SARMEA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1997)067<0309:SARMEA>2.3.CO;2)

33. Obwegeser H. L. (1969). Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae. The "dish-face" deformity. *Plastic and reconstructive surgery*, 43(4), 351–365. <https://doi.org/10.1097/00006534-196904000-00003>

34. Park, J. J., Park, Y. C., Lee, K. J., Cha, J. Y., Tahk, J. H., & Choi, Y. J. (2017). Skeletal and dentoalve-

olar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *Korean journal of orthodontics*, 47(2), 77–86. <https://doi.org/10.4041/kjod.2017.47.2.77>

35. Persson, M., & Thilander, B. (1977). Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *American Journal of Orthodontics*, 72(1), 42–52. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(77\)90123-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(77)90123-3)

36. Poorsattar Bejeh Mir, K., Poorsattar Bejeh Mir, A., Bejeh Mir, M. P., & Haghanifar, S. (2016). A unique functional craniofacial suture that may normally never ossify: A cone-beam computed tomography-based report of two cases. *Indian Journal of Dentistry*, 7(1), 48–50. [doi:10.4103/0975-962X.179375](https://doi.org/10.4103/0975-962X.179375)

37. Steinhauser, E. (1972). Midline splitting of the maxilla for correction of malocclusion. *Journal of oral surgery*, 30(6), 413–422.

38. Stuart, D. A., & Wiltshire, W. A. (2003). Rapid palatal expansion in the young adult: time for a paradigm shift?. *Journal (Canadian Dental Association)*, 69(6), 374–377.

39. Swennen, G.R. (ed.). (2017). *3D Virtual Treatment Planning of Orthognathic Surgery: A Step-by-Step Approach for Orthodontists and Surgeons*. Berlin, Heidelberg: Springer. 568 p.

40. Wehrbein, H., & Yildizhan, F. (2001). The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *European journal of orthodontics*, 23(2), 105–114. <https://doi.org/10.1093/ejo/23.2.105>