

## ОРТОГНАТИЧНА ХІРУРГІЯ

УДК 616.314-089.23+616.71-007.43-089.28+004.932:616.314  
DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2023.4.16>

**М.М. Столярчук,**

аспірант кафедри щелепно-лицьової 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](mailto:marynastoliarchuk@gmail.com)

**А.В. Копчак,**

доктор медичних наук, професор,  
завідувач кафедри щелепно-лицьової 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](mailto:kopchak@ua.fm)

### ТОЧНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ОРТОГНАТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТРИВИМІРНОГО ЦИФРОВОГО ПЛАНУВАННЯ У ПАЦІЄНТІВ З ТРАНСВЕРЗАЛЬНИМ ДЕФІЦИТОМ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ

**Вступ.** Стаття присвячена вдосконаленню методик ортогнатичної хірургії за допомогою застосування тривимірного цифрового планування, з метою підвищення точності хірургічних втручань для корекції трансверзального дефіциту верхньої щелепи. **Метою** дослідження є аналіз точності проведення ортогнатичних операцій з використанням тривимірного цифрового планування у пацієнтів з ТД ВЩ, які потребують хірургічно асистованого розширення піднебіння (SARME) на стадії прехірургічної ортодонтичної підготовки. **Матеріали та методи.** У дослідженні використовувалась вибірка з 50 пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформації щелеп, які проходили лікування за період з 2019 по 2023 роки. 50 пацієнтів з ТД ВЩ та сагітальними/вертикальними аномаліями прикусу були розділені на 2 групи: основна група (n=25): SARME з використанням дистрактора Smile distractor (Titamed, Бельгія) на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки та контрольна група (n=25): ТД ВЩ відсутній або скорегований раніше. В обох групах ортогнатичні операції проводились за повним цифровим протоколом з використанням даних 3D-комп'ютерної томографії (КТ) та віртуального планування. Використання тривимірного планування дозволило оптимізувати прехірургічну підготовку та визначити оптимальні параметри хірургічного втручання. Результати дослідження продемонстрували значне збільшення точності ортогнатичних операцій, зменшення ризику рецидивів та побічних ефектів із

незначними відхиленнями від планованих показників. Авторами здійснено детальний аналіз ефективності застосування цифрового планування для забезпечення точності ортогнатичних операцій у пацієнтів з різними формами скелетних аномалій щелеп. **Наукова новизна** полягає у підтвердженні ефективності SARME як методики, що дозволяє оптимізувати прехірургічну підготовку та підвищити точність ортогнатичних операцій у пацієнтів з трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи (ТД ВЩ). Встановлено, що використання дистрактора Smile distractor (Titamed, Бельгія) для розширення ВЩ дозволяє досягти високого рівня точності прогнозованості результату, що є значним досягненням у поліпшенні якості життя пацієнтів. **Висновки** підтверджують високу ефективність застосування цифрових технологій у ортогнатичній хірургії для пацієнтів з ТД ВЩ, що дозволяє забезпечити кращу прецизійність та прогнозованість результатів лікування, мінімізуючи ризик ускладнень. **Обмеження** дослідження включали негомогенність вихідних умов пацієнтів за скелетним класом, типом росту та наявністю відкритого або глибокого прикусу, що може вплинути на універсальність та точність отриманих результатів.

**Ключові слова:** ортогнатична хірургія, тривимірне цифрове планування, трансверзальний дефіцит верхньої щелепи, аномалії прикусу.

**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](mailto: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](mailto:kopchak@ua.fm)

### ACCURACY OF ORTHOGNATHIC SURGERY USING THREE- DIMENSIONAL DIGITAL PLANNING IN PATIENTS WITH TRANSVERSE MAXILLARY DEFICIENCY

**Introduction.** The article is devoted to the improvement of orthognathic surgery techniques through the use of three-dimensional digital planning in order to increase the accuracy of surgical interventions for the correction of transverse maxillary deficiency. The **aim** of the study is to

analyze the accuracy of orthognathic surgery using three-dimensional digital planning in patients with TMD requiring surgically assisted palatal expansion (SARME) at the stage of preoperative orthodontic preparation. **Materials and methods.** The study used a sample of 50 patients with skeletal forms of jaw anomalies and deformities who were treated from 2019 to 2023. 50 patients with TMJ TD and sagittal/vertical malocclusion were divided into 2 groups: the main group (n=25): SARME with the use of Smile distractor (Titamed, Belgium) at the stage of preoperative orthodontic preparation and the control group (n=25): No or previously corrected TMJ TD. In both groups, orthognathic operations were performed according to a full digital protocol using 3D computed tomography (CT) data and virtual planning. The use of three-dimensional planning allowed us to optimize preoperative preparation and determine the optimal parameters of surgery. The results of the study demonstrated a significant increase in the accuracy of orthognathic operations, a reduction in the risk of recurrence and side effects with minor deviations from the planned indicators. The authors conducted a detailed analysis of the effectiveness of digital planning to ensure the accuracy of orthognathic surgery in patients with various forms of skeletal anomalies of the jaws. The **scientific novelty** lies in the confirmation of the effectiveness of SARME as a technique that allows to optimize preoperative preparation and improve the accuracy of orthognathic surgery in patients with transverse maxillary deficiency (TMD). It has been established that the use of the Smile distractor (Titamed, Belgium) for TMJ expansion allows to achieve a high level of accuracy of predictability of the result, which is a significant achievement in improving the quality of life of patients. **The conclusions** confirm the high efficiency of digital technologies in orthognathic surgery for patients with TD of the TMJ, which allows for better accuracy and predictability of treatment results, minimizing the risk of complications. **Limitations** of the study included the heterogeneity of the initial conditions of patients in terms of skeletal class, growth type, and the presence of an open or deep bite, which may affect the versatility and accuracy of the results.

**Key words:** orthognathic surgery, three-dimensional digital planning, transverse maxillary deficiency, malocclusion.

**Постановка проблеми.** Основним завданням ортогнатичної хірургії є корекція аномалій і деформацій лицевого черепа, пов'язаних із порушеннями прикусу, зміною розмірів, форми та співвідношення щелеп, які негативно позначаються на естетичних параметрах обличчя. До проведення ортогнатичних операцій вдаються частіше у пацієнтів дорослого віку, коли модифікація росту щелеп або ортодонтичний камуфляж виявились неефективними або неможливими. Проведенню хірургічного втручання при застосуванні традиційних підходів передують прехірургічна ортодонтична підготовка, основними задачами якої є декомпенсація і вирівнювання зубних дуг, закриття міжзубних проміжків, формування кривої Шпее, та встановлення бажаного передньо-

заднього та вертикального положення різців верхньої і нижньої щелепи.

За наявності скелетних форм аномалій прикусу, що супроводжуються дисбалансом між базальними дугами верхньої (ВЩ) та нижньої щелепи (НЩ) в процесі росту і розвитку організму розвиваються виразні зміни зубоальвеолярних сегментів. Ці зміни носять компенсаторний характер і спрямовані на досягнення оклюзійних контактів, що в умовах скелетного дисбалансу є біомеханічно неповноцінними (навіть, якщо вони досягаються). Прикладом подібних компенсаторних змін зубо-альвеолярного сегменту є ретрузія нижніх різців та протрузія верхніх різців у пацієнтів з III скелетним класом згідно досліджень L. Franchi та T. Vaccetti [7].

В цих випадках недостатня декомпенсація зубних дуг та неякісна ортодонтична підготовка, є вагомим чинником, що знижує ефективність операції, визначає невідповідність отриманого і запланованого результату та збільшує ризик рецидиву в ранньому післяопераційному періоді. Вона зумовлює те, що при переміщенні остеотомованих сегментів щелеп зуби можуть створювати перешкоди їх встановленню в правильному положенні, та визначають біомеханічні умови, що сприяють виникненню рецидиву при функціональному навантаженні.

Найбільшу складність для прехірургічної ортодонтичної підготовки представляють собою пацієнти із важкими формами трансверзального дефіциту (ТД) верхньої щелепи (ВЩ), що супроводжуються різким звуженням верхнього зубного ряду, зміною його форми, утворенням перехресного прикусу на ділянці молярів та пермолярів, скрученістю фронтальної групи зубів та утворенням «щічних коридорів». Загалом, ТД ВЩ зустрічається приблизно у 10-23 % осіб в популяції [1, 4, 6, 10].

Він може виступати, як самостійна патологія, але частіше поєднується із іншими (сагітальними та вертикальними) формами аномалій зубощелепної системи і за відсутності відповідного лікування не має тенденції до самостійної/спонтанної корекції. У пацієнтів дорослого віку, що звертаються для проведення ортогнатичних втручань, частота ТД ВЩ перевищує 30 %, переважно за рахунок скелетних форм [16].

Водночас, скелетне розширення, необхідне для адекватної прехірургічної підготовки зубних дуг, у дорослих осіб становить значні проблеми через окостеніння піднебінного шва та збільшення мінеральної щільності інших кісткових

структур ВЩ, що протидіють механічній силі активованого ортодонтичного апарату. У процесі використання незнімних та знімних ортодонтичних конструкцій з фіксацією на зубах обсяг небажаних ортодонтичних переміщень (наприклад – буккальний нахил опорних зубів) суттєво зростає, водночас збільшується ризик рецидиву і побічних ефектів, таких як – ушкодження пародонту, зменшення товщини та висоти альвеолярної кістки зі щічного боку, рецесія ясен, тощо.

Тому, у пацієнтів дорослого віку широко застосовують інший (комбінований) підхід – хірургічно-асистоване розширення верхньої щелепи/піднебіння SARME/SARPE. Методика SARME підвищує передбачуваність розширення ВЩ та його ефективність, а також зменшує можливі побічні ефекти застосування апаратів назубної фіксації [14]. Класично SARPE передбачає хірургічне розсічення піднебінного шва а також, за потреби виконання остеотомії ВЩ за LeFort I (з або без роз'єднання на ділянці крило-щелепного шва), що суттєво зменшує механічний опір бічним силам, які будуть прикладені при застосуванні ортодонтичних апаратів назубної або накісткової фіксації (Trans Palatal Distractor, TPD) [5, 6].

При застосуванні останніх, TPD дистрактор фіксують на піднебінній частині альвеолярної кістки в ділянці молярів і премолярів через піднебінні розрізи, або трансмукозно. При активації апарату в подальшому поперечний рух кісткових фрагментів, і, відповідно скелетне розширення є максимальним, а зміщення і нахил зубів мінімізується.

Вперше TPD сучасного типу був запропонований Mommaerts в 1999 році [13]. 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. 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. Крім того, проведення остеотомії ВЩ її сегментація та післяопераційна перебудова кістки потенційно можуть впливати на ризики і клінічну ефективність ортогнатичних операцій на другому (хірургічному) етапі лікування скелетних форм аномалій прикусу. Однак дане питання розглядалося лише в поодиноких

дослідженнях Pogrel (1992) із низьким рівнем доказовості. Залишається практично не вивченим вплив величини прехірургічного розширення на досягнуті в ході операції результати та їх стабільність [15].

Більш глибоке дослідження цих питань дозволить, на нашу думку, більш чітко висловитись про показання, переваги і недоліки, а також клінічні можливості комбінованого розширення ВЩ (SARME) із використанням піднебінних дистракторів у дорослих пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, що потребують ортогнатичної хірургії.

**Мета дослідження.** Аналіз точності виконання ортогнатичних операцій у пацієнтів зі скелетними аномаліями прикусу, особливо тих, що супроводжуються значним трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи (ТД ВЩ), і які потребують хірургічно асистованого розширення піднебіння (SARME) на стадії прехірургічної ортодонтичної підготовки.

Завданням статті є порівняння точності таких операцій з точністю процедур, проведених у пацієнтів, для яких розширення верхньої щелепи не було показано.

Нульова гіпотеза дослідження полягала у відсутності істотної різниці в клінічній ефективності та частоті ускладнень ортогнатичних втручань у пацієнтів з темпоромандибулярними дисфункціями (ТД ВЩ) після проведення ефективного скелетного розширення на прехірургічному ортодонтичному етапі порівняно з пацієнтами, які не потребували прехірургічного розширення верхньої щелепи (ВЩ).

**Матеріали і методи.** Матеріалом даного проспективного контрольованого дослідження були 50 пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформацій щелеп, які звернулися до центру патології голови та шиї Комунального неприбуткового підприємства Київської обласної ради Київської обласної клінічної лікарні (КНП КОР КОКЛ) м. Київ, Україна, для проведення хірургічного лікування (двощелепні ортогнатичні операції за стандартним протоколом) за період з 2019 по 2023 рр.

Критерії включення були наступні:

1) наявність клінічно і рентгенологічно-підтвердженої скелетної форми аномалій прикусу із наявним сагітальним компонентом (кут ANB $\leq$ 00, або $\geq$ 40);

2) наявність показань до проведення двощелепних ортогнатичних операцій спрямованих на усунення сагітального та/або вертикального компоненту аномалії.

Критерії виключення були наступними: вік менше 16 років, хірургічні втручання спрямовані на усунення скелетної форми аномалії в минулому, пацієнти із краніо-фаціальними дізостозами та анкілозами СНЩС, вроджені незрощення верхньої губи і піднебіння, наявність супутньої патології кісток лицевого черепа (пухлини, запальні процеси, наслідки раніше перенесених операцій і травм), що позначались на клінічних характеристиках аномалії або впливали на план лікувальних заходів у пацієнта, виразна асиметрія НЩ (відхилення підборіддя від серединно-сагітальної площини більше 6 мм), 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).

Всі пацієнти були розділені на 2 групи залежно від діагнозу і застосованого методу лікування. В І (основну) групу увійшли 25 пацієнтів зі скелетною формою ТД ВЩ, що обтяжувала наявні сагітальні та вертикальні аномалії. Пацієнтам цієї групи на етапі прехірургічної ортодонтічної підготовки проводили розширення ВЩ комбінованим методом (SARME), що передбачав виконання остеотомії ВЩ за Ле-Фор І 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 і тонкі долота. Повного щелепно-лицевого роз'єднання не проводили для уникнення ефекту «плаваючої щелепи».

Піднебінний дистрактор, підбирали за типорозміром вимірюючи відстань між піднебінними горбиками премолярів і встановлювали на рівні між другим премоляром та першим моляром, фіксуючи самонарізними гвинтами до твердого піднебіння. Активацію дистрактору починали на 7 день після операції зі швидкістю 0,4 mm в день (2–3 оберти) до досягнення необхідної величини розширення в бокових відділах. Величину розходження піднебінного шва оцінювали за збільшенням діастеми між центральними різцями.

В подальшому дистрактор утримували до завершення прехірургічної ортодонтічної підготовки пацієнта.

В II групі (контрольній) прехірургічна підготовка проводилась за допомогою традиційних брекет–систем і не передбачала проведення будь-якого апаратного розширення: ТД ВЩ був відсутній або повністю скорегований в ході раніше проведеного ортодонтічного лікування в дитячому/підлітковому віці.

В обох групах після ортодонтічної підготовки планували і виконували двощелепні ортогнатичні операції відповідно до повного цифрового протоколу. При цьому діагностика, планування та оцінка ефективності хірургічного втручання базувалась на даних 3-D цефалометрії за даними КТ до та після операції, а також результатів передопераційного віртуального планування. Дані КТ, файли із змодельованим (оптимальним) результатом та таблиці із розрахованими цефалометричними показниками зберігали для подальшого аналізу і порівняння. Основними результуючими параметрами вважали відмінності в середніх значеннях запланованих та отриманих в ході операції цефалометричних показників. До того ж, враховували абсолютні відмінності, як величну невідповідність між цефалометричними параметрами безвідносно до характеру неспівпадіння за напрямком.

Методика проведення комп'ютерної томографії (КТ). Всім пацієнтам для діагностики та планування ортогнатичних втручань та прехірургічної ортодонтічної 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 формату DICOM імпортували в програмне забезпечення Proplan CMF 3.0, (Materialise, Leuven, Belgium) для подальшого аналізу. На першому етапі проводили сегментацію зображень в діапазоні рентгенологічної щільності кістки, зубів та м'яких тканин. Природне положення голови (natural head position) завдавали за положенням Франкфуртської горизонталі FH (за умови виразної асиметрії лицевого черепа необхідну корекцію здійснювали в ручному режимі). КТ проводили до початку прехірургічної ортодонтічної підготовки, після її завершення (не раніше ніж за 6 тижнів до операції) та протягом 2 тижнів після операції (період

Таблиця 1  
**Цефалометричні точки, визначені при аналізі  
 3-D КТ лицевого черепа у пацієнтів зі скелетними  
 формами аномалій та деформацій прикусу**

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
Orbitale	Or	Найбільш виступаюча 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
Menton	Me	Найнижча точка підборіддя в серединно-сагітальній площині
Articulare	Ar	Точка перетину нижнього краю основи черепа з дорсальним контуром віросткового 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 віросткового відростка НЩ
Pronasale	Ns	Найбільш виступаюча точка кінчика носа
Labrum superior	Ls	Найбільш виступаюча точка верхньої губи
Labrum inferior	Li	Найбільш виступаюча точка нижньої губи
Pogonion м'яких тканин	Pog (s)	Найбільш виступаюча 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
Molar	MoL та MoU	Точка у передніх поглибленнях поздовжньої фісури нижніх/верхніх молярів
Molar furcation	BifMoL та BifMoU	точка біфуркації нижніх та верхніх перших молярів відповідно
Molar Apex	ApMoU	Верхівка піднебінного кореня верхнього першого моляру

Джерело : узагальнено автором на основі аналізу [19].

утримання фінального сплїнта/капи, протягом якого жодних постхірургічних ортодонтичних переміщень не проводили). Методика 3-D цефалометрії. Після 3-D реконструкції на моделях було визначено наступні 19 кісткових, назубних та м'яко-тканинних точок, що відповідали важливим анатомічним орієнтирам і детально описані в алгоритмах 3-D та 2-D цефалометрії (табл. 1).

Для проведення подальших розрахунків було створено наступні референтні площини та лінії: МР (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 3-D моделі, натомість сагітальні та вертикальні виміри проводили в режимі латеральної цефалограми, проєктуючи елементи тривимірного анатомічного об'єкта і реперні точки на серединно-сагітальну площину.

В режимі латеральної цефалограми визначали кути Oc-FH, FH-Mp, Oc-Mp, SNA, SNB, ANB, Ar-Go– Mp, S-N-Gn, а також відстані між точками N і Me, та від точок Li та Ls до E-line. Дослідження трансверзальних параметрів до та після розширення проводили лише в основній групі. Воно включало прями вимірювання відстані між точками правої і лівої сторони JR-JL, MoR-MoL, ZR-ZL, ApMoUL-ApMoUR, BifMoUL та BifMoUR.

Планування ортогнатичних операцій. Віртуальне планування хірургічних втручань проводили в програмному забезпеченні ProPlan і CMF 3.0 (Materialise, Leuven, Belgium) за методикою Arnett (1999) [18].

Після проведення передопераційної цефалометрії та визначення характеру наявної аномалії, всім пацієнтам було виготовлено діагностичні моделі, які оцифрували за допомогою оптичного сканеру Medit i500. Франція. та імпортували в програмне середовище Proplan CMF 3.0, (Materialise, Leuven, Belgium, об'єднуючи їх із моделями щелеп. Створеними на основі КТ. Далі, використовуючи інструменти програмного забезпечення, проводили віртуальні остеотомії ВЩ на рівні Ле Фор I, НЩ по типу двосторонньої площинної остеотомії за Dal Pont-Obvegesser та остеотомію підборіддя (за потреби). Сегменти кістки, що утворювались після цього відділяли і перемі-

щували один відносно іншого відповідно, контролюючи базові цефалометричні індекси і намагаючись привести їх у відповідність до референтних значень, в межах існуючих хірургічних можливостей. В ході моделювання створювали stl моделі 2 оклюзійних сплінтів (навігаційних назубних шаблонів):

1) сплінт для переміщення ВЩ відносно інтактної НЩ;

2) фінальний сплінт для встановлення сегменту НЩ в правильне положення і досягнення остаточної оклюзії. За потреби створювали додаткові навігаційні шаблони для остеотомії кісток, позиціонування гілок НЩ, підборіддя, тощо. Віртуальні моделі цих лікувальних пристроїв в форматі stl експортували в програмне середовище САМ і виготовляли за допомогою 3-D принтера (Formlabs, Form 2, USA) using photopolymer.

**Методика виконання ортогнатичних втручань.** Хірургічний протокол двощелепних ортогнатичних операцій був однаковим в обох групах. Втручання проводили під загальним знеболенням в умовах контрольованої гіпотонії. Операцію розпочинали із остеотомії ВЩ за Le Fort I, яку проводили за допомогою п'єзохірургічної техніки та тонких долот, (в основній групі цей етап в більшості випадків виявлявся непотрібним, оскільки він проводився на прехірургічному етапі). За допомогою спеціальних щипців проводили повне щелепно-лицеве роз'єднання та мобілізацію сегменту ВЩ. Далі, після встановлення голівок НЩ в правильному положенні, за допомогою першого сплінта проводили переміщення та/або ротацію ВЩ із наступною фіксацією 4 L-подібними накісними пластинами на ділянці носо-лобних контрфорсів та вилично-альвеолярних гребенів. Сагітальна та трансверзальна позиція ВЩ при цьому повністю задавалися сплінтом. Натомість вертикальну позицію ВЩ визначали на основі вимірювання відстаней між референтними точками відповідно рекомендацій Schwestka-Polly [17]. Нижню щелепу фрагментували виконуючи стандартні двосторонні площинні остеотомії (BSSO) без ушкодження нижньоальвеолярних нервів а також остеотомії підборіддя відповідно рекомендацій S. Grybauskas [2].

Після переміщення сегментів НЩ і їх встановлення в правильне положення їх фіксували накісними пластинами і гвинтами системи Titamed (Бельгія).

Ушивання операційних ран проводили пошарово резорбтивним синтетичним шовним матеріалом. В післяопераційному періоді для стабі-

лізації прикусу застосовували оклюзійні капи та міжщелепні еластичні тяги. Всі пацієнти отримували системну антибактеріальну профілактику тривалістю 5 днів препаратами пеніцилінового чи цефалоспоринового рядів, а також місцеві антисептики для обробки ран в порожнині рота.

**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 Ст'юдента чи критерій Манна-Уїтні, відповідно. Статистичні розрахунки проводили в програмному середовищі SPSS Statistics v.22 (IBM SPSS, США). Критичний рівень значимості ( $p$ ) було прийнято рівним 0,05 для двосторонньої критичної області.

**Результати та їх обговорення.** Серед 25 пацієнтів, що увійшли в дослідження та відповідали критеріям включення і виключення переважали жінки, що склали 70%. Вік хворих коливався від 18 до 40 років і в середньому становив  $28 \pm 5,6$  роки. 34,6 % хворих відносились до III скелетного класу, (кут ANB в цій групі коливався від  $-1^\circ$  до  $-11^\circ$ , а в середньому становив  $-3,5 \pm 2,6^\circ$ ), 65,3% хворих належали до II скелетного класу (кут ANB коливався від  $4^\circ$  до  $10^\circ$ , а в середньому становив  $5,4 \pm 1,7^\circ$ ).

У свою чергу 28 % пацієнтів мали вертикальний тип росту а 72 % – горизонтальний. Сагітальні аномалії ускладнювались відкритим прикусом у 22,6 % випадків (переважно III скелетний клас, або II клас I підклас за Енглеєм) і глибоким прикусом у 25,4% (переважно II клас II підклас за Енглеєм).

Параметри розширення ВЩ у пацієнтів основної групи досягнуті на прехірургічному етапі були наступними: відстань між першими верхніми премолярами за Pont – на  $7,7 \pm 1,83$  мм, відстань між точками фуркації верхніх перших молярів – на  $7,1 \pm 1,8$  мм, відстань між апексами піднебінних коренів верхніх перших молярів – на  $7,6 \pm 1,2$  мм, при цьому діастема між центральними різцями в середньому складала  $7,8 \pm 0,96$  мм, а відстань J-J залишалась практично не змінною (збільшення на  $1,2 \pm 0,5$  мм, що було статистично не значимим). Розширення ВЩ відбувалось протягом 14 днів, переважно за рахунок скелетного

Таблиця 2

## Розподіл пацієнтів за типом скелетної аномалії прикусу в групах порівняння

	Основна група	Контрольна група	Всього
Скелетний клас – II клас (ANB>4°) – III клас (ANB<0°)	65,4% 34,6%	68,5% 31,5%	67% 33%
Тип росту – Вертикальний (кут Ar-Go-MP >130°), – горизонтальний (Ar-Go-MP <130°)	28% 72%	32% 68%	31% 69%
Ускладнення – відкритий прикус – глибокий прикус	22,6% 25,4%	20,5% 23,4%	22% 26%

Джерело: власна розробка авторів

Таблиця 3

## Середні значення показників латеральної цефалометрії у пацієнтів в групах порівняння до та після проведення хірургічного лікування

Показник	Основна група		Контрольна група	
	До лікування	Після лікування	До лікування	Після лікування
Кут FH-Mp	28,68±8,9	28.96±8.55	29,8±7.2	29.04±5.02
Кут FH-Ос	11,64±5,5	12.76±4.92	9,37±4.4	8.8±1.58
Кут ANB	3,56±2.5	2.48±0.8	1,76±5.0	2.8±0.64
Відстань N-Me мм	117,05±25,03	119.36±25.1	119,18±24.2	116.96±9.7
Кут Ос-Mp	18,56±6,6	19,86±7,6	21,08±5,9	20,68±4.9
Кут SNA	81,44±6,17	81,12±6,16	81,66±4.5	81,52±0.8
Кут SNB	77,88±6,11	128,4±25,7	80,12±7,8	78.68±1.14
Кут Ar-Go-Mp	131,2±26,6	125,16±12,8	134,44±8,3	133.12±3.84
Кут S-N-Gn	67,2±14,4	66,28±13,3	65,56±5,2	65.04±3.59
Відстань E-line – Li мм	4,36±2,9	0,08±1,6	5,16±3,6	0.12±1.6
Відстань E-line – Ls, мм	1,79±2,2	1,04±0,5	2,4±3,0	1.28±0.45

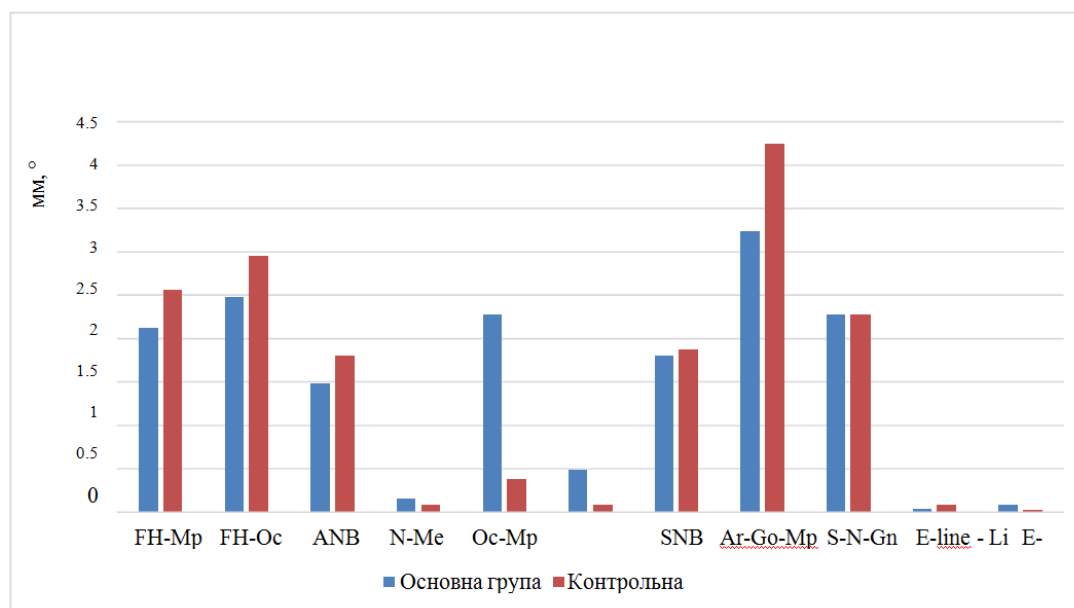
Примітка: \* відмінності між основною і контрольною групою вірогідні з  $p < 0.05$ 

Рис. 1. Середні відмінності між запланованим та отриманим результатом ортогнатичних операцій в групах порівняння

компоненту. Це дозволило провести якісну пре-хірургічну ортодонтичну підготовку відповідно до критеріїв наведених в роботі S. Grybauskas [2]. Показники 3-D цефалометрії у пацієнтів в групах порівняння наведені в табл. 3

Абсолютна величина відмінностей між запланованим та отриманим результатом в групах порівняння наведені на рис. 1.

В сучасній ортогнатичній хірургії віртуальне планування і проведення хірургічних втручань на основі CAD/CAM технології (використання пацієнт-специфічних сплінтів, фіксаторів, навігаційних шаблонів тощо) набуває широкого застосування і демонструє низку переваг порівняно із традиційними аналоговими методами. Крім того, що вона покращує візуалізацію краніофасціальних деформацій (особливо трансверзальних порушень і асиметрій), виготовлення допоміжних медичних пристроїв може бути пов'язано із меншими затратами часу, зменшенням ризику помилок на етапі планування та реалізації хірургічної тактики, а також збільшенням прецизійності втручання в цілому.

Зважаючи на високі очікування пацієнтів від ортогнатичних втручань та їх бажання відтворити віртуальний план з максимальною точністю, уникнення девіацій та невідповідностей на етапі реалізації віртуального плану операції набуває особливого значення. Багато досліджень пов'язують можливість точного переміщення остеотомованих кісткових сегментів та стабільність їх утримання і новому положенні після операції із якістю передопераційної ортодонтичної підготовки.

Втім її проведення у пацієнтів із скелетним (за рахунок базальної дуги) звуженням ВЩ становить непросту задачу. Без відповідного розширення в бокових відділах і створення достатньої відстані між іклами та премолярами проведення ефективної декомпенсації зубної дуги із завданням правильної позиції фронтальної групи зубів, завдання оптимального торку і ангуляції, тощо. У дорослих осіб скелетні форми трансверзального дефіциту важко піддаються лікуванню через знижений потенціал росту і перебудови кістки, осифікацію та інтердигтацію піднебінного шва та збільшення опору з боку кісткових структур (контрфорсів ВЩ) ортодонтичному розширенню. Апарати механічної дії (типу RME), що демонструють високу ефективність у пацієнтів дитячого віку мають суттєві обмеження у пацієнтів дорослого віку: при опорі апарата на зуби сила розширення гвинта призводить надмірного

нахилу та вестибулярного зміщення зубів, що супроводжується втратою вестибулярної стінки альвеоли та формуванням рецесії ясен. В цих випадках досягнення бажаних з біомеханічної та анатомічної точки зору співвідношень зубних дуг є практично неможливим. Тому у пацієнтів дорослого віку для розширення ВЩ використовують переважно хірургічний та комбінований (SARME) методи. Хірургічний метод передбачає 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 трансплантами, для покращення стабільності і оптимізації репаративної регенерації кістки. Він практично виключає можливість ефективної прехірургічної підготовки зубних дуг: більшість ортодонтичних переміщень виконується в післяопераційному періоді. У свою чергу подібний підхід збільшує операційні ризики, серед яких можливість глибоких судинних розладів із некротизацією сегментів кістки, а також високий ризик рецидиву в післяопераційному періоді: нестабільність положення кісткових фрагментів і часткова втрата отриманого результату відзначена в 29–40 % випадків, що робить трансверзальне переміщення кісткових сегментів, як найменш передбачуваним переміщенням в ортогнатичній хірургії [3, 11, 20].

Методика SARME позбавлена вказаних недоліків і демонструє високу ефективність у розширенні верхньої зубної дуги у дорослих осіб, натомість її вплив на ефективність наступних ортогнатичних операцій практично не вивчався. З точки зору високо прицезійної хірургії щелеп за повним цифровим протоколом у пацієнтів з ТД, яким проводиться розширення існує низка факторів здатних впливати на ефективність ортогнатичної операції. Серед них наступні:

- можливість достатнього скелетного розширення для розміщення бокових та фронтальних зубів в правильному положенні на прехірургічному етапі;
- співвідношення зубо-альвеолярного та скелетного компонентів при розширенні ВЩ.
- необхідність проведення остеотомій в зоні майбутнього втручання і перебіг репаративних процесів, що може змінювати топографію та властивості кістки на цій ділянці

Стан піднебінного шва, що після роз'єднання зазвичай перебуває в стані фіброзного зрощення і зумовлює додаткові ступені свободи кісткових



сегментів, що впливає на стабільність їх фіксації. Дане дослідження ставило метою вивчити вплив процедури SARME в ході прехірургічної ортодонтичної підготовки на ефективність і точність проведення двощелепних ортогнатичних втручань. В якості контрольної групи було обрано пацієнтів без ознак ТД ВЩ де в ході передопераційної підготовки апаратне розширення не проводили. В якості основного інструмента оцінки точності/прецизійності ортогнатичних операцій застосовували 3D цефалометрію, за якою визначали відмінності в основних клінічно-значимих цефалометричних параметрах між віртуальним планом хірургічного втручання і реально отриманим післяопераційним результатом.

Нами було встановлено, що при проведенні ортогнатичних втручань, як у хворих із наявним трансверзальним дефіцитом, яким на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки застосовували методику SARME, так і у пацієнтів, що не мали ознак ТД ВЩ відзначались певні невідповідності між запланованим та отриманим результатом. Сам факт наявності таких невідповідностей, а також причини їх виникнення детально описані в роботах [8, 9, 12].

Невідповідності були меншими для лінійних параметрів, особливо таких, що могли бути виміряні і контрольовані під час проведення операції (вертикальна висота обличчя, тощо).

Натомість кутові параметри виявлялись менш прогнозованими, а відхилення в значенні цефалометричних кутів – вищими. Так позиція ВЩ, по сагіталі (що завдавалась кутом SNA) при використанні, навігаційних шаблонів і сплінтів, відтворювалась достатньо точно і здебільшого відповідала плану хірургічного лікування, натомість відхилення при здійсненні ротаційних переміщень ВЩ виявлялись більшими. Відхилення при позиціонуванні НЩ були більшими ніж для ВЩ, причому найбільші невідповідності в ранньому післяопераційному періоді були відзначені для кута Ar-Go-Mp. Останні були зумовлені, як складністю точно контролювати кутові переміщення сегментів НЩ та позиціонувати суглобові голівки в оптимальному функціональному положенні, так і деформацією системи фіксатор-кістка (що не є абсолютно жорсткою) під тягою м'язів, які кріпляться до НЩ. Невідповідність отриманої і запланованої величини кута Ar-Go-Mp позначалась на положенні оклюзійної площини і МР, що вимагало певної корекції (зокрема застосування еластиків) на етапі постхірургічного ортодонтичного лікування.

Достеменно відомо, що трансляційні відмінності менше 2 мм і ротаційні, менше 4° вважались клінічно не значимими. Для середньої лінії допустима величина відхилення є меншою і становить менше 1 мм [14]. З цієї точки зору в дослідженні нами серії задовільні результати по таким параметрам, як ANB та NMe були досягнуті у всіх хворих, а відстані верхньої та нижньої губи до E-line у 88 %. За іншими параметрами невідповідності, що виходили за межі референтного діапазону відзначались частіше: FHMp – 8 %, FHOc – 12 %, SNGn – 16%. Найбільш часто великі невідповідності відзначали при відтворенні кута Ar-Go-Mp – 32 %.

Таким чином, ортогнатична хірургія проведена за цифровим протоколом демонструвала високу ефективність в усуненні сагітального компоненту аномалії (88-100 %), а певні девіації на невідповідності запланованого і отриманого результату, що були пов'язані переважно із ротаційними переміщеннями щелеп значною мірою могли бути скоректовані на постхірургічному ортодонтичному етапі.

При цьому відмінності в отриманих параметрах і невідповідності запланованого і отриманого результату у пацієнтів основної і контрольної групи виявлялись недостовірними для всіх цефалометричних показників. Досягнута величина розширення в основній групі, що в середньому становила  $7,7 \pm 1,83$  мм виявлялась цілком достатньою для встановлення зубів в позиції необхідній для зіставлення зубів в правильному положенні на етапі проведення хірургічного втручання. При застосуванні піднебінних дистракторів розширення відбувалось переважно за рахунок скелетного компоненту із мінімальними змінами в зубо-альвеолярному сегменті. Особливості виконання остеотомій при SARME, не мали жодних негативних впливів на проведення операції, як з точки зору виконання операційних прийомів, так і ризику інтра та постопераційних ускладнень. Це дозволяє рекомендувати SARME, як надійну і прогнозовану методику розширення ВЩ, у дорослих пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки. Можна стверджувати, що проведення хірургічно-асистованого розширення ВЩ, дозволяє створити умови для проведення ортогнатичних операцій із точністю, що вірогідно не відрізняється від пацієнтів, що не мали ТД ВЩ і не потребували розширення.

Серед обмежень даного дослідження – негомогенність досліджених груп з точки зору харак-

теру скелетної аномалії: хворі відрізнялись за скелетним класом, типом росту та наявністю відкритого/глибокого прикусу. В зв'язку з цим середні значення цефалометричних параметрів, як вихідних, так і отриманих в ході операції не давали уявлення власне про характер патології і ефективність її усунення а розглядалися лише з точки зору точності відтворення запланованого результату в групах, однорідних за типами наявних скелетних аномалій. До того ж, результати лікування і складність точного відтворення запланованого результату залежить від типу наявної аномалії. Отже дослідження впливу розширення ВЩ окремо для різних скелетних класів та підкласів може бути одним із напрямків подальших досліджень.

**Висновки.** 1. Ортогнатична хірургія виконана за повним цифровим протоколом після проведення прехірургічної ортодонтичної підготовки характеризується високим рівнем точності і прогнозованості: невідповідності між віртуальним планом і отриманим клінічним результатом за основними цефалометричними показниками були менше  $4^\circ$  для кутових параметрів і 2 мм для лінійних параметрів у 100 % хворих для кута ANB та відстані NMe, у 88 % для відстані верхньої та нижньої губи до E-line, 92% – FHMP, 96 % для SNA, OcMP, 88 % для FHOc, 86 % для SNGn та 78 % для кута Ar-Go-Mp.

2. Найменші невідповідності були виявлені для лінійних параметрів, що могли бути виміряні інтраопераційно, а також для параметрів що визначали сагітальні переміщення ВЩ відносно основи черепа (кут SNA). Натомість ротаційні переміщення для ВЩ та НЩ, пов'язані із зміною нахилу оклюзійної площини та MP, демонстрували більшу невідповідність запланованого та отриманого результату. Найменша точність відтворення була притаманна для кута Ar-Go-Mp (в середньому  $4^\circ+1,5^\circ$ ).

3. При проведенні SARME із використанням дистрактору Smile distractor (Titamed, Бельгія), на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки в основній групі середня величина розширення складала  $7,7\pm 1,83$  мм. Збільшення відстані між молярами і премолярами ВЩ відбувалось переважно за рахунок скелетного компоненту при мінімально вираженому нахилі та корпусному зміщенні зубів в процесі розширення.

4. Розширення ВЩ із використанням дистрактору Smile distractor (Titamed, Бельгія), дозволяло встановити зуби в оптимальному або допустимому прехірургічному положенні у всіх пацієнтів

основної групи, а ефективність проведення ортогнатичних операцій, спрямованих на усунення сагітальних та вертикальних аномалій прикусу у пацієнтів цієї групи, визначена на основі розрахунку невідповідностей між запланованим та/або отриманим результатом вірогідно не відрізнялась від пацієнтів контрольної групи, що на початку ортодонтичної підготовки не мали ознак ТД ВЩ.

5. Проведення SARME на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки не супроводжується збільшенням ризику післяопераційних ускладнень, а також виникненням будь-яких додаткових технічних складнощів при проведенні двошелепних ортодонтичних втручань за стандартним протоколом.

## References:

1. Egermark-Eriksson, I., et al. (1990). A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents. *The European Journal of Orthodontics*, 12(4), 399–407. <https://doi.org/10.1093/ejo/12.4.399>
2. Grybauskas, S., et al. (2018). An interview with Simonas Grybauskas. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(4), 14–35. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.4.014-035.int>
3. Bays, R. A., & Greco, J. M. (1992). Surgically assisted rapid palatal expansion: An outpatient technique with long-term stability. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(2), 110–113. [https://doi.org/10.1016/0278-2391\(92\)90352-z](https://doi.org/10.1016/0278-2391(92)90352-z)
4. Brunelle, J. A., Bhat, M., & Lipton, J. A. (1996). Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988–1991. *Journal of Dental Research*, 75(2\_suppl), 706–713. <https://doi.org/10.1177/002203459607502s10>
5. Cureton, S. L., & Cuenin, M. (1999). Surgically assisted rapid palatal expansion: Orthodontic preparation for clinical success. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 116(1), 46–59. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(99\)70302-1](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70302-1)
6. Betts, N. J., Vanarsdall, R. L., Barber, H. D., et al. (1995). Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 10(2), 75–96. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9082002/>
7. 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 and Craniofacial Research*, 8(1), 21–28. <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2004.00312.x>
8. Gogna, N., Johal, A. S., & Sharma, P. K. (2020). The stability of surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): A systematic review. *Journal of*

- Cranio-Maxillofacial Surgery*, 48(9), 845–852. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2020.07.003>
9. Karabiber, G., & Yılmaz, H. N. (2021). Does unilateral surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) lead to perinasal asymmetry? *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*. <https://doi.org/10.1007/s00056-021-00333-y>
10. Kurol, J., & Berglund, L. (1992). Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. *The European Journal of Orthodontics*, 14(3), 173–179. <https://doi.org/10.1093/ejo/14.3.173>
11. Lanigan, D. T., Hey, J. H., & West, R. A. (1990). Aseptic necrosis following maxillary osteotomies: Report of 36 cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48(2), 142–156. [https://doi.org/10.1016/s0278-2391\(10\)80202-2](https://doi.org/10.1016/s0278-2391(10)80202-2)
12. Loriato, L., & Ferreira, C. E. (2020). Surgically-assisted rapid maxillary expansion (SARME): Indications, planning and treatment of severe maxillary deficiency in an adult patient. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 25(3), 73–84. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.25.3.073-084.bbo>
13. Mommaerts, M. Y. (1999). Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 37(4), 268–272. <https://doi.org/10.1054/bjom.1999.0127>
14. 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. [https://doi.org/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)
15. Pogrel, M. A., Kaban, L. B., Vargervik, K., & Baumrind, S. (1992). Surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 7(1), 37–41.
16. Proffit, W. R., Turvey, T. A., & Phillips, C. (1996). Orthognathic surgery: A hierarchy of stability. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 11(3), 191–204. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9456622/>
17. Schweska-Polly, R. (2004). Fortschritte in der gelenkbezüglichen kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie. *Informationen aus Orthodontie & Kieferorthopädie*, 36(4), 205–218. <https://doi.org/10.1055/s-2004-832448>
18. Arnett, G. W., et al. (1999). Soft tissue cephalometric analysis: Diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 116(3), 239–253. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(99\)70234-9](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70234-9)
19. Swennen, G. R. (2017). *3D Virtual Treatment Planning of Orthognathic Surgery: A Step-by-Step Approach for Orthodontists and Surgeons*. Springer, Berlin, Heidelberg.
20. Wolford, L. M., Karras, S., & Mehra, P. (2002). Concomitant temporomandibular joint and orthognathic surgery: A preliminary report. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 60(4), 356–362. <https://doi.org/10.1053/joms.2002.31220>