

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

СТОЛЯРЧУК МАРИНА МИХАЙЛІВНА

УДК: 616.315:616.716.1]-007.15-007.2-073.7:616.314-089:004.9

**ДІАГНОСТИКА І КОМПЛЕКСНЕ ЛІКУВАННЯ СКЕЛЕТНИХ ФОРМ
АНОМАЛІЙ ТА ДЕФОРМАЦІЙ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВОГО ПРОТОКОЛУ**

22 – Охорона здоров'я

221 – Стоматологія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Столярчук М.М.

Науковий керівник Копчак Андрій Володимирович, доктор медичних наук, професор

Київ - 2024

АНОТАЦІЯ

Столярчук М.М «Діагностика і комплексне лікування скелетних форм аномалій та деформацій верхньої щелепи з використанням цифрового протоколу».

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 22 Охорона здоров'я за спеціальністю 221 Стоматологія. – Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, МОЗ України, Київ, 2024.

У дисертації наведено вирішення актуальної наукової задачі, яка полягає у підвищенні ефективності лікування пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформацій верхньої щелепи за рахунок мультидисциплінарного підходу із використанням цифрових методів діагностики, планування та реалізації лікувальних заходів, а також удосконалення протоколів розширення верхньої щелепи на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки.

Зубощелепні аномалії і деформації, що зустрічаються в 33-74% осіб в популяції, є важливою медико-соціальною проблемою через значну поширеність та вплив на якість життя пацієнтів. Їх скелетні форми, пов'язані зі зміною розміру, форми та положення щелеп в різних площинах, викликають найбільш виразні порушення естетики і функції обличчя і, здебільшого, потребують проведення хірургічного або комбінованого лікування. Із впровадженням цифрового протоколу ортогнатичної хірургії роль адекватної та прецизійної прехірургічної ортодонтичної підготовки цієї категорії хворих суттєво зростає. Одним із важливих її аспектів є усунення трансверзального дефіциту верхньої щелепи, що часто поєднується із важкими формами сагітальних та вертикальних аномалій обличчя, і проявляється формуванням перехресного прикусу на ділянці молярів і премолярів та/або невідповідності базальних дуг верхньої і нижньої щелепи.

У ході виконання роботи нами були вивчені показання та протипоказання до використання різних методів розширення у пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформацій верхньої щелепи, залежно від наявної клінічної ситуації та хірургічного втручання, що планується, були розроблені і обґрунтовані нові конструкції знімних ортодонтичних апаратів для розширення верхньої щелепи із

дисталізацією бокової групи зубів, визначені оптимальні режими застосування ортодонтичної апаратури у пацієнтів дорослого віку із скелетними формами аномалій та деформацій верхньої щелепи. Крім того, було поглиблено уявлення про точність відтворення віртуального плану хірургічного лікування у пацієнтів, яким проводили ортогнатичні операції із дотриманням цифрового протоколу після комбінованого розширення верхньої щелепи та визначені шляхи уникнення анатомічних невідповідностей та післяопераційних рецидивів.

Вирішення поставлених в роботі задач вимагало створення і реалізації програми досліджень, що складалась з 3 основних етапів. На першому етапі в ретроспективному крос-секційному дослідженні було вивчено розповсюдженість, клінічні прояви та виразність трансверзального дефіциту верхньої щелепи у пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу, що потребували хірургічного лікування. В основу дослідження було покладено застосування об'єктивного і прецизійного методу комп'ютерної 3D цефалометрії, що є загально визнаним інструментом кількісної оцінки виразності та типу аномалій.

Було встановлено, що серед досліджених хворих перехресний прикус зустрічався в 21% випадків, при цьому непрямі ознаки трансверзального дефіциту верхньої щелепи сягали 74% і були притаманні, як пацієнтам із II так і з III класом за Енглем. Водночас, у пацієнтів із різними скелетними класами були виявлені вірогідні відмінності в різниці між шириною нижньої та верхньої щелепи на ділянці біфуркації перших молярів: її медіанне значення було в 2,6 рази більшим у пацієнтів III класу ($p < 0,05$), і в 2,7 рази більшим у пацієнтів із вертикальним типом росту ($p < 0,05$).

Сагітальні, трансверзальні та вертикальні компоненти скелетних аномалій прикусу були вірогідно пов'язані між собою. При цьому існували суттєві відмінності в характері кореляційних залежностей між трансверзальними і сагітальними параметрами пацієнтів II і III класу: так, кут ANB, демонстрував зворотну кореляцію із шириною середньої зони обличчя і шириною нижньої щелепи при III класі і не впливав на трансверзальні показники у пацієнтів II класу.

Найбільша кількість вірогідних зав'язків для пацієнтів обох класів була визначена між висотою обличчя (N-Me) та параметрами, що характеризують його ширину. Натомість кути, що визначають сагітальне положення верхньої і нижньої щелепи відносно основи черепа (SNA, SNB), кут нижньої щелепи, нахил оклюзійної та мандибулярної площин відносно франкфуртської горизонталі не виявили вірогідних кореляцій із жодним із трансверзальних вимірів. Це свідчило про складний, патогенетично-зумовлений характер взаємозв'язків між трансверзальними, сагітальними та вертикальними параметрами обличчя у пацієнтів зі скелетними формами аномалій та деформацій щелеп.

Отримані дані та встановлені кореляційні залежності дозволили удосконалити підходи до діагностики і ортодонтичної корекції трансверзального дефіциту верхньої щелепи у пацієнтів зі складними комбінованими формами аномалій і деформацій лицевого черепа, а також оцінити потребу у розширенні верхньої щелепи на етапі прехірургічної підготовки.

На другому етапі роботи, нами було вивчено ефективність застосування знімної та незнімної ортодонтичної апаратури, в тому числі апаратів власної конструкції (Патент України №153502), а також хірургічно-асистованого розширення верхньої щелепи (SARME) із використанням піднебінних дистракторів для корекції її трансверзального дефіциту в ході прехірургічного ортодонтичного лікування. Можливості вказаних способів розширення вивчали у несприятливих умовах скелетних форм аномалій прикусу у дорослих осіб, спираючись на параметри, визначені на першому етапі роботи, що найбільш точно характеризували трансверзальний дефіцит на рівні зубо-альвеолярного та базального сегментів.

Використання наведених способів розширення верхньої щелепи дозволило досягнути прийнятних клінічних результатів в 92-96% випадків. Середня величина розширення на ділянці молярів і премолярів була найбільшою при застосуванні SARME ($7,7 \pm 1,83$ 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, про що свідчило вірогідне збільшення ширини щелепи на рівні верхівок піднебінних коренів верхніх перших молярів на $5,35 \pm 4,12$ мм ($p < 0.05$), а також утворення діастеми між центральними різцями за рахунок розходження піднебінного шва в середньому на $7,8 \pm 0,96$ мм. Збільшення відмінностей ширини верхньої і нижньої щелепи на рівні фуркації перших молярів було вірогідно більшим при застосуванні SARME ($6,2 \pm 3,07$ мм проти $1,6 \pm 0,75$ мм для апарату RME та $1,12 \pm 0,66$ мм для знімних апаратів, $p < 0.05$).

На третьому етапі роботи в проспективному контрольованому дослідженні нами було вивчено вплив SARME на ефективність проведення двощелепних ортогнатичних операцій у порівнянні з пацієнтами, що не мали трансверзального дефіциту, або він був усунений раніше традиційною ортодонтичною апаратурою. У ролі основного критерію ефективності ортогнатичних втручань на цьому етапі виступали невідповідності між віртуально створеним планом операції та реально досягнутим результатом, який оцінювали за даними післяопераційної КТ.

Відмінною особливістю проведених на цьому етапі досліджень було застосування повного цифрового протоколу планування і реалізації ортогнатичних операцій, що базувався на проведенні до і післяопераційної 3D цефалометрії та виготовленні оклюзійних сплінітів та/або навігаційних шаблонів із використанням CAD/CAM технологій.

Встановлено, що застосування цифрових методів діагностики, планування, та реалізації ортогнатичних операцій після відповідної прехірургічної підготовки характеризувалося високим рівнем точності і прогнозованості: невідповідності між віртуальним планом і отриманим клінічним результатом не перевищували 4° для кутових параметрів і 2 мм для лінійних параметрів по таким показникам, як кут ANB та відстань NMe у 100% хворих. Похибка у відтворенні відстані від верхньої та нижньої губи до E-line була менше 2 мм у 88% пацієнтів. За іншими параметрами невідповідності, що виходили за межі референтного діапазону, відзначали частіше:

FHMp – 8 %, FHOc – 12 %, SNGn – 16%. Найбільш часто великі невідповідності виникали при відтворенні кута Ar-Go-Mp – 32 %, при цьому середня девіація по групі склала $4 \pm 1,5^\circ$.

Таким чином, ротаційні переміщення кісткових сегментів на відміну від лінійних переміщень було складніше відтворити у повній відповідності до віртуального плану операції без застосування додаткових репозиційних шаблонів та пацієнтспецифічних фіксаторів.

Прехірургічне розширення верхньої щелепи методом SARME із використанням скелетних дистракторів, дозволяло встановити зуби в оптимальному/допустимому положенні у всіх пацієнтів основної групи, а ефективність проведення ортогнатичних операцій, спрямованих на усунення сагітальних та вертикальних аномалій прикусу за повним цифровим протоколом, визначена на основі розрахунку невідповідностей між запланованим та отриманим результатом вірогідно не відрізнялась від пацієнтів контрольної групи, що на початку ортодонтичної підготовки не мали ознак трансверзального дефіциту. SARME не впливала на технічну складність та частоту ускладнень ортогнатичних операцій, що свідчить про відносну безпечність даної процедури.

Таким чином, запропоновані підходи до діагностики та комплексного лікування скелетних форм аномалій прикусу, що супроводжуються трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи виявились ефективними і прогнозованими, а їх впровадження дозволяло покращити інтегральні результати та досягти кращої анатомічної та функціональної реабілітації пацієнтів, що сприятиме покращенню якості їх життя.

Ключові слова: аномалії і деформації щелеп, скелетні форми, вади розвитку, верхня щелепа, розширення піднебіння, ортодонтичне лікування, ортогнатична хірургія, цефалометрія, цифровий протокол, комп'ютерне моделювання, СНЩС, остеотомія, остеосинтез, незнімні ортодонтичні апарати, знімні ортодонтичні апарати.

SUMMARY

Stoliarchuk M.M. “Diagnostics and complex treatment of skeletal forms of anomalies and deformities of the upper jaw using a digital protocol”.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 22 Health Care, speciality 221 Dentistry - Bogomolets National Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Kyiv, 2024.

The dissertation presents a solution to an urgent scientific problem, which is to improve the effectiveness of treatment of patients with skeletal forms of anomalies and deformities of the upper jaw through a multidisciplinary approach using digital methods of diagnosis, planning and implementation of treatment measures, as well as improving protocols for the expansion of the maxillary at the stage of pre-surgical orthodontic preparation as part of an integrated approach.

Dentofacial anomalies and deformities, which occur in 33-74% of people in the population, are an important medical and social problem due to their significant prevalence and impact on the quality of life of patients. Dentofacial anomalies and deformities, which occur in 33-74% of people in the population, are an important medical and social problem due to their significant prevalence and impact on the quality of life of patients. Their skeletal forms, associated with a change in the size, shape, position of the jaws in different planes, because the most pronounced disturbances in the aesthetics, function of the face, and mostly require surgical or combined treatment. With the introduction of the digital protocol of orthognathic surgery, the role of adequate and precise presurgical orthodontic preparation for this category of patients significantly increases. One of its important aspects is the elimination of the transverse deficiency of the maxillary, which is often combined with severe forms of sagittal and vertical anomalies of the face and is manifested by the formation of a crossbite in the area of molars and premolars and/or a discrepancy between the basal arches of the maxillary and mandibular.

In the course of the work, we studied indications and contraindications for the use of various methods of expansion in patients with skeletal forms of anomalies and

deformations of the maxillary, depending on the existing clinical situation and the planned surgical intervention, new designs of removable orthodontic appliances for expansion of the maxillary were developed and substantiated with distalization of the lateral group of teeth, optimal modes of using orthodontic equipment in adult patients with skeletal forms of anomalies and deformations of the maxillary are determined. In addition, the accuracy of the reproduction of the virtual surgical treatment plan in patients who underwent orthognathic surgery following a digital protocol after the combined maxillary expansion was deepened, and ways to avoid anatomical inconsistencies and postoperative recurrences were identified.

Solving the tasks set in the work required the creation and implementation of a research program consisting of three main stages. At the first stage, in a retrospective cross-sectional study, the prevalence, clinical manifestations, and expressiveness of transverse deficiency of the maxillary in adult patients with skeletal forms of malocclusion requiring surgical correction were studied. The research was based on the application of an objective and precise method of computer 3D cephalometric, which is a generally recognized tool for quantitative assessment of the expressiveness and type of anomalies.

It was found that among the studied patients, crossbite occurred in 21% of cases, while indirect signs of transverse deficiency of the maxillary reached 74% and were characteristic of both patients with II and III class according to Engle. At the same time, in patients with different skeletal classes, probable differences were found in the difference between the width of the mandibular and maxillary at the furcation area of the first molars: its median value was 2.6 times greater in class III patients ($p < 0.05$) and in 2.7 times higher in patients with a vertical type of growth ($p < 0.05$).

Sagittal, transverse, and vertical components of skeletal occlusal abnormalities were likely related to each other. At the same time, there were significant differences like the correlation dependences between the transverse and sagittal parameters of class II and III patients: yes, the ANB angle showed an inverse correlation with the width of the middle face zone and the width of the maxillary in class III, and did not affect the transverse parameters in patients of II class. The largest number of probable connections

for patients of both classes was determined between the height of the face (N-Me) and the parameters characterizing its width. On the other hand, the angles determining the sagittal position of the maxillary and mandibular relative to the base of the skull (SNA, SNB), the angle of the inclination of the occlusal and mandibular planes relative to the Frankfurt horizontal did not reveal any reliable correlations with any of the transverse dimensions. This indicated the complex nature of relationships between transverse, sagittal, and vertical parameters of the face in patients with skeletal forms of anomalies and deformities of the maxillary and mandibular.

The obtained data and the established correlation dependencies made it possible to improve approaches to the diagnosis and orthodontic correction of the transverse deficiency of the maxillary in patients with complex combined forms of anomalies and deformations of the facial skull, as well as to assess the need for expansion of the maxillary at the stage of presurgical orthodontic preparation.

In the second stage of the work, we studied the effectiveness of the use of removable and non-removable orthodontic appliances, including appliances of own design (Patent of Ukraine No. 153502), as well as surgically assisted expansion of the maxillary using palatal distractors to correct its transverse deficiency during presurgical orthodontic treatment preparation. The possibilities of the specified methods of expansion were studied in unfavorable conditions of skeletal forms of occlusion anomalies in adults, based on the parameters determined at the first stage of the work, which most accurately characterized the transverse deficit on the line of the dentoalveolar and basal segments.

The use of the above methods of expanding the upper maxillary made it possible to achieve acceptable clinical results in 92-96% of cases. The average amount of expansion in the area of molars and premolars was the largest when using SARME (7.7 ± 1.83 mm and 7.4 ± 1.02 mm, respectively), and the smallest when using removable appliances 1.93 ± 0.2 mm and 1.96 ± 0.3 mm, respectively.

In all cases of the use of removable and non-removable orthodontic appliances, the expansion occurred almost exclusively in the alveolar segment, due to movement and inclination of the teeth, on the other hand, the use of SARME made it possible to achieve skeletal expansion, which was evidenced by a probable increase in the width of the

maxillary at the level of the tops of the palatal roots of the upper first molars by 5.35 ± 4.12 mm ($p < 0.05$), as well as the formation of a diastema between the central incisors due to the divergence of the palatal suture by an average of 7.8 ± 0.96 mm. The increase in the difference in the width of the upper and lower jaw at the furcation level of the first molars was probably greater with the use of SARME (6.2 ± 3.07 mm vs. 1.6 ± 0.75 mm for the RME appliance and 1.12 ± 0.66 mm for the removable appliances, $p < 0.05$).

In the third stage of work, in a prospective controlled study, we studied the effect of SARME on the effectiveness of maxillary and mandibular orthognathic surgery in comparison with patients who did not have TD, or it was previously removed by traditional orthodontic appliance. The main criterion for the effectiveness of orthognathic interventions at this stage was the discrepancy between the virtually created operation plan and the achieved result, which was evaluated according to the postoperative CT scan.

A distinctive feature of the studies conducted at this stage was the use of a complete digital protocol for planning and implementing orthognathic surgery, based on pre- and postoperative 3D cephalometry and the production of occlusive splints and/or navigation templates using CAD/CAM technologies.

It was established that the use of digital methods of diagnosis, planning, and implementation of orthognathic surgery after appropriate presurgical preparation was characterized by a high level of accuracy and predictability: discrepancies between the virtual plan and the obtained clinical result did not exceed 4° for angular parameters and 2 mm for linear parameters according to such indicators, as the ANB angle and the N-Me distance in 100% of patients. The error in reproducing the distance from the upper and lower lip to the E-line was less than 2 mm in 88% of patients. According to other parameters, discrepancies that were outside the reference range were noted more often: FH-Mp – 8%, FH-Oc – 12%, SN-Gn – 16%. Most often, large discrepancies occurred when reproducing the Ar-Go-Mr angle – 32%, while the average deviation for the group was $4 \pm 1.5^\circ$.

Thus, in contrast to linear movements, rotational movements of bone segments were more difficult to reproduce in full compliance with the virtual surgery plan without the use of additional repositioning templates and patient-specific fixators.

Presurgical expansion of the maxillary by the SARME method with the use of skeletal distractors allowed set the teeth in an optimal/acceptable position in all patients of the main group, and the effectiveness of orthognathic surgery aimed at eliminating sagittal and vertical occlusal anomalies according to a fully digital protocol was determined based on the calculation of discrepancies between the planned and obtained result probably did not differ from patients of the control group who did not have signs of transverse deficiency at the beginning of orthodontic treatment. SARME did not affect the technical complexity and complication rate of orthognathic surgery.

Thus, the proposed approaches to the diagnosis and complex treatment of skeletal forms of bite anomalies accompanied by transverse deficiency of the maxillary turned out to be effective and predictable, and their implementation made it possible to improve the integral results and achieve better anatomical and functional rehabilitation of patients, which will contribute to the improvement of their quality of life.

Key words: anomalies and deformities of the maxillary, skeletal forms, malformations, maxillary, palatal enlargement, orthodontic treatment, orthognathic surgery, cephalometric, digital protocol, computer modeling, TMJ, osteotomy, osteosynthesis, fixed orthodontic appliances, removable orthodontic appliances.

Список публікацій здобувача за темою дисертації:

1. Столярчук М, Копчак А. Точність проведення ортогнатичних операцій із використанням тривимірного цифрового планування пацієнтів з трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи. *Інновації в стоматології*. 2023;4:88-98. doi: <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2023.4.16> Доступно з: <http://innovacii.od.ua/index.php/mainjournal/article/view/290/266>
2. Столярчук М.М., Копчак А.В. Взаємозв'язок між сагітальними цефалометричними параметрами і ступенем вираження трансверзального дефіциту в пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу. *Клінічна стоматологія*, 2024;4:5–20. doi: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2023.4.14493>
3. Столярчук М., Копчак А. Ефективність хірургічно-асистованого та ортодонтичного розширення верхньої щелепи у пацієнтів підліткового і дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу. *Вісник стоматології*. 2023;125(4):115–127. doi: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-50-4.20>
4. Stoliarchuk M. Correlation between transverse cephalometric parameters and the severity of skeletal malocclusions. *Georgian Med News*. 2024 Feb;2(347):15-18. PMID: 38609106.
5. Копчак А.В., Столярчук М.М., Канюра О.А. Патент на корисну модель 153502, України. МПК (2023.01) А61С7/00. Ортодонтичний пристрій для лікування аномалій та деформацій верхньої щелепи, що супроводжуються її звуженням; номер заявки u202300570; дата подання заявки 15.02.2023; дата публікації 12.07.2023. Бюл. 28

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВПМ – верхній перший моляр

ВЩ – верхня щелепа

КНП КОР КОКЛ - Комунальне некомерційне підприємство київської обласної ради «Київська обласна клінічна лікарня»

КПКТ – конусно-променева комп'ютерна томографія

КТ- комп'ютерна томографія

МСКТ - мультиспіральна комп'ютерна томографія

НЩ – нижня щелепа

СНЩС – скронево-нижньощелепний суглоб

ТД – трансверзальний дефіцит

ТРГ - телерентгенографія

MARPE – minimplant-assisted rapid palatal expansion, швидке розширення піднебіння за допомогою мініімплантатів

RME – rapid maxillary expansion, швидке розширення верхньої щелепи

RPE – rapid palatal expansion швидке розширення піднебіння

SARME – surgically assisted rapid maxillary expansion, хірургічно асистоване розширення верхньої щелепи

SARPE - surgically assisted rapid palatal у expansion хірургічно асистований розрив піднебінного шва

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	13
ЗМІСТ	14
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. ПРИНЦИПИ ДІАГНОСТИКИ І ЛІКУВАННЯ СКЕЛЕТНИХ ФОРМ АНОМАЛІЙ І ДЕФОРМАЦІЙ ПРИКУСУ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ ТРАНСВЕРЗАЛЬНИМ ДЕФІЦИТОМ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	27
1.1. Поширеність, етіологія і патогенез скелетних форм аномалій і деформацій прикусу, що супроводжуються трансверзальним дефіцитом.	27
1.2. Клінічна картина і діагностика скелетних форм аномалій прикусу, що супроводжуються ТД ВЩ	32
1.3. Корекція трансверзального дефіциту верхньої щелепи в комплексному лікуванні скелетних форм зубо-щелепних аномалій і деформацій.	39
Резюме по огляду літератури	52
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	55
2.1. Загальна методологія, структура та дизайн дослідження	55
2.2. Матеріали і методи ретроспективного клініко-рентгенологічного дослідження: вивчення взаємозв'язків між сагітальними, вертикальними та трансверзальними параметрами у пацієнтів зі скелетними формами аномалій і деформацій прикусу.	60
2.3. Вивчення ефективності хірургічно-асистованого та ортодонтичного розширення ВЩ у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу у проспективному контрольованому дослідженні.	71
2.4. Вивчення ефективності ортогнатичних операцій у пацієнтів зі	

скелетними формами аномалій прикусу.	75
2.5. Застосування методів віртуальної симуляції та комп'ютерного моделювання для визначення невідповідностей між запланованим і отриманим результатом хірургічних втручань.	87
2.6. Методи статистичної обробки даних	89
РОЗДІЛ 3. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК САГІТАЛЬНИХ ТА ВЕРТИКАЛЬНИХ ЦЕФАЛОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗІ СТУПЕНЕМ ВИРАЖЕНОСТІ ТРАНСВЕРЗАЛЬНОГО ДЕФЦИТУ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ У ПАЦІЄНТІВ ЗІ СКЕЛЕТНИМИ ФОРМАМИ АНОМАЛІЙ ПРИКУСУ	90
Висновки по розділу 3	105
РОЗДІЛ 4. ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІРУРГІЧНО-АСИСТОВАНОГО ТА ОРТОДОНТИЧНОГО РОЗШИРЕННЯ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ У ПАЦІЄНТІВ ДОРΟΣЛОГО ВІКУ ЗІ СКЕЛЕТНИМИ ФОРМАМИ АНОМАЛІЙ ПРИКУСУ	107
Висновки по розділу 4.	122
РОЗДІЛ 5. ТОЧНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ОРТОГНАТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТРИВИМІРНОГО ЦИФРОВОГО ПЛАНУВАННЯ У ПАЦІЄНТІВ З ТРАНСВЕРЗАЛЬНИМ ДЕФЦИТОМ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ	124
Висновки до розділу 5	136
РОЗДІЛ 6. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	138
ВИСНОВКИ	157
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	161
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	163
ДОДАТКИ	197

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження.

Зубощелепні аномалії і деформації є важливою медико-соціальною проблемою в зв'язку зі значним поширенням (33,7-74% і більше) та суттєвим впливом на якість життя пацієнтів [167, 241]. Найбільше значення серед них мають скелетні форми аномалій, що в більшості випадків не можуть бути усунені лишень ортодонтичними методами, навіть за умови своєчасного призначення відповідної терапії [3, 5, 45]. Потреба в ортогнатичних операціях з приводу скелетних форм аномалій та деформацій прикусу серед пацієнтів із ортодонтичною патологією становить 5-15% і більше [43, 49, 172, 253].

Структура зубощелепних аномалій суттєво відрізняється в різних етно-соціальних групах [41, 171]. При цьому більшість авторів погоджуються, що скелетні форми аномалій ВЩ, суттєво переважають над аномаліями НЩ (становлять близько 70%) і переважно представлені її недорозвиненням в сагітальній та трансверзальній площині [15, 150]. ТД ВЩ зустрічається приблизно у 10-23% в популяції [59, 66, 106, 168, 189]. При цьому у пацієнтів дорослого віку, що звертаються для проведення ортогнатичних втручань, його частота є значно більшою (перевищує 30%) [138, 145,]. Він рідко виступає, як самостійна патологія, а частіше поєднується із іншими (сагітальними та вертикальними) формами аномалій зубощелепної системи [30, 21, 115].

Передумовою до значного поширення ТД ВЩ є складний ембріогенез цієї кістки, що робить її дуже вразливою до дії несприятливих екзогенних та ендогенних чинників [5]. Основними причинами недорозвинення ВЩ є генетичні порушення, вроджені вади розвитку (незрощення верхньої губи і піднебіння) та пов'язані із ними хірургічні втручання, несприятливі механічні впливи під час вагітності та в ранньому дитячому віці, неповноцінне харчування, гормональні розлади, вплив тератогенних чинників, зловживання алкоголем та наркотиками хоча б в одного з батьків [22, 25, 95]. Розвиток аномалії з віком призводить до виникнення складного симптомокомплексу анатомічних і функціональних порушень, що поряд із косметичним дефектом, спотворенням

профілю, порушенням мови, містить ознаки психологічного пригнічення та соціальної дезадаптації [238]. У пацієнтів дорослого віку, аномалії ВЩ рідко бувають ізольованими і майже завжди поєднуються із порушеннями росту і розвитку інших кісток середньої зони обличчя, назо-етмоїдального комплексу, НЩ тощо [7]. Задачею лікаря при цьому є гармонізація обличчя, відновлення правильних розмірів, форми і співвідношень анатомічних структур в трьох ортогональних площинах, нормалізація прикусу із досягненням стабільної оклюзії з усуненням функціонального дефіциту та забезпечення повноцінної роботи м'язів під час жування, ковтання і мови [216].

Оцінка параметрів обличчя та лицевого черепа при цьому є важливим елементом діагностики планування та реалізації лікувальних стратегій, а також контролю отриманого результату на основі об'єктивних та уніфікованих критеріїв [35]. Вона зазвичай базується на комбінації з декількох із нижченаведених методів: клінічна оцінка, аналіз діагностичних моделей, фронтальна і латеральна ТРГ, КПКТ/МСКТ [141]. Для об'єктивної оцінки звуження зубної дуги, при цьому застосовують переважно індекси, розраховані по діагностичним моделям, натомість скелетний компонент деформації, вивчають переважно по даним фронтальної ТРГ чи КТ [173].

Відомо, що традиційні методи 2D діагностики мають певні обмеження, які впливають на точність визначення анатомічних орієнтирів та зумовлюють появу оператор-залежних похибок при проведенні вимірювань [211, 253, 254]. Використання методів 3D цефалометрії на основі даних КТ позбавлено вказаних технічних недоліків і забезпечує більшу точність та відтворюваність, як у визначенні анатомічних орієнтирів, так й у вимірюванні відстаней і кутів [273].

Золотим стандартом лікування скелетних форм аномалій прикусу, в тому числі, пов'язаних із недорозвиненням ВЩ, є мультидисциплінарний підхід із залученням спеціалістів різного профілю: ортодонтів, щелепно-лицевих хірургів, ортопедів стоматологів, ЛОР-лікарів, медичних психологів, логопедів тощо [5]. Запорукою ефективної взаємодії між ними та досягнення бажаного інтегрального результату є комплексна діагностика і планування лікувальних

заходів із забезпеченням контролю їх ефективності на кожному етапі на основі об'єктивних клінічних критеріїв [252]. Принципи ортодонтичної підготовки та стратегії переміщення зубів при потребі в проведенні ортогнатичних операцій мають значні особливості, і базуються на окремих протоколах, що останнім часом зазнали суттєвих змін [146, 253].

Хоча в основі лікування скелетних форм аномалій щелеп лежить проведення складних ортогнатичних втручань, їх ефективність, а інколи і можливість проведення значною мірою залежать від якості відповідної прехірургічної ортодонтичної підготовки, в тому числі – ліквідації ТД ВЩ. Останнє є дуже проблематичним у дорослих осіб, у зв'язку із припиненням росту ВЩ та окостенінням піднебінного шва [248, 258]. Ефективність традиційної процедури RME, стабільність результату та можливий обсяг скелетного розширення при цьому суттєво зменшуються в зв'язку зі збільшенням механічної резистентності кісткових структур [113, 114, 194, 217].

У пацієнтів дорослого віку основними способами розширення ВЩ є остеотомія за Ле Фор I із сегментацією альвеолярного відростку (хірургічний метод) та хірургічно-асистоване розширення верхньої щелепи/піднебіння SARME/SARPE (комбінований метод) [147]. Кожна з цих технік має свої переваги і можливості, залежно від наявної клінічної ситуації [151]. При чому проблема удосконалення існуючих підходів, методів та апаратів для розширення ВЩ у пацієнтів дорослого віку не втрачає своєї актуальності [165].

Автори вказують, що вибір методики розширення, конкретного типу апарату і режиму його активації на сьогоднішній день все ще не ґрунтуються на даних доказової медицини, а більшою мірою визначаються суб'єктивними чинниками, дослідження із високим рівнем доказовості є вкрай не чисельними, при чому їх результати можуть протирічити одне одному [139, 180, 182].

Підходи до проведення ортогнатичних операцій у цієї категорії хворих також залишаються предметом дискусії [184]. Традиційно, діагностика, планування, підготовка і подальше проведення ортогнатичних операцій з приводу скелетних форм аномалій щелеп базувались на аналоговому протоколі,

що передбачав проведення і аналіз ТРГ, дослідження та переміщення діагностичних моделей в артикуляторі з подальшим виготовленням ортодонтичних пристроїв і хірургічних сплінтів лабораторним способом [253]. Цей напрямок сформувався на основі фундаментальних досліджень провідних вчених і в тому числі представників Української школи [1, 3, 4, 5, 8, 9, 15, 20, 21].

Водночас, стрімкий розвиток цифрових методів діагностики, візуалізації та виробництва (CAD/CAM технологія) призвів до значних змін в різних галузях медицини, в тому числі в стоматології та щелепно-лицевій хірургії [73]. Роботи за цифровими протоколами розпочали новий напрямок в лікуванні пацієнтів із скелетними формами аномалій щелеп [252]. Основними здобутками, що лягли в основу створення цифрового протоколу, який на сьогодні застосовують в провідних клініках світу, стали впровадження мультиспіральної КТ, 3D цефалометрії, віртуальної симуляції хірургічних втручань, тривимірного сканування, 3D друку хірургічних сплінтів, фіксуючих пристроїв, ортодонтичних апаратів, елайнерів тощо [273]. Провідними центрами, що розвивають і впроваджують дані технології є University Hospital, Marburg, Німеччина; Hospital Necker, University of Paris Cite, Франція, Severance Hospital, Південна Корея; Istituto Ortopedico Galeazzi, Італія; Centrinio, University of Sao Paolo, Бразилія та інші.

Цифровий протокол змінив філософію лікування даної категорії пацієнтів та особливості міждисциплінарної взаємодії на етапах лікування. Принципово, він розкриває додаткові можливості в діагностиці, аналізі анатомічних порушень в трьох ортогональних площинах, формуванні, представленні та реалізації плану лікування, збільшує його точність і прогнозованість, а також зменшує ризики пов'язані із впливом суб'єктивних чинників та підвищує ефективність лікування складних асиметричних форм зубощелепних аномалій [163]. Водночас, існує низка невирішених проблем, що ускладнює широке впровадження і обмежує клінічне застосування даного напрямку [118]. Так, відсутність єдиного загальноприйнятого підходу та обґрунтованих критеріїв в аналізі результатів 3D цефалометрії та інтраорального сканування суттєво утруднює інтерпретацію

даних та не дозволяє однозначно визначити подальшу лікувальну стратегію. Розвиток хірургічної техніки та впровадження складних хірургічних втручань у пацієнтів даної категорії потребує розробки нових удосконалених типів ортодонтичної апаратури та протоколів прехірургічної підготовки хворих. Крім того, необхідним залишається пошук об'єктивних критеріїв оцінки результатів, досягнутих на різних етапах лікування для їх співставлення із віртуальним плануванням. Вирішення цих задач, на думку авторів, дозволить підвищити ефективність комплексного лікування пацієнтів із скелетними формами аномалій і деформацій верхньої щелепи, скоротити його тривалість та зменшити частоту ускладнень, рецидивів, незадовільних анатомічних і функціональних результатів [40, 252].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану НДР Національного медичного університету імені О. О. Богомольця і є фрагментом НДР кафедри щелепно-лицевої хірургії та сучасних хірургічних технологій Інституту післядипломної освіти НМУ імені О. О. Богомольця «Розробка нових методів хірургічного лікування дефектів та деформацій щелепно-лицевої ділянки з використанням автоматизованих алгоритмів інтраопераційної навігації та комп'ютерного моделювання пацієнт-специфічних імплантатів з покращеними біомеханічними властивостями» №0122U001339. Авторка є співвиконавцем вказаної теми.

Мета дослідження.

Підвищення ефективності лікування пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформацій верхньої щелепи за рахунок використання цифрових методів діагностики, планування та реалізації лікувальних заходів, а також удосконалення протоколів розширення ВЩ на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки в рамках комплексного мультидисциплінарного підходу.

Завдання дослідження:

1. Вивчити ефективність застосування методів 3D цефалометрії для удосконалення діагностики та контролю ефективності лікування скелетних форм аномалій і деформацій ВЩ у пацієнтів дорослого віку.

2. Вивити взаємозв'язки сагітальних та вертикальних цефалометричних параметрів із величиною ТД ВЩ у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, а також розробити алгоритм їх лікування із використанням цифрових методів діагностики та CAD/CAM технологій.

3. Розробити нові апарати та способи ортодонтичного та комбінованого розширення ВЩ в комплексному лікуванні скелетних форм аномалій і деформацій прикусу.

4. Вивчити клінічну ефективність різних способів розширення ВЩ у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, а також визначити їх границі застосування, переваги і недоліки у пацієнтів зазначеної категорії.

5. Вивчити клінічну ефективність та точність проведення ортогнатичних операцій із використанням цифрового протоколу, залежно від особливостей ортодонтичної підготовки і розширення ВЩ на прехірургічному етапі.

Об'єкт дослідження – пацієнти зі скелетними формами аномалій і деформацій верхньої щелепи.

Предмет дослідження – вивчення ефективності та оптимізація методів діагностики і комплексного лікування хворих із скелетними формами аномалій та деформацій верхньої щелепи.

Методи дослідження: клініко-лабораторні (для визначення загального та локального статусу пацієнтів), аналіз діагностичних моделей, тривимірне сканування, рентгенологічні (ТРГ, КТ, 3D цефалометрія), створення і аналіз комп'ютерних 3D моделей / комп'ютерне моделювання хірургічних втручань, статистичні методи (визначення середніх величин, похибок середніх і вірогідності розбіжностей, кореляційний аналіз) - для обробки і аналізу отриманих результатів.

Дизайн дослідження був схвалений комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця (Протокол №184 від 22.04.24). Дисертаційна робота не містить підвищеного ризику для суб'єктів дослідження, виконана з урахуванням чинних біоетичних норм та наукових стандартів щодо проведення клінічних досліджень, відповідно до Основ законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.1992 № 2801-ХІІ [11] та Гельсінської декларації, включно з її пізніми редакціями [2].

Наукова новизна отриманих результатів.

У ході виконання роботи поглиблено уявлення про ефективність застосування методів 3D цефалометрії на етапі діагностики і планування хірургічних/ортодонтичних втручань у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу. Вперше проведено комплексний аналіз взаємозв'язків між параметрами, що характеризують сагітальний та/або вертикальний компонент аномалії та виразністю ТД ВЩ, що дозволило поглибити уявлення про патогенез та морфологічні особливості цієї патології.

Вивчено характер та співвідношення трансверзальних порушень на різних рівнях зубних, альвеолярних, базальних дуг та кісткових структур середньої зони обличчя у пацієнтів, що потребують проведення ортогнатичних операцій. Визначені найбільш інформативні з клінічної точки зору параметри та запропоновані нові оригінальні підходи до діагностики та контролю ефективності лікування скелетних форм аномалій і деформацій ВЩ.

Розроблені і обґрунтовані нові конструкції знімних ортодонтичних апаратів для розширення ВЩ із дисталізацією бокової групи зубів. Вивчені показання та протипоказання до використання різних методів розширення у пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформацій ВЩ, залежно від наявної клінічної ситуації та хірургічного втручання, що планується. Визначені оптимальні режими застосування ортодонтичної апаратури у пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами аномалій та деформацій ВЩ.

Поглиблено уявлення про точність відтворення віртуального плану хірургічного лікування у пацієнтів, яким проводили ортогнатичні операції із дотриманням цифрового протоколу діагностики планування та реалізації хірургічної стратегії. Визначено характер та виразність невідповідностей між запланованим та отриманим результатом, що дозволило визначити підходи до профілактики незадовільних клінічних результатів в різних клінічних випадках.

Доведено, що ефективне хірургічно-асистоване скелетне розширення ВЩ є важливим елементом збільшення прецизійності ортогнатичних втручань, та не має негативного впливу на ризик інтра- і постопераційних ускладнень, а також не збільшує величину девіації між запланованим і отриманим клінічним результатом.

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження результатів дослідження.

Впровадження нових методів комплексного лікування із використанням апаратів власної конструкції дозволило покращити ефективність перехірургічної ортодонтичної підготовки та досягнути бажаних ортодонтичних результатів в 93,3% випадків.

Визначено параметри 3D цефалометричного аналізу, в тому числі для оцінки виразності ТД, що мають найбільше значення на етапі діагностики, планування, та контролю ефективності лікувальних заходів. Розроблені чіткі показання до застосування різних методів розширення ВЩ та протоколів активації ортодонтичних апаратів, залежно від клінічної форми аномалії, стану піднебінного шва та хірургічного втручання, що планується.

Розроблено і обґрунтовано ортодонтичний апарат власної конструкції, для розширення верхньої зубної дуги та надані рекомендації по його застосуванню. Встановлено, що у дорослих осіб зі скелетними формами аномалій прикуса скелетне розширення ВЩ вимагає застосування методу SARME із остеотомією ВЩ на рівні ЛеФор I, натомість інші способи забезпечують розширення майже виключно за рахунок зубо-альвеолярного компоненту і можуть бути застосовані лише у випадках із незначним ТД.

Доведено, що проведення ортогнатичних операцій на основі повного цифрового протоколу забезпечує високу точність та передбачуваність процедур (медіанне значення відхилення точок між запланованим та отриманим результатом склало 0,2 мм (-0,2÷0,4мм) для кісткових структур і 0,6 мм (-4÷1,5 мм) для м'яких тканин).

Впровадження цих хірургічних методик дозволило досягти відповідності запланованого та отриманого результату із відхиленнями менше 2 мм або 4° за основними контрольованими цефалометричними параметрами у 68-100% хворих (залежно від показника, що вивчався). Аналіз характеру і причин виявлених невідповідностей дозволив сформулювати практичні рекомендації з їх профілактики та визначити потребу в постхірургічному ортодонтичному лікуванні у пацієнтів цієї категорії.

Визначено, що скелетне розширення ВЩ із використанням методики SARME на етапі прехірургічної підготовки не супроводжується збільшенням ризику післяопераційних ускладнень та виникненням будь-яких додаткових технічних складностей при проведенні двощелепних ортогнатичних втручань за стандартним протоколом, що свідчить на користь її більш широкого використання у пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу.

Широке впровадження запропонованих підходів дозволить покращити інтегральні результати та досягти кращої анатомічної та функціональної реабілітації пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, що супроводжуються ТД, сприятиме покращенню якості їх життя та матиме позитивний медико-соціальний та економічний ефект.

Результати досліджень впроваджено в лікувальний процес Стоматологічного медичного центру НМУ імені О.О. Богомольця, Центру щелепно-лицевої хірургії та стоматології Київської обласної клінічної лікарні, відділення щелепно-лицевої хірургії Київської міської клінічної лікарні №1, Медичного центру «Діамант Дент», а також в навчальний процес кафедри

щелепно-лицевої хірургії та сучасних стоматологічних технологій НМУ імені О.О. Богомольця.

Особистий внесок здобувача.

Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням, виконаним на кафедрі стоматології (2020-2021 рр.) та кафедрі щелепно-лицевої хірургії та сучасних стоматологічних технологій (2021-2024 рр.) ІПО НМУ імені О.О.Богомольця (ректор – член-кор. НАМН України, проф. Ю.Л.Кучин) під керівництвом доктора мед. наук, проф. А.В. Копчака.

Клінічні дослідження виконані автором на базі Центру щелепно-лицевої хірургії КНП КОР КОКЛ (Генеральний директор - к.мед.н., Мельник Д.В), а також Медичного центру «Діамант Дент» (директор Спірідонов І.О).

Аналіз результатів комп'ютерної томографії, 3D цефалометричні дослідження, віртуальна симуляція та комп'ютерне моделювання проведені на базі лабораторії комп'ютерного моделювання (зав. лабораторії – Дрейт Р.О.) Стоматологічного медичного центру НМУ імені О.О. Богомольця (генеральний директор – к.мед.н., доц. Проценко Н.С.) *.

Авторкою спільно з науковим керівником сформульовано назву дисертаційного дослідження, його мету, предмет та завдання, визначено достатній об'єм вибірки. Самостійно виконано аналіз літературних джерел, інформаційно-патентний пошук за темою дисертації. Авторкою також проведено набір та обстеження пацієнтів, сформовано дослідні групи та здійснено ортодонтичне лікування пацієнтів з наступним їх спостереженням.

Дисертанткою особисто опрацьовані та систематизовані отримані результати, викладено зміст дисертаційного дослідження, здійснено статистичну обробку результатів та підготовлено ілюстративний матеріал. Спільно з науковим керівником сформульовані висновки та практичні рекомендації.

*Автор висловлює вдячність співробітникам зазначених підрозділів за всебічну підтримку та сприяння проведенню наукового дослідження.

Апробація матеріалів дисертації.

Основні положення дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на міжнародних конференціях: Міжнародна конференція Київ – Марбург 2021 “Нові горизонти щелепно-лищевої хірургії” 23-24 квітня 2021 року, м. Київ, Україна; Науково-практична конференція з міжнародною участю “Мультидисциплінарний підхід в комплексній реабілітації пацієнтів з вродженими захворюваннями щелепно-лищевої ділянки” 17 листопада 2023 року, м. Київ, Україна; Міжнародна конференція “Сучасна ортодонтія: реалії і перспективи” 20-21 березня 2024 року, м. Київ, Україна.

Публікації.

За темою дисертації опубліковано 5 друкованих праць: 3 статті у наукових періодичних фахових виданнях України (категорія Б), 1 стаття у виданні, яке індексується в наукометричній базі Scopus. Отримано 1 Патент України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації.

Матеріали дисертації викладені на 199 сторінках друкованого тексту. Робота складається з анотації, вступу, п’яти розділів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів дослідження, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел та додатків. Дисертація ілюстрована 126 рисунками та 18 таблицями. Список використаних джерел містить 277 бібліографічних посилань, з них 23 кирилицею та 254 латиницею.

РОЗДІЛ 1.

ПРИНЦИПИ ДІАГНОСТИКИ І ЛІКУВАННЯ СКЕЛЕТНИХ ФОРМ АНОМАЛІЙ І ДЕФОРМАЦІЙ ПРИКУСУ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ ТРАНСВЕРЗАЛЬНИМ ДЕФІЦИТОМ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Поширеність, етіологія і патогенез скелетних форм аномалій і деформацій прикусу, що супроводжуються трансверзальним дефіцитом

Зубощелепні аномалії і деформації є однією із найбільш поширених стоматологічних патологій серед населення України і зарубіжних країн, що зустрічається в 33,7-74% популяції [3, 49]. Їх важливе медико-соціальне значення визначається суттєвим впливом на якість життя, стан соматичного та психічного здоров'я пацієнтів, а також можливість їх соціалізації [167, 185, 212, 241]. Загалом зубощелепні аномалії характеризуються варіативністю клінічних проявів та різною виразністю естетичних та функціональних порушень [22].

Автори визначають аномалії, як стійкі, незмінні в часі відхилення від анатомічної та функціональної норми, спричинені ембріональними, генетичними порушеннями та впливом несприятливих чинників на організм, що розвивається [20, 22]. Деформації – це прогресуючі зміни розмірів чи форми частин тіла, як правило, під дією зовнішніх факторів. З точки зору етіопатогенезу та клінічних проявів аномалії та деформації обличчя, як правило, тісно пов'язані між собою і не потребують чіткого розмежування [106].

На сьогоднішній день не створено єдиної всеохоплюючої та загальноприйнятої класифікації аномалій та деформацій лицевого черепа/зубощелепної системи, яка б повною мірою задовольняла практикуючих лікарів та науковців. Втім питання їх систематизації є предметом ретельних наукових досліджень більше 200 років [25]. У сучасній ортодонтії серед великої кількості зубощелепних аномалій виділяють: аномалії окремих зубів, зубних дуг та аномалії прикусу (дистальний, мезіальний, перехресний, відкритий, глибокий). Аномалії прикусу мають найбільше клінічне значення. Вони спричиняють

виразний естетичний і функціональний дефіцит, і часто потребують хірургічного лікування [4, 5, 45]. Потребу в ортогнатичних втручаннях серед пацієнтів із ортодонтичною патологією автори визначають на рівні 5-15% і більше [43, 49, 172, 253]. Це переважно випадки патології прикусу у дорослих осіб та підлітків, спричинені зміною розмірів, форми та співвідношення базисів щелеп, які називають скелетними формами зубощелепних/щелепно-лицевих аномалій. У більшості випадків вони не можуть бути ефективно усунені лишень ортодонтичними методами, навіть за умови своєчасного призначення відповідної терапії [260, 261].

Аномалії лицевого черепа, що розвиваються в сагітальній площині, є найбільш дослідженими, легко і, як правило, своєчасно діагностуються, оскільки є очевидними для лікаря і пацієнта. Найбільш поширеною класифікацією сагітальних аномалій прикусу є класифікація E. Angle, 1889 [38]. Дана класифікація базується на визначенні мезіодистального співвідношення перших постійних молярів верхньої та нижньої щелепи (ключ оклюзії за Angle), що значною мірою корелює із співвідношення зубних рядів і базисів щелеп в сагітальній площині [215]:

I клас – «ключ оклюзії» не порушений. Якщо патологія прикусу існує, вона обумовлена розташуванням різців, ікл та премолярів або деформацією альвеолярного відростка чи тіла ВЩ/НЩ по вертикалі чи трансверзалі.

II клас – нижній перший постійний моляр знаходиться в дистальному положенні. Для цього класу Angle додатково виділяв два підкласи за співвідношенням фронтальної групи зубів.

III клас – нижній перший постійний моляр розташований мезіально відносно верхнього. При такому співвідношенні нижні фронтальні зуби зазвичай перекиваються верхні (мезіальний прикус).

Розвиваючи концепцію E.Angle, (1889) [38], Steiner C.C., (1953) [245] запропонував оцінювати сагітальні співвідношення щелеп та відносити пацієнта до одного з трьох скелетних класів на основі цефалометричних параметрів,

зокрема кута ANB, що не залежав від ортодонтичного переміщення зубів та/або виразності аномалій зубних дуг чи окремих зубів.

Сагітальні аномалії прикусу, що можуть бути віднесені до II чи III скелетного класу становлять від 33 до 67% серед всіх пацієнтів із ортодонтичною патологією. При чому за даними Al-Deaіj A., 2001 57% з них мають аномалії II класу, 25% аномалії III класу, а у 18% в клінічній картині домінують вертикальні аномалії асоційовані із II класом [139]. Більш детальний аналіз цієї патології свідчить, що деформації III класу за Енглеом в 53% випадків обумовлені недорозвиненням та/або ретропозицією ВЩ у поєднанні із протрузією НЩ, 23% - ізольованою ретрузією ВЩ, і лише 24% спричинені самостійною зміною розмірів і форми НЩ. У той же час, 62,5% деформацій II класу за Енглеом зумовлені ретрузією НЩ, 33% мають поєднані аномалії та деформації щелеп і, лише 4,5% мають макрогнатію/протрузію ВЩ [28].

Структура зубощелепних аномалій суттєво відрізняється в різних етно-соціальних групах. Так, за даними літератури, серед європеоїдів (кавказький тип) скелетні форми аномалій прикусу за III класом зустрічаються в 1-5% населення, в той же час серед азійської популяції (південні монголоїди) та в негроїдній расі вони є більш поширеними і сягають 13 % випадків [270]. При цьому більшість авторів погоджуються, що скелетні форми аномалій ВЩ, суттєво переважають над аномаліями НЩ (становлять близько 70%) і переважно представлені її недорозвиненням в сагітальній та трансверзальній площині [15, 150].

Трансверзальний дефіцит ВЩ зустрічається приблизно у 10-23% в популяції [59, 66, 106, 168, 189]. При цьому у пацієнтів дорослого віку, що звертаються для проведення ортогнатичних втручань, його частота є значно більшою (перевищує 30%) [30, 26, 202]. Він рідко виступає, як самостійна патологія, а частіше поєднується із іншими (сагітальними та вертикальними) формами аномалій зубощелепної системи [33]. Деякі автори навіть вважають що абсолютна більшість сагітальних аномалій II і III класу поєднуються із трансверзальним дефіцитом [27, 33, 42].

McNamara J.A. (1999, 2000) [190, 191] вказує, що значна кількість ортодонтичних патологій пов'язаних із комбінованим недорозвиненням ВЩ по сагіталі та/або трансверзалі, впливають на ріст і розвиток НЩ і мають клінічні прояви, які виходять за межі лишень перехресного прикусу в передніх і бокових ділянках та скупчення зубів. Це дозволяє автору розглядати цю патологію, як окремий синдром (maxillary deficiency syndrome, див. розділ 1.2).

Певні типи сагітальних аномалій патогенетично пов'язані зі звуженням ВЩ [45]. Так, якщо раніше аномалії II класу розглядались, як лише сагітальна та вертикальна проблема, то на сьогоднішній день досвід корекції II класу після застосування RME у пацієнтів дитячого віку підтвердив роль трансверзальних порушень в патогенезі цих аномалій. На думку McNamara, більшість аномалій II класу у пацієнтів в змінному періоді прикусу асоційовані із звуженням ВЩ, що блокує ріст і переміщення НЩ. Автор вважає, що розширення ВЩ у таких пацієнтів має бути першим кроком в їх лікуванні. В окремих випадках воно забезпечує саме по собі спонтанну корекцію наявної сагітальної аномалії. Якщо при II класі порушення прикусу зумовлені звуженням ВЩ та її скелетною ретрузією, у пацієнтів може не відзначатися перехресний прикус; ТД є скритим, і проявляється при аналізі діагностичних моделей (співставлення ікл за I класом призводить до утворення перехресного прикусу/зворотного перекриття в бокових відділах) [190, 191].

У пацієнтів з аномаліями III класу скелетна ретрузія і звуження ВЩ наявні у більш ніж половини хворих [107]. У пацієнтів дитячого віку лікування аномалій III класу, також досягається розширенням ВЩ RME у поєднанні із лицьовою маскою [24]. А у пацієнтів дорослого віку розширення ВЩ є важливим елементом комплексного лікування, що передує проведенню ортогнатичних операцій [100, 120, 134, 138, 200, 203].

Таким чином, скелетні форми аномалій прикусу, що розвиваються в сагітальній та горизонтальній (трансверзальній) площині, як правило виникають поєднано. Відхилення від норми при цьому можуть стосуватися величини, форми, співвідношення щелеп в різних площинах [40, 49, 123, 137, 150].

Передумовою до значного поширення і великого клінічного різноманіття скелетних форм аномалій прикусу (зокрема їх поєднаних типів) є складний ембріогенез та унікальна функціональна анатомія обличчя, що робить його дуже вразливим до дії несприятливих екзогенних та ендогенних чинників [225]. Поєднання несприятливих чинників визначає характер патології, що формується, через прямий та/або опосередкований вплив на ріст і розвиток кісткових структур [20, 22].

Серед етіологічних чинників зубощелепних аномалій найбільше значення надають генетичним порушенням, вродженим вадам розвитку (незрощення верхньої губи і піднебіння, краніостенози, дизостози, синдроми 1-ї та 2-ї зябрових дуг; дисплазії щелеп; вроджені ендокринні ураження), несприятливим механічним впливам під час вагітності та в ранньому дитячому віці, неповноцінному харчуванню, гормональним розладам, впливу тератогенних чинників, зловживанню алкоголем та наркотиками хоча б в одного з батьків [22, 25, 95, 185].

Серед екзогенних чинників доведений вплив мають: порушення правил штучного вигодовування та функцій зубощелепного апарату (жування, ковтання, дихання, мовлення), шкідливі звички, травми, перенесені запальні процеси у м'яких і твердих тканинах обличчя, опромінення, порушення строків зміни зубів та їх передчасне видалення, хірургічні втручання на ділянці обличчя, в тому числі – пов'язані із усуненням вроджених вад [20,21,22].

Для виникнення трансверзального дефіциту/звуження ВЩ основними етіологічними чинниками є порушення м'язової функції, часто асоційовані із шкідливими звичками (смоктання великого пальця) [92], аномально низьке розташування язика в поєднанні із впливом щічних м'язів (*m. buccinator*), що стримують горизонтальний ріст ВЩ, ятрогенні чинники, пов'язані із хірургічним лікуванням вроджених незрощень верхньої губи і піднебіння, а також наслідки перенесених травм [25, 26].

Певною мірою на формування ВЩ по трансверзалі впливають порушення носового дихання та захворювання верхніх дихальних шляхів в дитячому віці

[181]. Вагоме значення в патогенезі звуження ВЩ належить також генетичним та спадковим чинникам. Генетичні механізми є, наприклад, доведеними для аномалій III класу за Енглем пов'язаних із поліморфізмом P561T в гені GHR, який відповідає за синтез рецепторів до гормону росту [49]. Звуження і сагітальне недорозвинення ВЩ є проявом багатьох краніо-фаціальних синдромів (дизостозів) і нерідко поєднується із вродженими незрощеннями обличчя, верхньої губи і піднебіння [22].

Порушення росту і розвитку ВЩ у таких пацієнтів супроводжуються недорозвиненням ВЩ, як по сагіталі, так і в трансверзальному напрямку. В наслідок цього, серед пацієнтів, які перенесли операції з приводу одnobічного незрощення верхньої губи та піднебіння, 48,3% в дорослому віці потребують проведення ортогнатичних втручань [24]. Пацієнти із наявними двобічними незрощеннями верхньої губи та піднебіння в подальшому потребували коригуючих хірургічних втручань спрямованих на зміну розмірів, форми та співвідношення щелеп в 65,1% випадків [94].

1.2. Клінічна картина і діагностика скелетних форм аномалій прикусу, що супроводжуються трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи

Оцінка параметрів обличчя та лицевого черепа, що характеризують його ріст, розвиток та формування оклюзії в ортодонтії є важливим елементом діагностики планування та реалізації лікувальних стратегій, а також контролю отриманого результату на основі об'єктивних та уніфікованих критеріїв [35].

Скелетні форми аномалій і деформацій прикусу, виникають в дитячому віці, але їх клінічна картина змінюється в процесі росту і розвитку організму, зазнає суттєвого впливу лікувальних заходів (хірургічних та ортодонтичних) і до моменту завершення росту зазвичай формує характерний симптомокомплекс, що містить ознаки анатомічних і функціональних порушень, які поряд із косметичним дефектом (в першу чергу – порушенням профілю, симетрії та

пропорцій обличчя), нерідко містить ознаки психологічних девіацій та соціальної дезадаптації [238].

Велике значення зовнішності в формуванні особистості, самооцінки та соціальних зав'язків, особливо у осіб молодого віку визначає серйозний негативний вплив, який аномалії та деформації обличчя чинять на якість життя пацієнтів, можливості їх вербального і невербального спілкування, перспективи самореалізації тощо [43, 51, 65]. Скелетні форми аномалій і деформацій щелеп впливають на ріст і розвиток інших кісток обличчя, зумовлюючи дисгармонії розвитку лицевого черепа різного ступеня вираженості, що безпосередньо впливають на фізичну привабливість пацієнта [7]. Саме тому, покращення зовнішності є основним мотивом для пацієнтів, що звертаються до щелепно-лицевих хірургів з метою проведення ортогнатичних операцій [239].

Іншим аспектом зубо-щелепних аномалій є порушення функції кісток лицевого черепа та зубо-щелепної системи в цілому [28, 33, 35, 47]. Відомо, що в процесі онто- і філогенезу обличчя набуває унікальної складної анатомічної будови, оптимально пристосованої до виконання притаманних йому функцій: жування, ковтання, дихання, мови тощо [92, 115, 124]. Деформації і аномалії лицевого черепа вірогідно порушують функцію уражених кісткових структур, а нерідко позначаються на стані інших органів та систем [29]. Жувальна функція та оклюзія у пацієнтів, зі скелетними формами аномалій прикусу, відрізняється від такої у здорових людей, оскільки число міжзубних контактів зменшується, а змикання антагонуючих пар відбувається в біомеханічно несприятливому положенні [27].

За даними електроміографії було відзначено також зниження скоротливої активності жувальних м'язів у пацієнтів із вертикальними та сагітальними формами аномалій, що додатково сприяє зниженню жувальної функції у пацієнтів цієї категорії [226]. Встановлено, що у пацієнтів з недорозвиненням ВЩ стає невиразною мова, порушується вимова окремих звуків, дихання: з'являється хрипіння і розвивається синдром обструктивного апное уві сні, що негативно позначається на стані здоров'я в цілому [29].

Діагностика сагітальних та вертикальних форм скелетних аномалій лицевого черепа, в зв'язку з цим не становить значної складності: естетичні і функціональні порушення, спричинені наявною аномалією є очевидними для пацієнта і лікаря, і зумовлюють більшість скарг при первинному зверненні [35]. Натомість ознаки ТД ВЩ можуть бути менш виразними, та маскуватись наявними сагітальними і вертикальними порушеннями розмірів, форми та співвідношення щелеп [147, 149, 156].

Клінічне визначення трансверзального недорозвинення/недостатності ВЩ, в зв'язку з цим, базується на вимірюванні ширини піднебіння (transpalatal width), як відстані між найближчими точками верхніх перших молярів [59]. Вважають, що величина цього показника на рівні 36-39 мм є достатньою для розміщення зубів середнього розміру без скупчення, натомість значення менше 31 мм є показанням для ортодонтичного чи хірургічно-асистованого розширення (McNamara). За даними Howe RP et al., 1983 [137] оптимальна міжмолярна відстань у чоловіків є дещо більшою ніж у жінок і становить 37.4 мм проти 36.2 мм відповідно (очевидно що ці цифри є досить умовними і носять орієнтовний характер). Іншими параметрами, які слід брати до уваги є тип обличчя, стан м'язових тканин м'язовий тонус тощо [190, 191].

Клінічні ознаки звуження ВЩ включають невідповідність верхнього і нижнього зубних рядів (альвеолярних, базальних дуг), асоційовані із глибоким та вузьким піднебінням, надмірним вертикальним альвеолярним ростом, дефіцитом простору в зубній дузі для адекватного розташування зубів, що призводить до їх скученості та протрузії, стертістю зубів, пошкодженням пародонтальних структур (рецесія ясен і втрата альвеолярної кістки на окремих ділянках), зміною положення язика, дисфункцією м'язів обличчя та м'язово-суглобовими розладами різного ступеню вираженості [33, 98, 173].

Основними симптомами ТД (звуження) ВЩ є односторонній чи двосторонній перехресний прикус в бокових ділянках, а також скученість і протрузія верхніх фронтальних зубів, викликана невідповідністю їх розмірів та розміру кісткової основи (базальної дуги) [61]. Причому зміщення медіально в

межах одного-двох зубів, може бути зумовлене зубо-альвеолярними причинами, натомість залучення більшої кількості зубів свідчить про ймовірну скелетну причину аномалії [69]. Іншими проявами є балансуєча оклюзія та формування «щічних коридорів» (негативний простір) – це темні простори, що проявляються в кутах рота при усмішці [67]. Зовнішніми ознаками трансверзальної недостатності ВЩ може бути поглиблення носо-губних складок та звуження носу (зменшення відстані між основами крильних хрящів) [89]. Важливим негативним наслідком трансверзального дефіциту ВЩ є звуження носової порожнини, що супроводжується порушеннями носового дихання і може сприяти розвитку OSAS (синдрому обструктивного апное уві сні) [29, 264].

За відсутності відповідного лікування ТД ВЩ не має тенденції до самостійної/спонтанної корекції [226]. Ця аномалія набуває своїх основних, остаточних клінічних проявів по мірі росту і розвитку щелеп із формуванням постійного прикусу, а її формування впливає на ріст щелеп в сагітальному і вертикальному напрямках [154].

Відомо, що позиція нижніх зубів і формування нижнього зубного ряду залежать від морфології ВЩ більшою мірою ніж від розмірів і форми власне НЩ [191]. При звуженні ВЩ нижні перші моляри прорізуються і встановлюються в більш язичному положенні і нахилі, що в подальшому визначає зміни всього нижнього зубного ряду [270]. Необхідною передумовою для досягнення стабільної оклюзії і уникнення небажаних функціональних ефектів у пацієнтів цієї категорії є нормалізація трансверзальних скелетних співвідношень [191].

Звуження ВЩ не завжди супроводжується утворенням перехресного прикусу в її бокових відділах [256]. Натомість, в окремих випадках, наявність зворотнього перекриття молярів і премолярів, може бути зумовлена сагітальним компонентом аномалії (переважно II клас) [254]. Істинна трансверзальна недостатність ВЩ характеризується збереженням перехресного прикусу при співставленні діагностичних моделей в змиканні за I класом по іклу [278].

Визначення наявності і виразності трансверзального дефіциту є важливим з точки зору своєчасного лікування, що є необхідною передумовою корекції

супутніх сагітальних та вертикальних аномалій та деформацій, нормалізації росту та оклюзійних співвідношень [44]. При цьому діагностика трансверзальних аномалій утруднена внаслідок наступних особливостей: 1) трансверзальні аномалії клінічно проявляються менш виразно порівняно із сагітальними і вертикальними, і часто залишаються непомітними для пацієнта, 2) трансверзальні аномалії нерідко поєднуються із іншими типами аномалій, що утруднює об'єктивне визначення їх виразності, 3) золотий стандарт діагностики та чіткі критерії визначення трансверзального дефіциту відсутні [251].

Діагностика трансверзального дефіциту зазвичай базується на використанні комбінації з декількох із нижченаведених методів: клінічна оцінка, аналіз діагностичних моделей, фронтальна телерентгенографія та оклюзійні рентгенограми, конусно-променева/мультиспіральна комп'ютерна томографія [141]. Для об'єктивної оцінки звуження зубної дуги, при цьому застосовують переважно індекси, розраховані за діагностичними моделями, натомість скелетний компонент деформації вивчають переважно за даними фронтальної ТРГ [173].

У 1990-х роках метод фронтальної ТРГ вважався найбільш доступним і надійним додатковим методом діагностики трансверзального дефіциту. Використовуючи Ricketts Rocky Mountain Analysis [231]. Betts et al. 1995 розробив метод оцінки фронтальної ТРГ, що обчислював диференціал ширини ВЩ. Цей диференціал вказує на те, що поперечне відхилення більше від норми Рікеттса на 19,6 мм вимагає обов'язкового скелетного розширення [121].

Водночас відомо, що традиційні методи 2D візуалізації мають певні обмеження, що впливають на точність визначення анатомічних орієнтирів та зумовлюють появу оператор-залежних похибок при проведенні вимірювань, крім того горизонтальні повороти голови при проведенні дослідження суттєво позначаються на точності вимірювань [211, 253, 254].

Використання методів 3D цефалометрії на основі даних КТ позбавлено вказаних технічних недоліків і забезпечує більшу точність та відтворюваність, як у визначенні анатомічних орієнтирів, так й у вимірюванні відстаней і кутів

[257]. Від моменту появи в 1998 році КПКТ, що виявлялась технічно простішою, дешевшою і пов'язаною із значно меншим променевим навантаженням порівняно із МСКТ, можливості застосування томографічних методів в ортогнатії різко збільшились [251].

Cheung T. et al., (2012), вивчаючи точність КПКТ і фронтальної ТРГ порівняно із прямими вимірами на сухих черепах встановив, що неточності у визначенні анатомічних орієнтирів та лінійних вимірів були наявні в 8% випадків при застосуванні КТ і 18% при застосуванні фронтальної ТРГ. Подібних висновків доходять і інші автори, втім дотепер не очевидно чи ці переваги 3D цефалометрії кардинально впливають на встановлення діагнозу і визначення методу лікування [73].

Метааналіз Савчук В.К., та співавт., 2018 [13] визначив, що на сьогодні відсутні достатні, з позицій доказової медицини, дані щодо специфічності і чутливості різних методів діагностики, які б дозволили сформулювати чіткі рекомендації з даного приводу. Втім в роботах багатьох авторів було показано, що оцінка моделей на основі індексів Pont's, Schwarz & Gratzinger, McNamara's rule of thumb, Korkhaus' index and Howe's Index не були достатньо точними для визначення реальної величини ТД ВЩ [205, 255].

Так, наприклад, індекс Pont's (Pont A. 1909), заснований на обчисленні ширини верхньої зубної дуги на основі суми мезіодистальної ширини коронок 4 верхніх різців, відповідав індивідуальним варіаціям зубних дуг лише у 32% пацієнтів [62]. В інших випадках розрахункова величина була завищеною чи навпаки заниженою, що визначало слабку кореляцію між реальною та розрахунковою шириною верхньої зубної дуги Dalidjan M., 1995 [93], Nimkarn Y, 1995 [205], Thu K.M, 2005 [255], de Oliveira M.A., 2008 [97]. Rastegar-Lari et al. (2018) дійшли подібного висновку і щодо індексу Korkhaus', який за їхніми даними демонстрував розрахункові величини здебільшого нижчі за актуальні.

Одна із основних проблем індексної оцінки полягає в тому, що трансверзальні виміри на моделях прив'язані до коронок зубів та не враховують буко-лінгвальну інклинацію їх коренів, що може маскувати реальний скелетний

дефіцит в трансверзальній площині [28]. Іншою є те, що параметри норми отримані лише для певних расових та етнічних груп і не можуть бути безпосередньо поширені на інші [212]. Методи рентгенологічної оцінки, що є більш надійними і відтворюваними (при цьому КПКТ мало низку суттєвих переваг перед фронтальним ТРГ) втім за відсутності «золотого стандарту» діагностики до сих пір мають невизначену чутливість і специфічність, а об'єктивно порівняти точність різних методів діагностики виявляється вкрай проблематично [245].

Впровадження цифрових технологій в останні десятиліття розкрило нові напрямки наукового пошуку в питаннях діагностики і планування лікувальних заходів у пацієнтів із скелетними формами аномалій прикусу. Традиційно, діагностика, планування, підготовка і проведення ортогнатичних операцій у цих пацієнтів базувались на аналоговому протоколі, що передбачав проведення і аналіз ТРГ, дослідження та переміщення діагностичних моделей в артикуляторі з подальшим виготовленням ортодонтичних пристроїв і хірургічних сплінтів лабораторним способом [251]. Водночас стрімкий розвиток цифрових методів діагностики, візуалізації та виробництва (CAD/CAM технологія) призвів до значних змін в різних галузях медицини, в тому числі і в лікуванні пацієнтів із скелетними формами аномалій щелеп. Основними здобутками, що лягли в основу цифрового протоколу, який на сьогодні застосовують в провідних клініках світу стали впровадження КТ-діагностики, 3D цефалометрії, віртуальної симуляції хірургічних втручань, тривимірного сканування, 3D друку хірургічних сплінтів, фіксуючих пристроїв, ортодонтичних апаратів, елайнерів тощо [277].

Цифровий протокол змінив не лише діагностичні підходи, але й філософію лікування даної категорії пацієнтів та особливості міждисциплінарної взаємодії на етапах лікування. Принципово, він розкриває додаткові можливості в діагностиці, аналізі анатомічних порушень в трьох ортогональних площинах, формуванні, представленні та реалізації плану лікування, збільшує його точність і прогнозованість, а також зменшує ризики пов'язані із впливом суб'єктивних чинників та підвищує ефективність лікування складних асиметричних форм

зубощелепних аномалій Kontio R., 2015 [163]). Водночас існує низка невирішених проблем, що ускладнює широке впровадження і обмежує клінічне застосування даного напрямку. Так відсутність єдиного загальноприйнятого підходу та обґрунтованих критеріїв в аналізі результатів 3D цефалометрії та інтраорального сканування суттєво утруднює інтерпретацію даних та не дозволяє однозначно визначити подальшу лікувальну стратегію. Необхідним залишається пошук об'єктивних критеріїв оцінки результатів, досягнутих на різних етапах лікування для їх співставлення із віртуальним плануванням тощо.

1.3. Корекція трансверзального дефіциту верхньої щелепи в комплексному лікуванні скелетних форм зубо-щелепних аномалій і деформацій

У процесі лікування пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу основною задачею є гармонізація обличчя, відновлення правильних розмірів, форми і співвідношень анатомічних структур в трьох ортогональних площинах, нормалізація прикусу із досягненням стабільної оклюзії та забезпечення нормальної роботи м'язів під час жування, ковтання і мови [258].

Відомо, що в залежності від поєднання етіологічних чинників та патогенезу аномалії, порушення анатомічної форми і пропорцій лицевого черепа можуть відбуватись в сагітальному напрямку, по трансверзалі або по вертикалі, як правило поєднуючись між собою. Відповідно класифікації ВООЗ, що не втратила свого значення серед всіх аномалій і деформацій лицевого черепа, можна виділити наступні:

1. Макрогнатія/гіперплазія - збільшення розмірів ВЩ/НЩ (всієї макрогнатії або гіперплазії за класифікацією ВООЗ) [10]
2. Зменшення розмірів верхньої (нижньої) щелепи (всієї або її окремих ділянок – мікрогнатія або гіпоплазія за тією ж класифікацією.
3. Порушення форми верхньої (нижньої) щелепи – всієї або якогось відділу.

4. Неправильне розташування щелеп по відношенню до основи черепа зміщення в сагітальному, вертикальному або трансверсальному напрямку.

5. Поєднані деформації щелеп.

Надання комплексної медичної допомоги пацієнтам із цими порушеннями передбачає поєднання ортодонтичного/апаратурного, хірургічного, функціонального і протетичного методів. Результатом лікування при цьому має бути досягнення індивідуального морфо-функціонального та естетичного оптимуму. У більшості хворих вирішення цієї задачі є складним, крім того лікар має враховувати потребу у стабілізації цих результатів в часі і уникненні рецидивів [226].

Основним методом корекції скелетних форм аномалій прикусу на сьогоднішній день є ортогнатична хірургія, що використовує різні прийоми і способи, які в загальних рисах можна звести до кількох базових методик, що мають низку модифікацій та можуть поєднуватись між собою. Це: 1) остеотомія ВЩ за Ле Фор I (в тому числі із сегментацією альвеолярного відростку) та наступне лінійне та ротаційне переміщення фрагментів ВЩ у правильне положення і закріплення їх із використанням стандартних, преформованих та пацієнт-специфічних пластин, 2) двостороння площинна остеотомія НЩ із наступним наданням їй необхідної форми та розміру, 3) остеотомія підборіддя/геніопластика, 3) дистракційний остеогенез щелеп із використанням зовнішніх та внутрішніх дистракторів та 5) хірургічно-асистоване розширення ВЩ, що є основним методом корекції її ТД у дорослих осіб (див. нижче).

Хірургічні втручання на сьогоднішній день планують на основі об'єктивних розрахунків, проведених за даними КТ, аналізу цифрових та гіпсових моделей, а також комплексного вивчення клінічних особливостей випадку, використовуючи цифровий або аналоговий протокол. Результатом діагностичного процесу і планування лікувальних заходів є чітке усвідомлення бажаного результату, послідовності ортодонтичних та хірургічних дій, необхідних для його досягнення, а також виготовлення індивідуалізованих

пристроїв для реалізації віртуального плану операції (апарати, сплінти, капи, навігаційні шаблони, пацієнт-специфічні фіксатори тощо).

Досвід ортодонтичної хірургії свідчить, що досягнення анатомічно-бажаного результату і головне - забезпечення його стабільності в часі в абсолютній більшості випадків потребують прехірургічної ортодонтичної підготовки – створення умов для досягнення стабільної інтра- та післяопераційної оклюзії [19].

Основними задачами, які мають бути вирішені в ході прехірургічної ортодонції, є наступні: нівелювання та вирівнювання зубних дуг, усунення дентальних компенсацій без жодних спроб ліквідації сагітальних невідповідностей та відкритого прикусу. При цьому поглиблення зубо-альвеолярних ознак деформації є прийнятним, натомість формування нестабільних ортодонтичних змін, що можуть призводити до рецидивів після хірургічного лікування є небажаним. Зуби мають бути встановлені в центрі альвеоли, а альвеолярні сегменти вирівняні з точки зору формування адекватної кривої Шпее. Якщо в ході операції планується сегментація альвеолярного відростку, необхідно створити міжзубні проміжки в зоні проведення остеотомій.

Важливим елементом прехірургічної ортодонтичної підготовки є усунення ТД ВЩ. Розширення ВЩ необхідне для встановлення фронтальних зубів в правильній позиції, ліквідації скупченості, задання правильного торку та ангуляції. У разі якщо ця задача не може бути вирішена ортодонтичними або хірургічними методами, проведення адекватного позиціонування кісткових сегментів може бути утруднене або не можливе, а досягнення правильної післяопераційної оклюзії може потребувати додаткової сегментації ВЩ, пов'язаної зі значними ризиками. При цьому більшість дослідників погоджуються, що лікування звуження ВЩ, особливо за наявності важких форм сагітальних та/або вертикальних аномалій становить значні складнощі, як для ортодонтів, так і для щелепно-лицевих хірургів на етапі діагностики, планування і реалізації лікувальних заходів. Це особливо чітко проявляється у пацієнтів підліткового та дорослого віку (старше 16 років), де можливості розширення

стають різко обмеженими в зв'язку із осифікацією та інтердигтацією піднебінного шва. Лікування таких пацієнтів засноване на застосуванні різних підходів, кожен із яких має свої переваги і недоліки, а також певні границі застосування зумовлені клінічною картиною та віком пацієнта. При цьому слід прагнути досягнення прийняттого, стабільного в часі клінічного результату із одночасною мінімізацією ризиків та інвазивності процедури, а також брати до уваги затрати часу і ресурсів, а також дискомфорт, спричинений пацієнту в ході лікування [234].

Базові принципи розширення ВЩ були запропоновані Angell E. 1860 більше 100 років тому. З того часу техніка розширення, апарати та режими їх активації були суттєво удосконалені [37].

Лікування трансверзальної недостатності ВЩ може бути ортодонтичним (ортодонтичний камуфляж або застосування піднебінних еспандерів – RME, MARPE), комбінованим (SARPE) чи хірургічним (остеотомія ВЩ за ЛеФор I із її сегментацією, розсіченням піднебінного шва та подальшим співставленням в правильному положенні). Вибір конкретного методу лікування у пацієнтів зі звуженням ВЩ визначається, в першу чергу, станом піднебінного шва та, меншою мірою, інших кісткових структур, що протидіють механічній силі активованого ортодонтичного апарату [134].

Автори вказують, що вибір методики розширення, конкретного типу апарату і режим його активації на сьогоднішній день все ще не ґрунтуються на даних доказової медицини, а більшою мірою визначаються суб'єктивними чинниками, дослідження із високим рівнем доказовості є вкрай не чисельними, при чому їх результати можуть протирічити одне одному [114, 116, 183].

Ортодонтичне розширення ВЩ в дитячому віці базується на фізіології нормального росту ВЩ, еластичності кісткових структур та відсутності кісткового зрощення піднебінного шва, що може бути розірваний прикладанням значних зусиль. Ділянка навколо піднебінного шва є важливою зоною росту, що стимулюється прямими механічними впливами. Її активність із віком падає, що є одним із чинників, який зменшує ефективність ортодонтичних апаратів [30].

Онтогенез піднебіння людини в ембріональному і постнатальному періоді є добре дослідженим в серії гістологічних досліджень, що в подальшому були підтверджені даними КТ. Піднебінні відростки, які ростуть на зустріч один одному, зростаються на 10 тижні ембріонального розвитку, формуючи піднебінний шов по серединно-сагітальній лінії [22].

У постнатальному періоді по мірі росту і розвитку дитини піднебінний шов проходить фази: 1) синфіброз, 2) широка відстань між паралельними кістковими межами, 3) синартроз, 4) звуження міжкісткового простору; 5) синостоз, 6) повна інтердигітація Melsen B., 1975 [193].

Динаміку окостеніння шва можна прослідкувати на оклюзійних рентгенограмах, або КПКТ. З моменту формування синостозу, можливість швидкого розширення піднебіння та розрив піднебінного шва за допомогою ортодонтичних пристроїв, як фіксованих на зубах, так і з опорою на кістку, стає вкрай проблематичним. Втім, вік повного окостеніння шва (синостоз) точно не визначений. За даними літератури, що нерідко є контрверсійними і не можуть вважатись остаточними, строки повної осифікації піднебінного шва становлять від 16 до 35 років [193, 217].

Втім, останні гістологічні дослідження показали, що навіть у осіб старше 70 років повне окостеніння відбувалось лише в передніх відділах шва, навіть коли осифікація виглядала повною на рентгенограмах. Натомість в задніх відділах шва відзначалась сполучна тканина [204, 220, 267]. Це дає певне теоретичне обґрунтування застосуванню методів RME та MARPE в старших вікових групах за відсутності або з мінімальною хірургічною асистенцією [250].

Швидке розширення піднебіння.

Ортодонтичні методи, що передбачають розширення верхньої зубної дуги за рахунок зубного та зубо-альвеолярного компоненту включають брекет систему, ТРА (transpalatal arches), гвинти типу quad helix, та міжщелепні еластики. Втім їх застосування є дуже 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.

На сьогоднішній день існує консенсус, згідно якого для лікування пацієнтів зі звуження 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 і підтверджений дослідженнями із високим рівнем доказовості у пацієнтів дитячого віку [42, 169, 190]. RME – це надійний метод лікування багатьох ортодонтичних патологій в тому числі класу II і III, асоційованих із звуженням ВЩ. Він може бути застосований для вирішення проблеми невідповідності розмірів зубів та периметра зубної дуги на ВЩ, «розширення усмішки», та покращення функції носового дихання [207].

Методика RME основана на прикладанні двосторонніх великих сил при розкручуванні гвинта в апаратах типу RPE-hyrax (tooth-borne hygienic rapid palatal expanders) через верхні моляри і премоляри на піднебінну кістку, спричиняючи непрямий вплив на ділянку піднебінного шва, який внаслідок цього розривається, за умови, що шов не є осифікованим [127]. Рідше для цього застосовують комбіновані апарати із фіксацією на зубах і піднебінні. Naas A.J., 1970 [128] та Proffit WR (2007) [224], детально вивчав різні режими розширення, продемонструвавши, що саме швидке розширення (1-2 оберти в день) найбільшою мірою забезпечує скелетний компонент. При такому режимі активації, базальне розширення відбувається дуже швидко, але потім з часом уповільнюється і зменшується, зубо-альвеолярний компонент натомість заростає [242].

У дитячому віці процедура забезпечує стабільні результати у найближчому і віддаленому періоді, не залежно від типу ортодонтичного апарату, що застосовується. Ефективність методу є більшою в період змінного прикусу та на початку формування постійного прикусу [217]. При цьому, чим раніше розпочато лікування, тим кращими є його результати і віддалений прогноз.

Liu S., Xu T., 2015 [182] вважають, що швидке розширення ВЩ без хірургічної допомоги може бути клінічно успішним і прогнозованим лише у віці до 14-16 років. Натомість, в підлітковому і дорослому віці, по мірі кальцифікації та інтердигітації краніофасціальних швів, включно із піднебінним, ефективність процедури RME суттєво зменшується в зв'язку із збільшенням механічної резистентності кісткових структур, в першу чергу, розташованих навколо піднебінного шва [194, 217]. Стабільність ефекту та можливий обсяг скелетного розширення зменшуються [113, 114].

І хоча існують окремі повідомлення про можливість апаратного розширення ВЩ в підлітковому і дорослому віці, у цій віковій групі подібний підхід розглядається, як непередбачуваний і асоційований із високим ризиком [132, 249]. При застосуванні апаратів із назубною фіксацією у пацієнтів старшого віку обсяг небажаних ортодонтичних переміщень (наприклад - букальний нахил опорних зубів) суттєво зростає, водночас із завершенням формування скелета збільшується ризик побічних ефектів – ушкодження пародонту, зменшення товщини і висоти альвеолярної кістки зі щічного боку, рецесія ясен тощо. У зв'язку з цим, у пацієнтів зі скомпрометованим парадонтальним статусом застосування методів швидкого розширення ВЩ має проводитися із високою обережністю [203].

Сегментарна остеотомія ВЩ.

У пацієнтів дорослого віку основними способами розширення ВЩ є остеотомія за ЛеФорІ із сегментацією альвеолярного відростку (хірургічний метод) та хірургічно-асистоване розширення верхньої щелепи/піднебіння SARME/SARPE (комбінований метод). Кожна з цих технік має свої переваги і можливості залежно від наявної клінічної ситуації [126].

Перший підхід був запропонований Steinhauser E.W., 1972 [246] та Obwegeser H.L., 1969 [208] і 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

трансплантатам, для покращення стабільності і оптимізації репаративної регенерації кістки.

Остеотомія за ЛеФор із одномоментною сегментацією показана при поєднаних трансверзальних і сагітальних та/або горизонтальних аномаліях, і дозволяє провести втручання в один етап, що зменшує навантаження на пацієнта, пов'язане із необхідністю виконання двох операцій під наркозом. Втім подібний підхід часто унеможлиблює адекватну передопераційну ортодонтичну підготовку та збільшує операційні ризики, серед яких можливість глибоких судинних розладів із некротизацією сегментів кістки [127].

Подібні втручання виявляються доцільними у випадках переважного звуження в бокових відділах, при надмірно вираженій кривій Шпее на ВЩ, яка буде скорегована під час операції і можлива у пацієнтів з трансверзальною недостатністю меншою ніж 7 мм. При цьому проведення сегментації є більш ефективним у пацієнтів із високим піднебінням [156]. Натомість SARME показана при ізольованих формах трансверзальної недостатності ВЩ, при поєднаних аномаліях зі звуженням ВЩ більше ніж 7 мм, зокрема у пацієнтів, де попередні спроби ортодонтичного розширення виявились неефективними [188].

Проведення остеотомії за ЛеФорт I із наступною сегментацією асоційована і високим хірургічним ризиком, який водночас може бути суттєво зменшений ретельним плануванням та виконанням хірургічних прийомів, а також застосуванням сучасної медичної техніки та відповідного інструментарію. Серед основних ускладнень асоційованих із даним методом хірургічного лікування – кровотеча, розвиток інфекції, втрата альвеолярної кістки і формування пародонтальних кишень в зонах вертикальних розпилів/остеотомій щелепи, експозиція та переломи фіксаторів, асептичний некроз фрагментів ВЩ та м'яких тканин, девіталізація, механічне ушкодження і навіть втрата зубів на ділянці втручання, утворення оро-назальних з'єднань та піднебінної нориці [102, 104, 108, 171, 195, 265, 269].

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 [223]. Це дозволяє деяким авторам розглядати трансверзальне переміщення кісткових фрагментів ВЩ, як найменш передбачуване/стабільне переміщення в ортогнатичній хірургії [138].

Хірургічно-асистоване швидке розширення ВЩ/піднебіння SARME/SARPE та мікро-імплантат асистоване швидке розширення піднебіння MARPE.

Методика SARPE підвищує передбачуваність розширення та його ефективність, а також зменшує можливі побічні ефекти застосування апаратів назубної фіксації [260]. 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 ортодонтинних апаратів назубної або накісткової фіксації таких, як hyrax або піднебінний дистрактор (Trans Palatal Distractor, TPD) [59, 91]. Оскільки центральні різці розвиваються із окремих кісток серединно-сагітальний розпил шва майже завжди дозволяє зберегти альвеолярну кістку вздовж всієї довжини коренів центральних різців та уникнути ушкодження періодонту [243]. 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 [67].

Перші повідомлення про хірургічне розділення піднебінного шва при звуженні ВЩ належить Brown G. V. I., (1938) [65]. Пізніше Kole H. (1959) описав низку різних остеотомій, спрямованих на спрощення ортодонтичного розширення ВЩ у дорослих. Він, зокрема, пропонував проведення латеральних остеотомій на ділянці контрфорсів у поєднанні із остеотоміями ВЩ на межі твердого піднебіння та альвеолярного відростку [159, 160, 161]. У подальшому цей підхід, було розвинено Converse JM, Horowitz SL., 1969 [88].

Необхідність латеральної остеотомії, включно із повним від'єднанням ВЩ на рівні Ле ФорІ, автори пов'язували із тим, що у дорослих пацієнтів на тлі зменшення еластичності кісток, ділянки контрфорсів починають відігравати суттєву роль (поряд із піднебінним швом) у протидії ортодонтичним силам, спрямованим на розширення ВЩ [52, 156, 180]. При проведенні остеотомій деякі автори не рекомендували проводити розсічення птеригомаксиллярного з'єднання у зв'язку із високим ризиком судинних порушень і низкою негативних ефектів, пов'язаних із феноменом «плаваючої щелепи» [144].

Для розширення ВЩ в поєднанні із різними типами остеотомій автори застосовували переважно ортодонтичні пристрої з фіксацією на зубах. Пізніше з'являються публікації про можливості застосування піднебінних дистракторів із накістковою фіксацією у пацієнтів цієї категорії [77, 87, 116, 155, 183, 207, 215, 214, 274]. Автори фіксували дистрактор на піднебінній частині альвеолярної кістки в ділянці молярів і премолярів через піднебінні розрізи або трансмукозно. У подальшому після ретенційного періоду, такі апарати активували зі швидкістю 0,33 мм на добу і більше до досягнення необхідного розширення. При цьому поперечний рух кісткових фрагментів, і, відповідно скелетне розширення було максимальним, а зміщення і нахил зубів мінімізувалися.

Вперше піднебінний дистрактор сучасного типу Trans Palatal Expander (TPD) із накістковим типом фіксації був запропонований Mommaerts в 1999 році. Він також визначив, що розташування дистрактора на рівні премолярів забезпечує переважне розширення в зоні ікол (у співвідношенні 3:2 порівняно із задніми відділами піднебіння). Для більш рівномірного розширення (коли це необхідно та доцільно з клінічної точки зору) дистрактор слід зміщувати дистально та забезпечувати крило-піднебінне роз'єднання. З того часу було розроблено низку подібних приладів, що знайшли широке застосування в клінічній практиці: Magdenburg palatal distractor, Martin Rapid Palatal Expander (KLS Martin Group, Jacksonville, FL), Rotterdam palatal distractor, MDO-R device (Orthognathics, Ltd, Zurich, Switzerland) та інші.

Ризик ускладнень при проведенні SARPE є набагато меншим, ніж при проведенні хірургічної сегментації ВЩ із наступним переміщенням фрагментів у нове положення. Останні зазвичай пов'язані із помилками на етапі планування і проведення втручання (невірне, асиметричне позиціонування дистрактора, перфорація слизової піднебіння при проведенні остеотомії, неналежне її виконання). У літературі описані наступні ускладнення – ушкодження коренів і періодонту центральних різців, втрата альвеолярної кістки і рецесія ясен у цій ділянці, (профілактика цього ускладнення передбачає ретельний аналіз топографії коренів їх дивергенції і стану оточуючої кістки перед проведенням втручання та контроль швидкості розширення із урахуванням стану тканин між центральними різцями) [235].

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 [215].

З огляду на це, деякі автори досліджували можливість використання ортодонтичних мікроімплантатів, встановлених на ділянці піднебіння, як допоміжних анкерних пристроїв для оптимізації прикладання механічної сили на ділянці піднебінного шва [70]. Ця система, що отримала назву MARPE, прикладає силу до мікроімплантатів, які передають її безпосередньо на кістку, уникаючи перевантаження зубів чи пародонту. Вперше її було запропоновано Lee et al., 2010 [172] у Південній Кореї та Moon et al., 2013 в США [198]. За останні роки цей підхід здобув значної популярності, були запропоновані різні конструкції апаратів та способи їх застосування [242]. Крім того, було запропоновано низку апаратів із фіксацією лишень на міні імплантатах (піднебінні дистрактори), або гібридні конструкції з опорою як на кістку, так і на зуби [243].

Проведені дослідження довели можливість розширення ВЩ при застосуванні MARPE у дорослих осіб із передбачуваною високою ефективністю. Так в роботі Choi S.H., Shi K.K., 2016 [78] у пацієнтів дорослого віку було

отримано рівень успіху 86,96% зі стабільними результатами після 30 місяців спостереження. Натомість при застосуванні традиційних апаратів для розширення ВЩ було відзначено високий ризик побічної дії (вестибулярний нахил зубів), так само, як і високу вірогідність рецидиву при поверненні нахилених зубів у вихідне положення у віддаленому періоді після ортодонтичного лікування Northway W.M., Meade J.B. Jr.1997 [206], Vanarsdall RL Jr., 1999 [261] та Lin et al, 2015 [179] провели пряме порівняння MARPE та традиційного швидкого розширення ВЩ у пацієнтів із середнім віком $18,1 \pm 4,4$ роки і виявили більшу ефективність MARPE щодо скелетного розширення при мінімізації побічних ефектів з боку зубів і пародонту.

За даними Haas, 1965 [130] розрив середньопіднебінного шва відбувається після третього або четвертого повного оберту, традиційного ортодонтичного гвинта, що відповідає приблизно 3-4 мм переміщення, в зв'язку із нахилом зубів. Натомість при використанні апаратів накісткової фіксації, в тому числі із опорою на ортодонтичні мініімпланти (MARPE) розрив шва зазвичай відбувається швидше, ще на другому тижні активації.

Втім при повній осифікації шва спроби ортодонтичного розширення апаратами MARPE можуть спричиняти різкий біль, неможливість активації апарату, ушкодження пародонту, надмірний нахил зубів, некроз піднебіння і слизової в зонах прикладання сили навколо мініімплантів тощо [254].

Стабільність досягнутого результату при розширенні ВЩ.

Хірургічне розширення ВЩ, що передбачає сегментарну остеотомію ВЩ на рівні ЛеФор I із наступним переміщенням фрагментів належить до найменш стабільних процедур в ортогнатичній хірургії, і нерідко супроводжується частковою втратою отриманого результату. Хоча роботи з цього приводу є нечисленними, отримані результати свідчать про високу імовірність рецидиву під час виконання подібних хірургічних втручань. При проведенні сегментарних остеотомій стабільні результати вдавалось досягнути у 60% хворих, в інших випадках отриманий результат частково втрачався, більшою мірою в ділянці молярів, ніж премолярів. 28% хворих демонстрували втрату результату на 3 мм

і більше, а у 29% відзначали рецидив перехресного прикусу [218]. Для зменшення цього негативного ефекту автори рекомендували застосування ретенційних апаратів і шинуючих пристроїв, гіперкорекцію на 2-3 мм під час операції та введення в щілину остеотомії кісткових трансплантатів [270].

Методика SARME натомість продемонструвала високу стабільність. Так Pogrel, 1992 [219] встановив, що зменшення ширини ВЩ у віддаленому післяопераційному періоді становило в середньому 11% від величини розширення і не впливало на можливість подальшого ефективного виконання ортогнатичних втручань (при величині розширення 7,5 мм, втрата результату склала в середньому 0,88 мм). Bays RA, and Greco JM., 1992 [50] отримали подібні результати. Тенденція до рецидиву в післяопераційному періоді визначалася втратою отриманої величини розширення на 8,8% на ділянці ікл та 7,7% на ділянці молярів. Northway W.M., and Meade J.B., 1997 [206] визначили величину рецидиву на ділянці ікол в межах 5-14%, а на ділянці молярів 5-6%. Для нехірургічних методів ця величина склала відповідно 26% і 18%. Існують окремі публікації, що демонструють більшу частоту рецидивів і відсоток втрати отриманого результату. Так Rasey GL, Wallace WR, 1979 [227] вказував на 30,3% втрати величини розширення на ділянці молярів та 23,3% на ділянці ікл. Втім в абсолютних величинах, для його серії з 18 пацієнтів, ця величина становила в середньому 0,76-1 мм [109].

У метааналізі, що включав 62 публікації присвячені віддаленим результатам SARME, Lagrave`re дійшов висновку, що через рік після завершення розширення, втрата отриманого результату зазвичай перебуває в діапазоні 0,5-1 мм. Втім автор зазначав, що рівень доказовості публікацій з даної проблеми залишається низьким, крім того існують значні розбіжності в протоколах, методиках і конструктивних особливостях пристроїв для розширення, що суттєво ускладнюють інтерпретацію даних.

За даними мета аналізу Aldin Kapetanović et al., 2022, при застосуванні ортодонтичного розширення ВЩ (MARPE) у осіб старших 16 років, за даними 7 досліджень із високим рівнем доказовості, ефективність, яку визначали як

нормалізацію оклюзійних співвідношень і досягнення правильного фісурно-горбикового змикання перших молярів, складає 92.5%. Це відповідало збільшенню міжмолярної ширини в середньому на 6.55 мм (5.50 мм – 7.59 мм). При цьому величина скелетного розширення твердого піднебіння склала в середньому 2.33 мм (від 1.63 мм до 3.03 мм) [151].

Величини скелетного розширення при застосуванні хірургічно-асистованих технік SARPE, за даними іншого мета аналізу (Bortolotti F *et al*), є вірогідно більшими і становлять в середньому 3.3 мм (від 2.8 мм до 3.9 мм). Це відповідало збільшенню міжмолярної відстані в середньому на 7.0 мм (від 6.1 мм до 7.8 мм) [63].

Скелетна складова в розширенні ВЩ становить для RME, за даними різних авторів, 21-40% для SARPE, 46,3-55% і близько 35% для MARPE [41, 72, 78, 85, 114, 118, 155, 177, 214], інша частина зумовлена переміщенням молярів під дією ортодонтичних апаратів. За даними авторів, ангуляція зубів при застосуванні MARPE, SARPE, (при застосуванні апаратів із опору на зуби) та RME варіює від 2,5-8 градусів [69, 79, 80, 127].

У віддаленому періоді від 30 до 50% ефекту, досягнутого за рахунок зубо-альвеолярних переміщень, може бути втрачено через повернення зубів у вихідне положення. Скелетне розширення натомість є достатньо стабільним (Vandersea *et al.*) [262]. Інші дослідження свідчать, що частота рецидиву при застосуванні техніки SARPE становить 5-25% [57, 197, 202], натомість при ортодонтичному розширенні вона є більшою – на рівні 63% [196, 263].

Рекомендації різних авторів щодо ретенції в період після розширення варіюють від 2 до 12 місяців, а окремі автори взагалі висловлюють думку про недоцільність тривалого ретенційного періоду [81, 116, 165, 166, 199, 206].

Резюме по огляду літератури

Таким чином, зубощелепні аномалії і деформації є важливою медико-соціальною проблемою в зв'язку зі значним поширенням (33,7-74% і більше) та суттєвим впливом на якість життя пацієнтів [212, 241]. Найбільше значення

серед них мають скелетні форми аномалій, що спричиняють виразний естетичний та функціональний дефіцит і, в більшості випадків, не можуть бути усунені лишень ортодонтичними методами, навіть за умови своєчасного призначення відповідної терапії [4, 5, 45]. Потреба в ортогнатичних втручаннях серед пацієнтів із ортодонтичною патологією становить 5-15% і більше [43, 49].

Структура зубощелепних аномалій суттєво відрізняється в різних етно-соціальних групах. При цьому більшість авторів погоджуються, що скелетні форми аномалій ВЩ суттєво переважають над аномаліями НЩ (становлять близько 70%), і переважно представлені її недорозвиненням в сагітальній та трансверзальній площині [14, 15, 150].

ТД ВЩ зустрічається приблизно у 10-23% в популяції [59, 66, 106, 168, 189]. При цьому у пацієнтів дорослого віку, що звертаються для проведення ортогнатичних втручань, його частота є значно більшою (перевищує 30%) [143]. Він рідко виступає, як самостійна патологія, а частіше поєднується із іншими (сагітальними та вертикальними) формами аномалій зубощелепної системи.

Оцінка параметрів обличчя та лицевого черепа у пацієнтів цієї категорії є важливим елементом діагностики планування та реалізації лікувальних стратегій, а також контролю отриманого результату на основі об'єктивних та уніфікованих критеріїв [35]. Вона зазвичай базується на комбінації з декількох із нижченаведених методів: клінічна оцінка, аналіз діагностичних моделей, фронтальна і латеральна ТРГ, КПКТ/МСКТ [141]. Для об'єктивної оцінки звуження зубної дуги, при цьому застосовують переважно індекси розраховані по діагностичним моделям, натомість скелетний компонент деформації, вивчають переважно за даними фронтальної ТРГ чи КТ [173].

Відомо, що традиційні методи 2D діагностики мають певні обмеження, які впливають на точність визначення анатомічних орієнтирів та зумовлюють появу оператор-залежних похибок при проведенні вимірювань [211, 253, 254]. Використання методів 3D цефалометрії на основі даних КТ позбавлено вказаних технічних недоліків і забезпечує більшу точність та відтворюваність, як у визначенні анатомічних орієнтирів, так й у вимірюванні відстаней і кутів [25].

Стрімкий розвиток цифрових методів діагностики, візуалізації та виробництва (CAD/CAM технологія) на основі даних КТ розкриває додаткові можливості в аналізі анатомічних порушень в трьох ортогональних площинах, формуванні, представленні та реалізації плану лікування із використанням методів ортогнатичної хірургії, збільшує їх точність і прогнозованість, а також зменшує ризики пов'язані із впливом суб'єктивних чинників та підвищує ефективність лікування складних асиметричних форм зубощелепних аномалій [163]. Водночас існує низка невирішених проблем, що ускладнює широке впровадження і обмежує клінічне застосування даного підходу. Серед них - відсутність єдиної загальноприйнятої методики та обґрунтованих критеріїв в аналізі результатів 3D цефалометрії та інтраорального сканування, що суттєво утруднює інтерпретацію даних та не дозволяє однозначно визначити подальшу лікувальну стратегію [245].

Усунення скелетних форм аномалій розвитку щелеп базується на проведенні складних ортогнатичних втручань після виконання відповідної прехірургічної ортодонтичної підготовки в тому числі – ліквідації ТД ВЩ. Останнє є дуже проблематичним у дорослих осіб, у зв'язку із припиненням росту ВЩ та окостенінням піднебінного шва. У пацієнтів цієї категорії ефективність традиційної процедури RME, стабільність результату та можливий обсяг скелетного розширення суттєво зменшуються, у зв'язку із збільшенням механічної резистентності кісткових структур [113, 114, 194, 217].

У пацієнтів дорослого віку основними способами розширення ВЩ є остеотомія за ЛеФорІ із сегментацією альвеолярного відростку (хірургічний метод) та хірургічно-асистоване розширення верхньої щелепи/піднебіння SARME/SARPE (комбінований метод). Кожна з цих технік має свої переваги і можливості, залежно від наявної клінічної ситуації. При чому проблема удосконалення існуючих підходів, методів та апаратів для розширення ВЩ у пацієнтів дорослого віку не втрачає своєї актуальності [218].

Автори вказують, що вибір методики розширення, конкретного типу апарату і режиму його активації на сьогоднішній день все ще не ґрунтуються на

даних доказової медицини, а більшою мірою визначаються суб'єктивними чинниками, дослідження із високим рівнем доказовості є вкрай не чисельними, при чому їх результати можуть протирічити одне одному [242].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна методологія, структура та дизайн дослідження

Дисертаційна робота вирішувала актуальну задачу – підвищення ефективності комплексного лікування пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформацій прикуса в рамках мультидисциплінарного підходу за рахунок удосконалення протоколів розширення ВЩ, а також використання цифрових методів діагностики, планування та реалізації лікувальних заходів. Основну увагу при цьому приділяли розширенню ВЩ при її ТД на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки у пацієнтів дорослого віку, що потребували ортогнатичної хірургії.

Відмінною особливістю проведених досліджень були: 1) значна клінічна і топографо-анатомічна складність зубо-щелепних аномалій, що не були усунуті консервативно в дитячому віці і характеризувались виразним функціональним дефіцитом та спотворенням сагітальних, вертикальних і трансверзальних пропорцій та параметрів обличчя; 2) необхідність комплексного мультидисциплінарного підходу в лікуванні таких хворих із застосуванням на різних етапах, як ортодонтичних, так і хірургічних методів, де ефективність прехірургічної ортодонтичної підготовки (в тому числі – розширення ВЩ), визначає можливості і обмеження основного хірургічного етапу (ортогнатичні втручання), а також суттєво позначається на його результатах.

Вирішення поставлених в роботі задач вимагало створення і реалізації програми досліджень, що складалась з 3 основних етапів (рис. 2.1).

На першому етапі в ретроспективному крос-секційному дослідженні нами було вивчено розповсюдженість, клінічні прояви та виразність ТД ВЩ у пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу, що звертались до Центру щелепно-лицевої хірургії та стоматології КНП КОР КОКЛ для проведення ортогнатичних операцій. Крім того, на цьому етапі було вивчено взаємозв'язки між виразністю та характером наявних сагітальних та вертикальних аномалій лицевого черепа із ТД ВЩ. В основу дослідження було

покладено застосування об'єктивного і прецизійного методу комп'ютерної 3D цефалометрії, що є загально визнаним інструментом кількісної оцінки виразності та типу аномалій. У результаті виконання даного етапу, нами були визначені підходи до діагностики і ортодонтичної корекції ТД ВЩ у пацієнтів із складними комбінованими формами аномалій і деформацій лицевого черепу, а також оцінена потреба у розширенні ВЩ на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки.

На другому етапі нами було досліджено можливості та ефективність застосування знімної та незнімної ортодонтичної апаратури, в тому числі апаратів власної конструкції (Патент України №153502), а також хірургічно-асистованого розширення ВЩ із використанням піднебінних дистракторів для корекції ТД ВЩ в ході прехірургічної ортодонтичної підготовки. Ми визначали клінічні можливості вказаних способів розширення у несприятливих умовах скелетних форм аномалій прикусу у дорослих осіб, спираючись на параметри, визначені на першому етапі роботи, що найбільш точно характеризували ТД на рівні зубо-альвеолярного та базального сегментів ВЩ. Особливістю методології, застосованої на даному етапі, була диференційована оцінка скелетного та зубо-альвеолярного компонентів розширення ВЩ при застосуванні різних лікувальних підходів.

Зважаючи, що розширення ВЩ проводили виключно в рамках прехірургічної ортодонтичної підготовки у пацієнтів, що потребували ортогнатичних втручань, на третьому етапі в проспективному контрольованому дослідженні нами було вивчено вплив SARME на ефективність проведення таких операцій. Для цього нами було вивчено результати ортогнатичних операцій, у пацієнтів з ТД ВЩ, яким на прехірургічному етапі проводили хірургічно асистоване розширення ВЩ (SARME) у порівнянні з пацієнтами, що не мали ТД, або він був усунений раніше традиційною ортодонтичною апаратурою. В якості основного критерію ефективності ортогнатичних втручань на цьому етапі виступали невідповідності між віртуально-створеним планом операції та реально досягнутим результатом, який оцінювали за даними післяопераційного КТ.

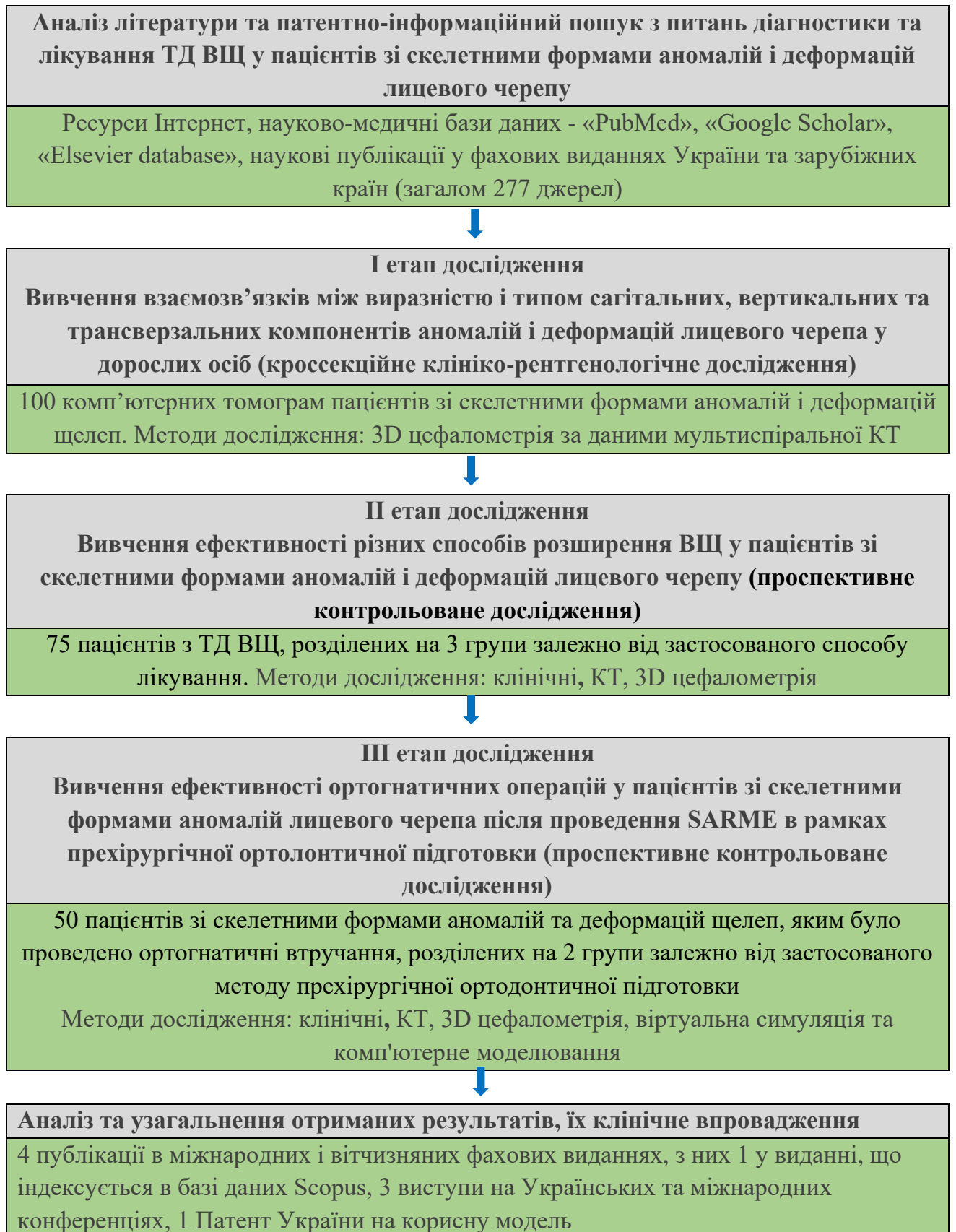


Рис. 2.1. Дизайн, матеріали та методи дослідження

Співставлення віртуального плану проводили за базовими цефалометричними параметрами, що були визначені на першому етапі роботи, а також методами комп'ютерного моделювання при співставленні віртуальних моделей кісток та м'яких тканин обличчя, які відображали відповідно запланований та отриманий результат.

Відмінною особливістю проведених на цьому етапі досліджень було застосування повного цифрового протоколу планування і реалізації ортогнатичних операцій, що базувався на проведенні до і післяопераційної 3D цефалометрії та виготовленні оклюзійних сплінітів та/або навігаційних шаблонів із використанням CAD/CAM технологій.

На заключному етапі роботи було проведено узагальнення отриманих даних, сформульовані висновки і практичні рекомендації, а отримані результати було впроваджено в практичну діяльність закладів охорони здоров'я.

Клінічні дослідження були проведені в період з 2020 по 2024 рр. на базі Центру щелепно-лицевої хірургії КНП КОР КОКЛ, (директор - к.мед.н., Мельник Д.В), відділення хірургічної стоматології та лабораторії комп'ютерного моделювання та цифрової стоматології Стоматологічного медичного центру НМУ імені О.О. Богомольця, (генеральний директор – к.мед.н., доц. Н.С. Прощенко), що є клінічними базами кафедри щелепно-лицевої хірургії та сучасних стоматологічних технологій (завідувач кафедри – д.мед.н., проф. А.В. Копчак) ІПО НМУ імені О. О. Богомольця (ректор – член-кор. НАМН України, проф. Ю.Л. Кучин), а також Медичного центру Діамант Дент (директор Спірідонов І.О).

При проведенні клінічних досліджень було забезпечено дотримання принципів біоетики та прав пацієнта відповідно до Гельсінської Декларації (2008) [2] та Основ законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.1992 № 2801-XII [11]. 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 (Протокол №184 від 22.04.2024р).

2.2. Матеріали і методи ретроспективного клініко-рентгенологічного дослідження: вивчення взаємозв'язків між сагітальними, вертикальними та трансверзальними параметрами у пацієнтів зі скелетними формами аномалій і деформацій прикусу

Метою досліджень, проведених нами на першому етапі роботи, було вивчити взаємозв'язок між виразністю ТД ВЩ та значенням цефалометричних показників, які характеризують сагітальні та вертикальні параметри обличчя у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу.

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

Матеріалом даного дослідження були дані мультиспіральної КТ 100 пацієнтів, зі скелетними формами аномалій та деформацій щелеп, які звернулись до центру патології голови та шиї КНП КОР КОКЛ для проведення хірургічного лікування (двощелепні ортогнатичні операції за стандартним цифровим протоколом) в період з 2019 по 2023 р.

Критерії включення були наступні: скелетні форми аномалій і деформацій щелеп (лищевого черепа) із наявним сагітальним компонентом (кут $ANB \leq 0^\circ$, або $\geq 4^\circ$), що супроводжувались порушенням прикусу і зовнішності пацієнтів та потребували хірургічного лікування.

Критерії виключення були наступними: вік менше ніж 16 років, хірургічні втручання спрямовані на усунення скелетної форми аномалії в минулому, пацієнти із краніо-фаціальними дізостозами та анкілозами СНЩС, змикання молярів, що відповідало I класу за Енглеом, ізольовані аномалії фронтального відділу щелеп, наявність супутньої патології (пухлини, запальні процеси, наслідки раніше перенесених операцій і травм), що позначались на

цефалометричних параметрах пацієнта, відмова хворого брати участь в дослідженні, неповне клініко-рентгенологічне документування випадку.

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

Методика проведення мультиспіральної комп'ютерної томографії

Всім пацієнтам для діагностики та планування ортогнатичних втручань та прехірургічної ортодонтичної підготовки було проведено МСКТ 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 формати DICOM імпортували в програмне забезпечення Proplan CMF 3.0.1 (Materialize, Бельгія) для подальшого аналізу. Після конвертації зображення, використовуючи кістковий та м'яко-тканинний режим контрастування, проводили аналіз клінічної ситуації та сегментацію зображень, використовуючи спеціальні інструменти програмних комплексів зі створенням «маски» в діапазоні, що відповідав рентгенологічній щільності кісткової тканини, м'яких тканин обличчя та зубів. За допомогою інструментів для редагування «маски», усували артефакти зображення та окремо розташовані пікселі, відокремлювали ВЩ та НЩ, після чого здійснювали побудову 3D моделей. Природне положення голови (natural head position) завдавали за положенням Франкфуртської горизонталі FH (за умови виразної асиметрії лицевого черепа, необхідну корекцію здійснювали в ручному режимі).

Методика 3D цефалометрії.

Референтні точки. Після 3D реконструкції на моделях було визначено наступні 27 точок (23 кісткових та 4 м'яко-тканинних) (рис.2.2), що відповідали важливим анатомічним орієнтирам і є детально описаними в алгоритмах 3D та 2D цефалометрії (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Цефалометричні точки, визначені при аналізі 3D КТ лицевого черепа у пацієнтів зі скелетними формами аномалій та деформацій прикусу (за Ф.

Нетцель та К. Шульц, 2006 і G. Swennen, 2005) [201, 252].

Назва точки	Абревіатур а	Визначення
Nasion	N	Точка на перетині медіанної (серединно-сагітальної) площини з носолобним швом
Sella turcica	S	Центр турецького сідла на основі черепа
Basion	Ba	Точка скату основи черепа на серединно-сагітальній площині
Orbitale	Or	Найбільш 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
Pogonion	Pog	Найбільш виступаюча (передня) точка підборідного виступу
Gnathion	Gn	Місце з'єднання нижнього краю НЩ і зовнішнього контуру симфізу
Menton	Me	Найнижча точка підборіддя в серединно-сагітальній площині
Articulare	Ar	Точка перетину нижнього краю основи черепа з дорсальним контуром виросткового 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 виросткового 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
Nasal cavity	Nc	Найбільш увігнута точка латерального краю грушоподібного отвору
Lower molar	Mo	Точка на дистальному щічному горбику нижнього першого моляра
Incisor superior/inferior	IsU/ IsL	Середня точка ріжучого краю верхнього/нижнього центрального різця
Apex of the upper/lower incisor	ApIsU	Верхівка центрального верхнього/нижнього різця
Molar furcation	BifMoL та BifMoU	Точка біфуркації нижніх та верхніх перших молярів відповідно
Apex of the upper molar	ApMoU	Верхівка піднебінного кореня верхнього першого моляру

Референтні площини та лінії. Для проведення подальших розрахунків було створено наступні референтні площини та лінії: MP (mandibular plane – площина задана точками Me, GoR та GoL), FH (Франкфуртська горизонталь - площина задана точками Po та Or), Oc (оклюзійна площина задана точками Mo та IsU), E-line (лінія проведена між точками Ns та Pog (s)), а також лінія N-Pog.

Після цього в автоматичному режимі проводили вимірювання кутів та лінійних відстаней. Вимірювання трансверзальних параметрів проводили безпосередньо на 3D моделі, натомість сагітальні та вертикальні виміри проводили в режимі латеральної цефалограми, проєктуючи елементи

тривимірного анатомічного об'єкта і реперні точки на серединно-сагітальну площину (рис.2.3).

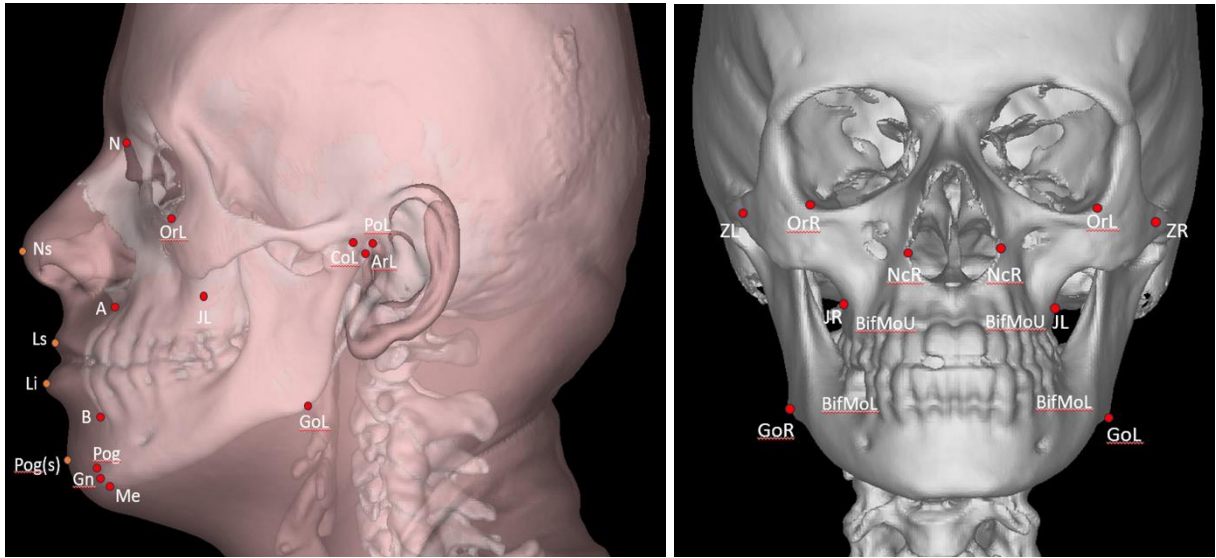
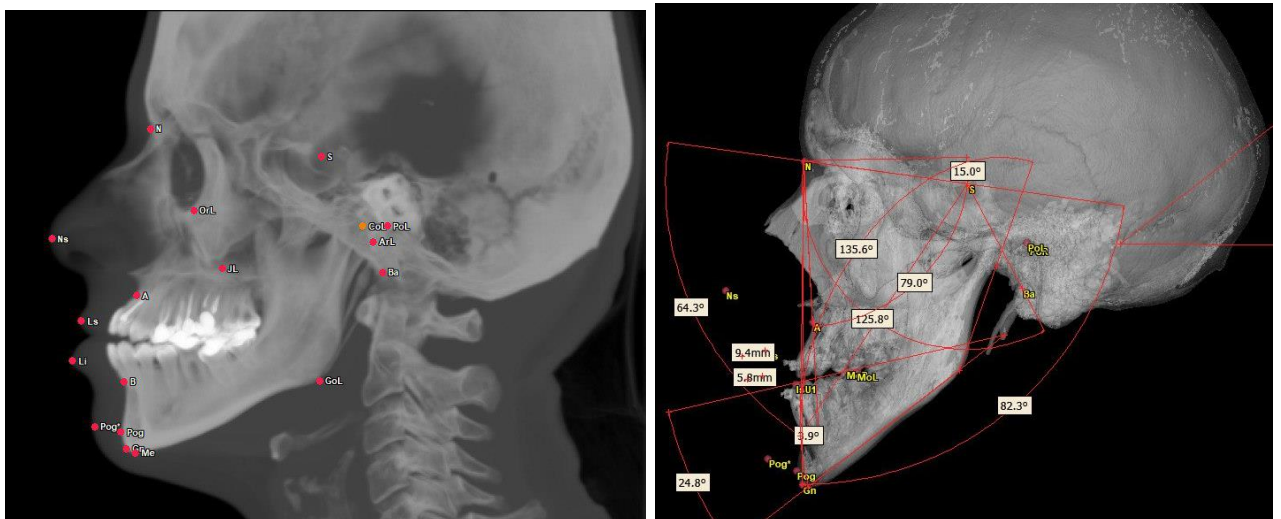
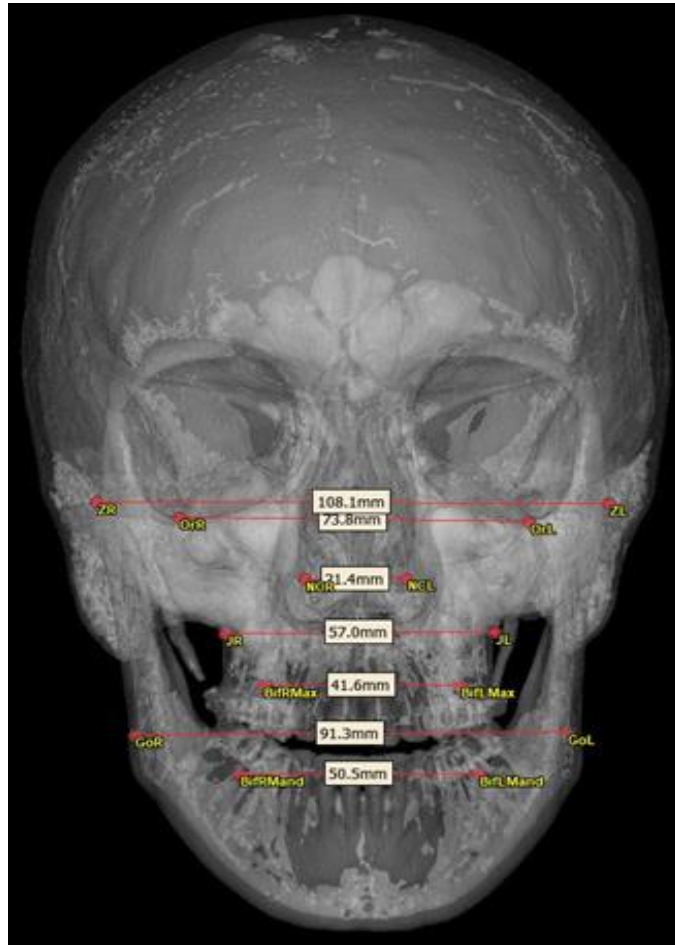


Рис. 2.2. Визначення референтних точок для проведення 3D цефалометричного аналізу

У режимі латеральної цефалограми визначали кути N6-S-Ba, SN-FH, Oc-FH, FH-Mp, Oc-Mp, SNA, SNB, ANB, Ar-Go-Mp, S-N-Gn, кути нахилу верхніх і нижніх різців до Франкфуртської горизонталі (IsU-ApIsU-FH та IsL-ApIsL-FH), а також відстані між точками N і Me, від точки Li та Ls до E-line, від точки IsL до лінії NPog (за Рікетсом). Ці параметри є відомими і широко використовуються в цефалометричному аналізі (табл.2.2.).



А



Б.

Рис. 2.3. Вимірювання основних цефалометричних параметрів в режимі латеральної цефалограми (А) та безпосередньо на 3D зображенні (Б).

Таблиця 2.2

Вимірювання цефалометричних кутів і відстаней при аналізі 3D КТ лицевого черепа у пацієнтів зі скелетними формами аномалій та деформацій прикусу (за Ф. Нетцель та К. Шульц, 2006 і G. Swennen, 2005) [201, 252].

Параметр	Визначення	Референтне значення
кут ANB	утворюється при перетині ліній N-A і N-B та визначає взаємовідношення апікальних базисів щелеп	0°-2°

Кут SNB	утворюється при перетині ліній N-S і N-B та визначає положення нижньої щелепи по відношенню до основи черепа	$80^{\circ} \pm 5^{\circ}$
Кут SNA	утворюється при перетині ліній N-S і N-A та визначає положення верхньої щелепи по відношенню до основи черепа	$82^{\circ} \pm 5^{\circ}$
Лінія E-line	лінія, яка проходить через кінчик носа до кінчика підборіддя, та визначає положення губ відносно естетичної випуклості	відстань верхньої губи до лінії -1 до -4 мм нижньої губи до лінії 0 до +2 мм
Кут NsBa	утворюється при перетині ліній N-S і S-Ba, визначає кут нахилу основи черепа та тип профілю обличчя	$130^{\circ} \pm 5^{\circ}$
Кут SN-FH	утворюється при перетині N-S і Or-Ро та визначає наявність скелетних аномалій лицевого черепа	$5^{\circ} \pm 2^{\circ}$
Кут Oc-FH	утворюється при перетині оклюзійної площини до Фракфуртської горизонталі. Дозволяє визначити приналежність конкретної аномалії до групи вертикальних аномалій	$10^{\circ} \pm 3^{\circ}$
Кут FH-Mp	утворюється при перетині мандибулярної площини із Франкфуртською горизонталлю та характеризує вертикальну складову скелетних аномалій прикусу	$27^{\circ} \pm 5^{\circ}$
Кут Ar-Go-MP	утворюється при перетині ліній Ar-Go і Go-Me та визначає тип росту нижньої щелепи	$128^{\circ} \pm 6^{\circ}$
Кут S-N-Gn	утворюється при перетині SN і SGn, визначає тип росту нижньої щелепи	$65^{\circ} \pm 2^{\circ}$
Лінія OrR-OrL	лінія, яка з'єднує нижній лівий та правий краї орбіти, та визначає ширину медіального сегменту середньої зони обличчя	—
Лінія CoR-CoL	лінія, що з'єднує латеральні точки суглобових голівок, та визначає ширину обличчя	—
Лінія GoR-GoL	лінія, що з'єднує точки кутів нижньої щелепи, визначає ширину нижньої щелепи	—
Лінія N-Me	лінія, що з'єднує точку центра підборіддя та точку на перетині серединно-сагітальної площини з носолобним швом, визначає висоту	—

	обличчя	
Лінія JR-JL	лінія, що з'єднує латеральні точки на виличній дузі, та визначає ширину верхньої щелепи	–
Лінія ZR-ZL	лінія, що з'єднує виличні точки, та визначає ширину середньої зони обличчя	–
Лінія NcR-NcL	лінія, що з'єднує найбільш увігнуті точки латерального краю грушоподібного отвору – характеризує ширину носової порожнини	–
Лінія MoL-MoR	Лінія, яка з'єднує точки на дистальному горбику моляра, та визначає ширину верхнього/нижнього зубного ряду	–
ArMoR-ArMoL	Лінія, яка з'єднує точки між апексами коренів перших молярів, та визначає ширину апікального базису щелеп (ВЩ та НЩ)	–
BifMoR-BifMoL	Лінія, яка з'єднує точки фуркації перших молярів, та визначає альвеолярного відростку щелеп (ВЩ та НЩ) на рівні його вершини	–

Досліджені трансверзальні параметри включали прямі вимірювання на 3D зображенні відстаней між точками правої і лівої сторони CoR-CoL, GoR-GoL, JR-JL, NcR-NcL, MoR-MoL, ZR-ZL, ArMoUL-ArMoUR, BifMoUL та BifMoUR, BifMoLL- BifMoLR; крім того, враховували відмінності між шириною НЩ та ВЩ на ділянці фуркації I моляру.

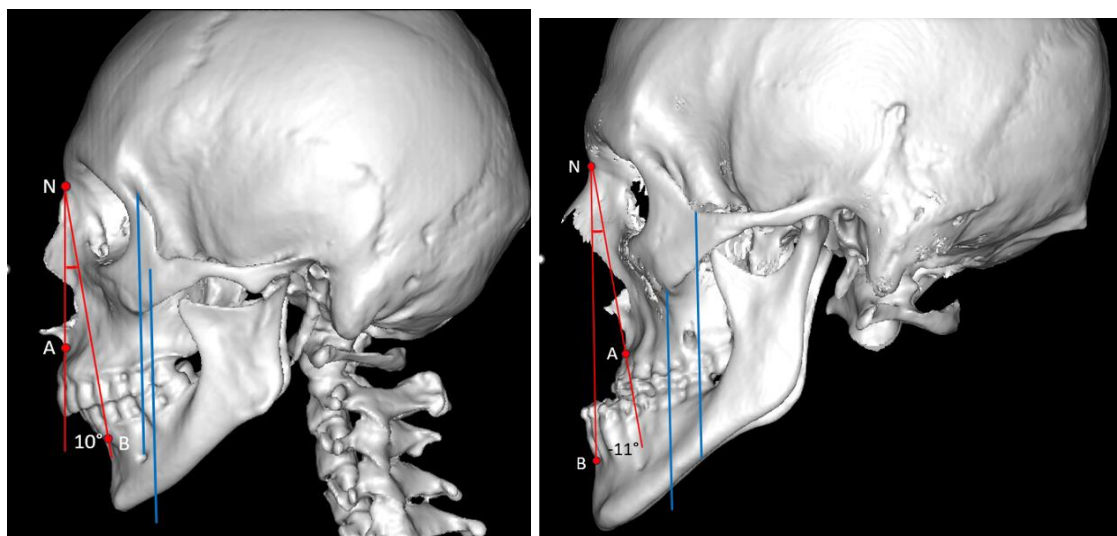
Загалом було визначено 12 кутів та 4 відстані, що характеризували сагітальні та вертикальні параметри щелеп, а також 11 відстаней, що характеризували трансверзальні параметри обличчя.

На підставі клінічного та цефалометричного дослідження, всіх пацієнтів було розділено на 2 групи, залежно від співвідношення ВЩ і НЩ в сагітальній площині. Основним критерієм виступав кут ANB (Steiner, 1953) [245], що з урахуванням співвідношення верхніх і нижніх молярів (рис. 2.4), дозволяв віднести пацієнтів до скелетного класу II ($ANB \geq 4^\circ$) або скелетного класу III ($ANB \leq 0^\circ$). Пацієнтів з I скелетним класом (ANB від 0 до 4°) в дослідження не включали [27].

На підставі оцінки вертикальних параметрів пацієнтів було розділено на тих, що мали переважно вертикальний або переважно горизонтальний тип росту. Основним критерієм виступав кут Ar-Go-MP (рис.2.5).

Крім того, у пацієнтів діагностували наявність клінічних ознак відкритого та глибокого прикусу, що в комплексі характеризувало вертикальний компонент наявної аномалії (рис.2.6).

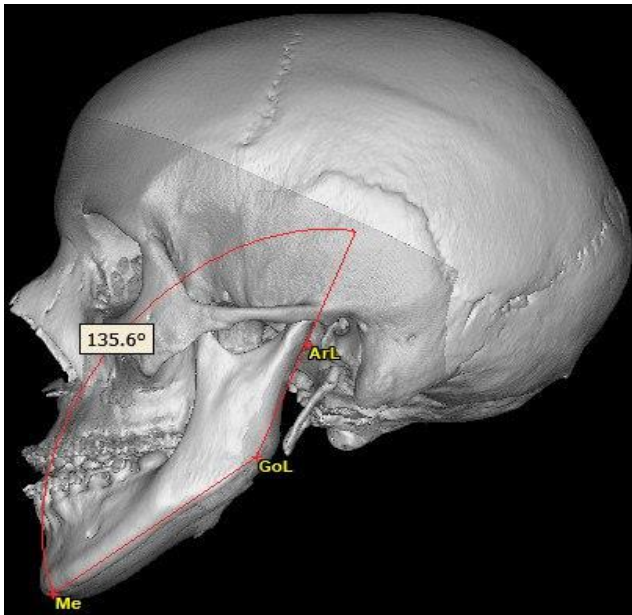
Для всієї сукупності пацієнтів визначали взаємозв'язки між сагітальними, вертикальними та трансверзальними параметрами, а також досліджували найбільш поширені поєднання вертикальних, сагітальних та трансверзальних порушень. Основну увагу при цьому приділяли поширеності, виразності ТД ВЩ у пацієнтів II та III класу та взаємозв'язку між виразністю ТД та виразністю сагітальних і вертикальних порушень.



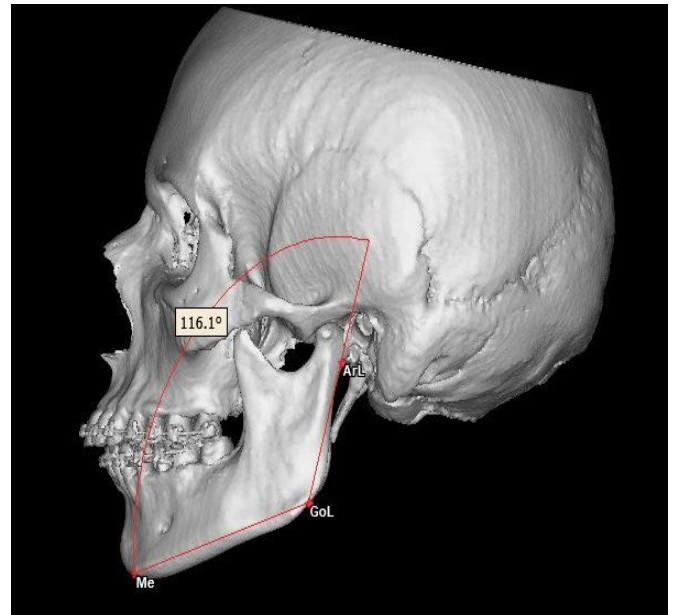
А.

Б.

Рис.2.4. Віднесення пацієнта до II (А) і III (Б) скелетного класу за значенням кута ANB та співвідношенням перших



А



Б

Рис.2.5. Віднесення пацієнта до вертикального (А) та горизонтального (Б) типу росту за значенням кута Ar-Go-MP



А

Б

Рис.2.6. Поєднані форми скелетних аномалій прикуса

- А. Вертикальний тип росту нижньої щелепи, III клас за Енглем, ускладнений відкритим і одностороннім перехресним прикусом
- Б. Горизонтальний тип росту нижньої щелепи, II клас за Енглем, ТД ВЩ скученість верхніх та нижніх зубів

2.3. Вивчення ефективності хірургічно-асистованого та ортодонтичного розширення ВЩ у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу у проспективному контрольованому дослідженні

На другому етапі в проспективному контрольованому дослідженні нами було вивчено клінічну ефективність трьох різних способів розширення ВЩ у пацієнтів дорослого віку зі 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 (Патент України №153502) [6] та SARME із використанням піднебінного дистрактору типу Smile distractor (Titamed, Бельгія), а також визначено границі застосування переваги і недоліки кожного із цих методів у пацієнтів зазначеної категорії хворих.

Матеріалом даного дослідження були 75 пацієнтів із ТД ВЩ, що проходили ортодонтичне лікування в рамках підготовки до ортогнатичних операцій на базі центру щелепно-лицевої хірургії КНП КОР КОКЛ і були розділені на 3 групи однорідні за віком і статтю, залежно від застосованого способу лікування.

Критерії включення були наступні: 1) наявність клінічно і рентгенологічно-підтвердженої скелетної форми аномалій прикусу, що супроводжувалась ТД ВЩ, і вимагала хірургічної корекції; 2) наявність показань до проведення ортогнатичних операцій, спрямованих на усунення сагітального та/або вертикального компонента аномалії; 3) потреба у розширенні ВЩ, як в необхідному компоненті прехірургічної ортодонтичної підготовки.

Критерії виключення були наступними: вік менше 18 років, хірургічні втручання спрямовані на усунення скелетної форми аномалії в минулому,

пацієнти із краніо-фаціальними 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, 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.

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 Kartalian A, Gohl E., 2010 [155], Lagravère, M. O. et al., 2006 [169], Lagravere MO, et al. 2005 [170], Lim HM et al., 2017 [177], McNamara JA Jr, Bagramian RA., 1999 [191], Bortolotti F et al. 2020, [63], Bucci R et al., 2016 [67]. Для потужності експерименту 80% на рівні значимості $p < 0.05$, мінімальна кількість хворих в кожній групі мала становити не менше 21.

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.

У першій групі розширення проводили, використовуючи назубну ортодонтичну апаратуру типу RME. Показанням до її застосування вважали ТД ВЩ, із необхідністю розширення верхньої зубної дуги в бокових відділах до 5 мм, переважно за рахунок зубо-альвеолярного сегменту (рис. 2.7).

У другій групі у пацієнтів використовували знімний апарат для розширення ВЩ та дисталізації бокових зубів ВЩ (Патент України №153502) [6]. Показанням до застосування методики вважали ТД ВЩ, зумовлений переважно зубоальвеолярним компонентом та стан окостеніння піднебінного шва, що відповідало класам А, В, С за Angelieri et al. (2013) [36].

У третій групі застосовували методику SARME, що передбачала проведення остеотомії ВЩ за Ле-Фор І (без повного щелепно-лицевого 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 пезохірургічну техніку і тонкі долота. Повного щелепно-лицевого роз'єднання не проводили для уникнення ефекту «плаваючої щелепи». Піднебінний дистрактор, підбирали за типо-розміром, вимірюючи відстань між піднебінними горбиками премолярів, і встановлювали на рівні між другим премоляром та першим моляром, фіксуючи самонарізними гвинтами до твердого піднебіння (рис.2.8). 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 5 мм, окостеніння піднебінного шва, що відповідало класам D та E за Angelieri et al. (2013) [36].

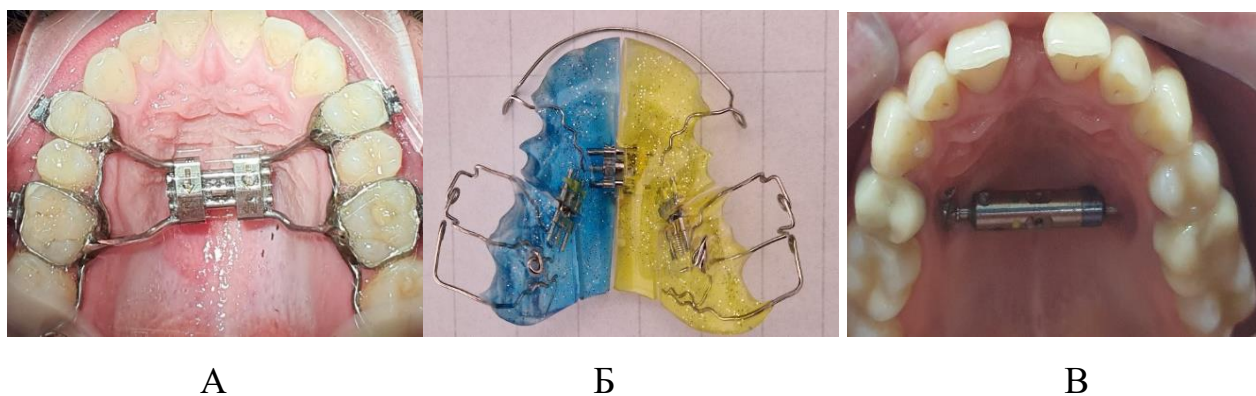


Рис. 2.7. Апарати, застосовані для лікування ТД ВЩ в групах порівняння

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.

В. Піднебінний дистрактор Smile distractor (Titamed, Бельгія) для хірургічно-асистованого розширення ВЩ



А



Б



В

Рис.2.7. Методика проведення остеотомій та встановлення піднебінного дистрактору Smile distractor (Titamed, Бельгія) А. Вихідний стан пацієнта з скелетною аномалією III клас за Енглем, ускладнений відкритим та перехресним прикусом. Б. Проведення остеотомії за Ле Фор I, В. Розсічення піднебінного шва, Г., Д. Встановлення і активація піднебінного дистрактора

Режими активації ортодонтичної апаратури наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3.

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 України №153502) із дисталізацією бокових зубів ВЩ	1 оберт гвинта (0,4mm) кожен 7-й день	ТД ВЩ зумовлений переважно зубоальвеолярним компонентом та стан окостеніння піднебінного шва, що відповідав класам А, В, С за Angelieri et al. (2013)
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 (по 0,4 mm) на день	скелетні форми 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 за Angelieri et al. (2013).

При застосуванні ортодонтичних способів лікування ТД ВЩ швидкість розширення зменшували порівняно з традиційними протоколами RME для уникнення негативних ефектів з боку пародонта та надмірної ангуляції опорних

зубів (враховували значну протидію з боку повністю сформованих кісткових структур/контрфорсів ВЩ у пацієнтів дорослого віку).

При застосуванні методики SARME, що передбачала остеотомію вертикальних контрфорсів ВЩ і роз'єднання піднебінного шва, швидкість розширення суттєво збільшували. 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. Після розширення апарати/дистрактори утримували до завершення прехірургічної підготовки зубних рядів за допомогою брекет-системи.

Всіх пацієнтів було обстежено із використанням клінічних, рентгенологічних (в тому числі томографічних) методів, крім того пацієнтам проводили аналіз діагностичних моделей в динаміці лікувального процесу. Клінічне обстеження проводили за загальноприйнятою методикою, що включала в себе збір анамнезу, опитування та огляд пацієнтів, оцінку співвідношення окремих зубів і зубних дуг, прикусу, фотодокументування випадку згідно стандартного протоколу, а також виготовлення і аналіз діагностичних моделей на початку лікування і після його завершення. Діагноз ТД встановлювали на підставі клінічних даних, вивчення параметрів діагностичних моделей та результатів цефалометрії на основі даних КТ.

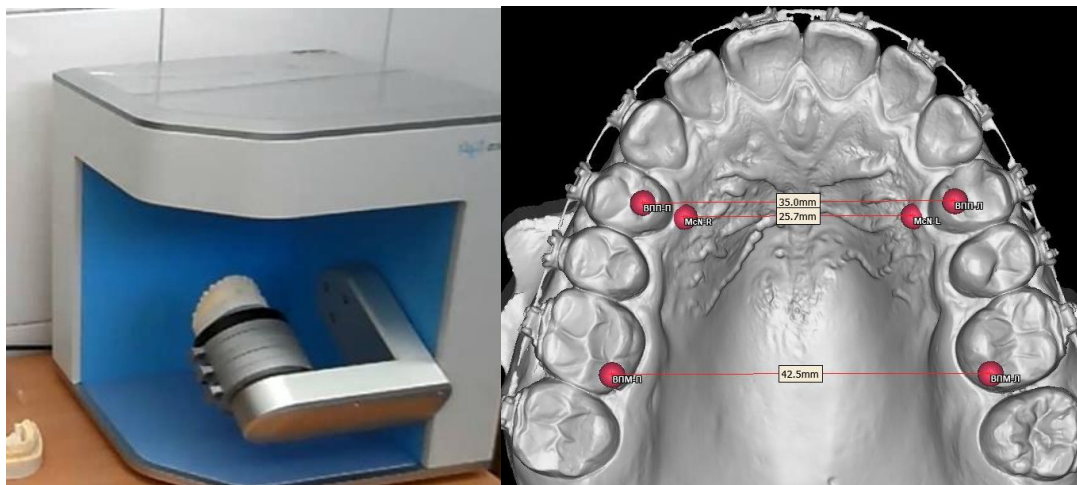
Всім пацієнтам для діагностики та планування лікувальних заходів було проведено мультиспіральне (див. розділ 2.2) або конусно-променеве КТ лицевого черепа на томографі ORTHOPHOS XG 3D (Dentsply, Sirona GmbH, Німеччина). КПКТ використовує позаротовий сканер візуалізації, спеціально розроблений для отримання зображень голови та шиї. Методика КПКТ була наступною: в положенні стоячи під час знімка навколо голови пацієнта повільно повертаються рентгенівська трубка і плоский датчик, при цьому виконувалось до 600 знімків за 20 секунд. Мінімальна товщина зрізу склала - 0,2 мм.

Отримані дані у вигляді файлів формату DICOM імпортували в програмне забезпечення Proplan CMF 3.0.1 (Materialize, Бельгія) для подальшого аналізу.

Після конвертації зображення, використовуючи кістковий режим контрастування, оцінювали клінічну ситуацію та здійснювали побудову 3D моделей. Для діагностики наявних сагітальних та вертикальних аномалій прикусу застосовували метод 3D цефалометрії, детально описаний в розділі 2.2.

Отримані діагностичні моделі оцифровували із використанням цифрового 3D-сканера Indetica light (Medit, Korea) (рис.2.8). Після чого проводили необхідні вимірювання в програмному середовищі Proplan CMF 3.0.1. Materialize, Бельгія. Ширину ВЩ в бокових відділах визначали за методом Pont: на перших премолярах її вимірювали між точками, що розташовані посередині міжгорбкової фісури, а на верхніх перших молярах (ВПМ) - між точками у передніх поглибленнях поздовжньої фісури. Крім того вимірювали ширину верхньої зубної дуги за McNamara, як відстань між найближчими точками ВПМ. За даними КТ визначали відстань між точками фуркації перших молярів ВЩ і НЩ (ці точки відповідають вершині альвеолярного відростку), між точками, що відповідають верхівці піднебінного кореня ВПМ, а також між точками J, що відповідають пересіченню вилично-альвеолярного гребня із вилично-верхньощелепним швом.

Зміна у величині трансверзальних параметрів в процесі лікування визначала ефективність розширення, а співставлення відстаней між кістковими та назубними точками в ході лікування відображало співвідношення між його кістковим та зубо-альвеолярним компонентом.



А.

Б.

Рис. 2.8. Оцифровка та аналіз діагностичних моделей в програмному середовищі Proplan CMF 3.0.1. Materialize, Бельгія

А. Цифровий сканер Indeteca light (Medit, Korea), Б. Оцифрована діагностична модель із нанесеними референтними точками.

2.4. Вивчення ефективності ортогнатичних операцій у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу

Метою проспективного контрольованого дослідження, проведеного на III етапі виконання роботи, було вивчити точність проведення ортогнатичних операцій у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, що супроводжувались виразним ТД ВЩ та вимагали її хірургічно-асистованого розширення (SARME) на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки, а також порівняти її із точністю ортогнатичних операцій у пацієнтів, яким розширення ВЩ не було показане.

Матеріалом даного дослідження були 50 пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформацій щелеп, які завернулись до центра щелепно-лицевої хірургії КНП КОР КОКЛ для проведення хірургічного лікування (двощелепні ортогнатичні операції за стандартним протоколом) за період з 2019 по 2023 р.

Критерії включення були наступні: 1) наявність клінічно і рентгенологічно підтвердженої скелетної форми аномалій прикусу із наявним сагітальним компонентом (кут $ANB \leq 0^\circ$, або $\geq 4^\circ$), 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 ВПМ, психічні та ендокринні захворювання, системні захворювання кісткової тканини, відмова хворого брати участь в дослідженні, неповне клініко-рентгенологічне документування випадку.

Всі пацієнти були розділені на 2 групи залежно від діагнозу і застосованого методу лікування. В **I (основну) групу** увійшли 25 пацієнтів зі скелетною формою ТД ВЩ, що обтяжувала наявні сагітальні та вертикальні аномалії щелеп. Пацієнтам цієї групи на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки проводили розширення ВЩ комбінованим методом (SARME), що передбачав виконання остеотомії ВЩ за Ле-Фор I та розсічення піднебінного шва вздовж серединно-сагітальної площини, із наступним встановленням і активацією піднебінного дистрактору Smile distractor (Titamed, Бельгія) (див. розділ 2.3).

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 ортодонтичного лікування в дитячому/підлітковому віці (рис. 2.9).

В обох групах після ортодонтичної підготовки планували і виконували двощелепні ортогнатичні операції відповідно до повного цифрового протоколу. При цьому діагностика, планування та оцінка ефективності хірургічного втручання базувалась на даних КТ і 3D цефалометрії до та після операції, а також співставленні передопераційного результату та віртуального планування операції.

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. Крім того, враховували абсолютні відмінності, як

величну невідповідності між цефалометричними параметрами безвідносно до характеру неспівпадіння за напрямком.



A



Рис. 2.9. Стан зубних рядів у пацієнтів основної (А) та контрольної (Б) групи до початку прехірургічної ортодонтичної підготовки

Планування ортогнатичних операцій. Всім пацієнтам для діагностики та планування ортогнатичних втручань та прехірургічної ортодонтичної підготовки було проведено мультиспіральну КТ лицевого черепа на апараті Philips 128 slice (див. розділ 2.2).

Отримані дані у вигляді файлів форматом DICOM імпортували в програмне забезпечення Proplan CMF 3.0.1. (Materialise, Leuven, Belgium) для подальшого аналізу. На першому етапі проводили сегментацію зображень в діапазоні рентгенологічної щільності кістки, зубів та м'яких тканин. КТ проводили до початку прехірургічної ортодонтичної підготовки, після її завершення (не раніше ніж за 6 тижнів до операції) та протягом 2 тижнів після операції (період утримання фінального сплінта/капи, протягом якого жодних постхірургічних ортодонтичних переміщень не проводили).

Після 3D реконструкції на моделях було визначено наступні 19 кісткових, назубних та м'яко-тканинних точок (N, S, Or, A, B, Me, Ar, Po, Go, Co, Ns, Ls, Li, Pog (s), J, Z, MoL, MoU, BifMoL, BifMoU, ApMoU), що відповідали важливим анатомічним орієнтирам і детально описані в алгоритмах 3D та 2D цефалометрії (див. розділ. 2.2).

Для проведення подальших розрахунків було створено наступні референтні площини та лінії: MP (mandibular plane – площина задана точками Me, GoR та GoL), FH (Франкфуртська горизонталь - площина задана точками Po та Or), Oc (оклюзійна площина задана точками Mo та IsU), E-line (лінія проведена між точками Ns та Pog (s)), а також лінія N-Pog.

Після цього в автоматичному режимі проводили вимірювання кутів та лінійних відстаней. Вимірювання трансверзальних параметрів проводили безпосередньо на 3D моделі, натомість сагітальні та вертикальні виміри проводили в режимі латеральної цефалограми, проєктуючи елементи

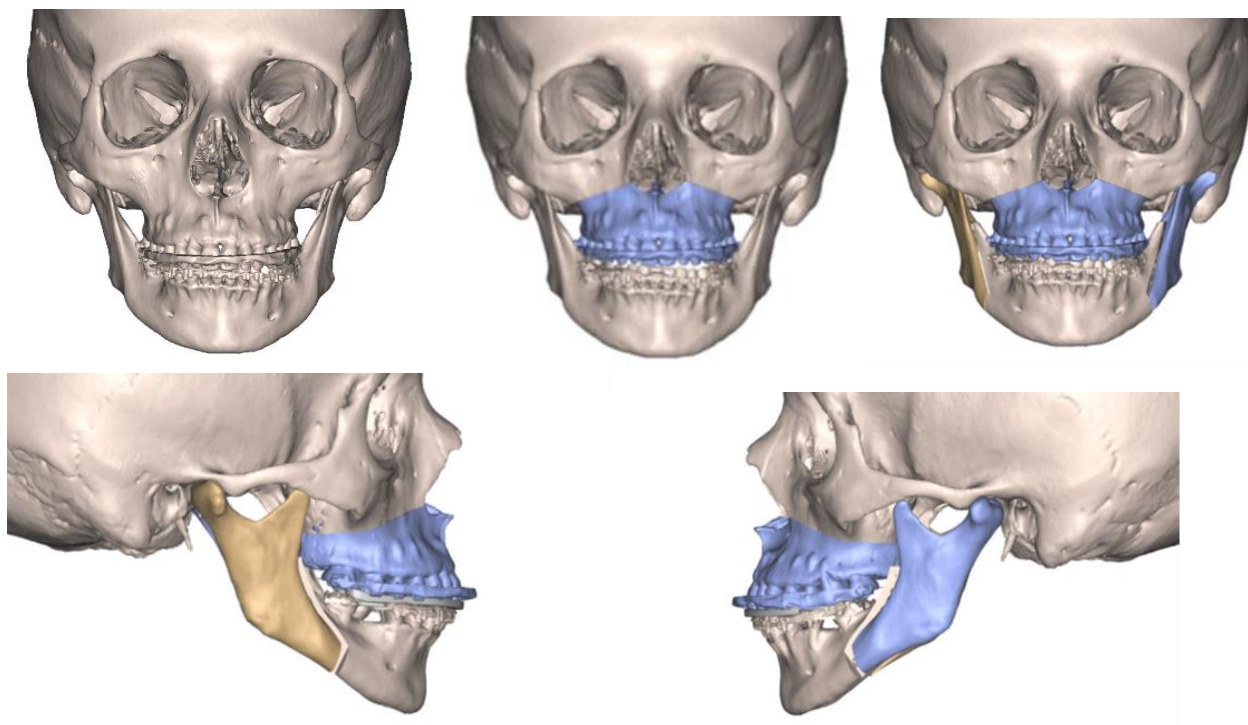
тривимірного анатомічного об'єкта і реперні точки на серединно-сагітальну площину.

У режимі латеральної цефалограми визначали кути Ос-FH, FH-Mp, Ос-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 прямі вимірювання відстані між точками правої і лівої сторони JR-JL, MoR-MoL, ZR-ZL, ApMoUL-ApMoUR, BifMoUL та BifMoUR.

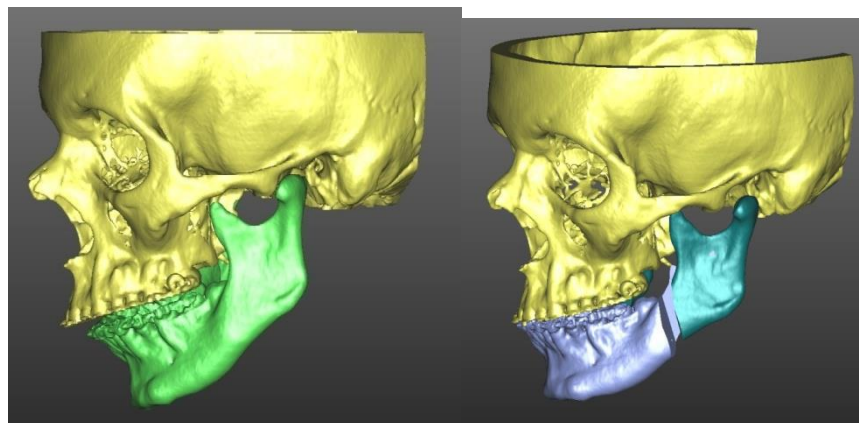
Віртуальне планування хірургічних втручань проводили в програмному середовищі ProPlan CMF 3.0.1 (Materialise, Leuven, Belgium) за методикою Arnett Arnett GW, (1999) [40]. Після проведення передопераційної цефалометрії та визначення характеру наявної аномалії, всім пацієнтам було виготовлено діагностичні моделі, які оцифрували за допомогою оптичного сканеру Indetica light (Medit, Korea) та імпортували в програмне середовище Proplan CMF 3.0,1 (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 переміщували один відносно одного, контролюючи базові цефалометричні індекси і намагаючись привести їх у відповідність до референтних значень, в межах існуючих хірургічних можливостей (рис.2.10). У 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 (рис.2.11). За потреби створювали додаткові навігаційні шаблони для остеотомії кісток, позиціонування гілок НЩ, підборіддя тощо (рис.2.12). Віртуальні моделі цих лікувальних пристроїв в форматі stl експортували в

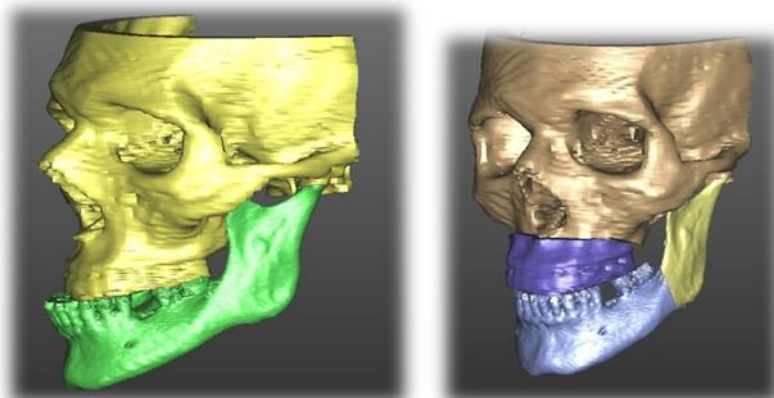
програмне середовище САМ і виготовляли за допомогою 3D принтера Formlabs, Form 2 (США).



А.

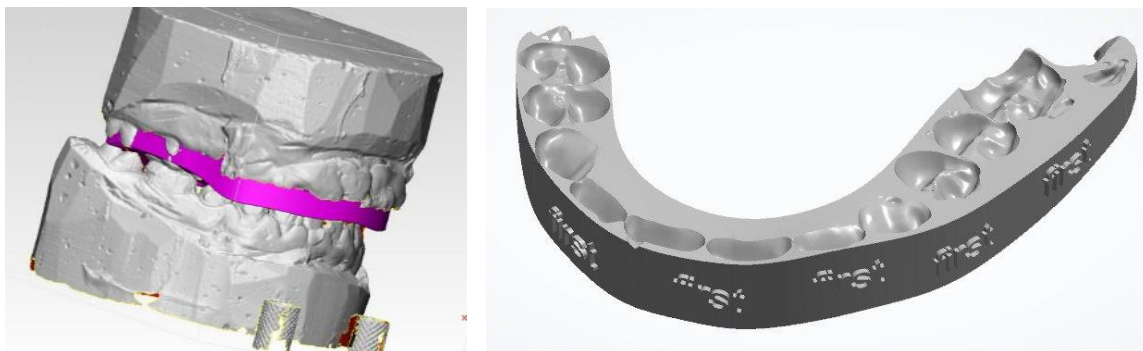


Б.

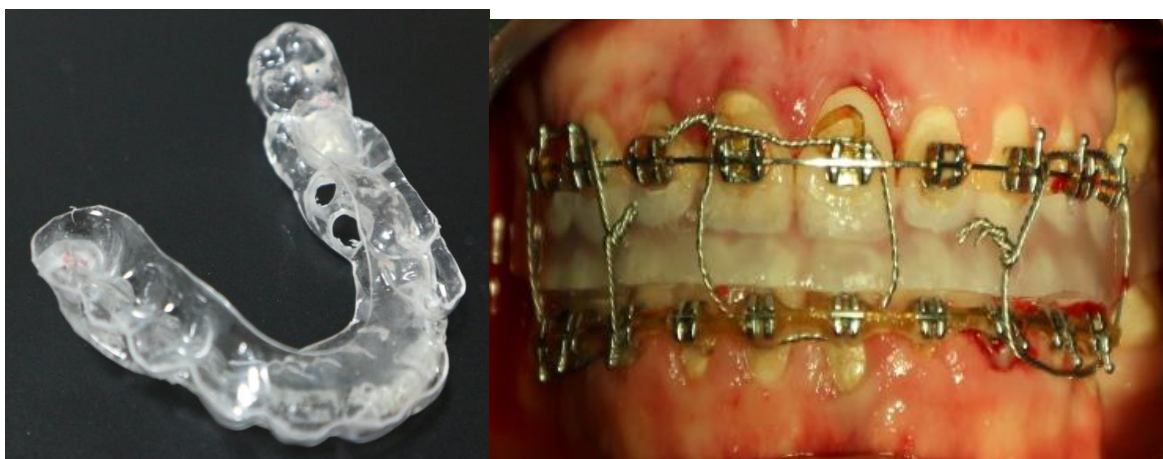


В.

Рис. 2.10. Віртуальне планування двощелепної ортогнатичної операції у пацієнта зі скелетним типом зубо-щелепної аномалії, III клас за Енглем, ускладнений відкритим і одностороннім перехресним прикусом (А), з II класом за Енглем, ускладненим відкритим прикусом (Б), з III класом за Енглем.



А



Б.

В.

Рис.2.11. Оклюзійні сплінти для співставлення фрагментів щелеп у правильному положенні А. Віртуальне моделювання, Б. Загальний вигляд, В. Інтраопераційне співставлення зубних рядів в заданому положенні

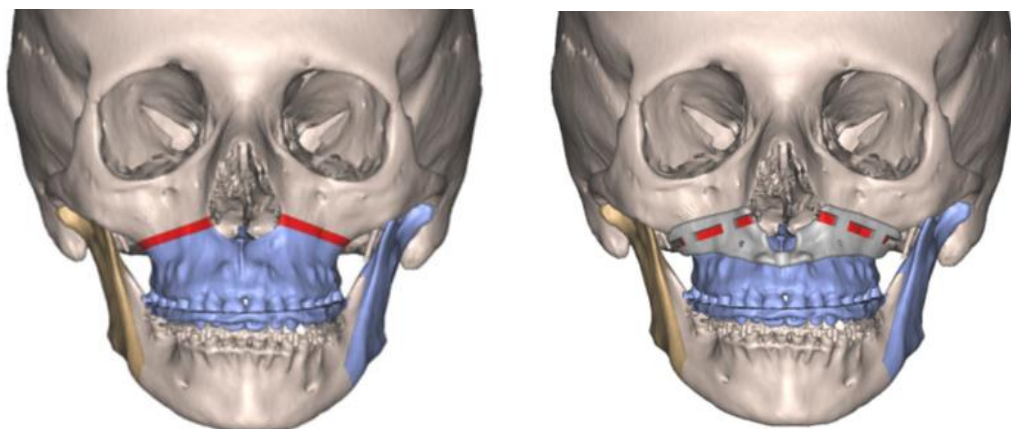


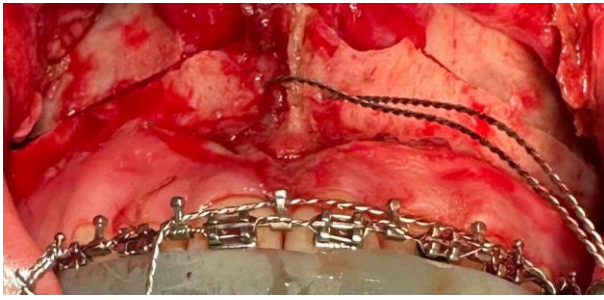
Рис. 2.12. Моделювання навігаційного шаблону для остеотомії ВЩ

Методика виконання ортогнатичних втручань. Хірургічний протокол двощелепних ортогнатичних операцій був однаковим в обох групах (рис. 2.13). Втручання проводили під загальним знеболенням в умовах контрольованої гіпотонії. Операцію розпочинали із остеотомії ВЩ за Le Fort I [53], яку виконували за допомогою пезохірургічної техніки та тонких долот (в основній групі цей етап в більшості випадків виявлявся непотрібним, оскільки він здійснювався ще 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 чотирма 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 Schwestka-Polly, R. (2004) [240].

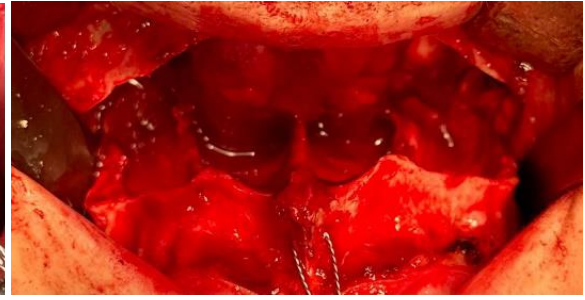
НЩ фрагментували, виконуючи стандартні двосторонні площинні остеотомії (BSSO) без ушкодження нижньоальвеолярних нервів, а також остеотомії підборіддя відповідно рекомендацій Grybauskas, S., et al. (2018) [124].

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

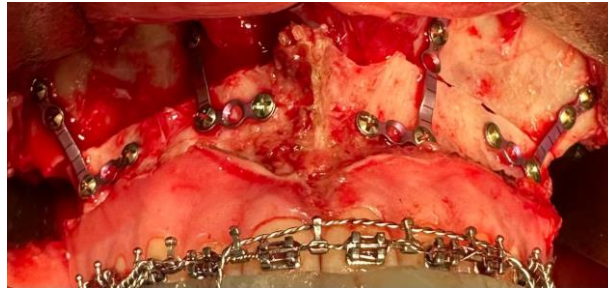
Ушивання операційних ран проводили пошарово резорбтивним синтетичним шовним матеріалом. У післяопераційному періоді для стабілізації прикусу застосовували оклюзійні капи та міжщелепні еластичні тяги. Всі пацієнти отримували системну антибактеріальну профілактику тривалістю 5 днів препаратами пеніцилінового чи цефалоспоринового рядів, а також місцеві антисептики для обробки ран в порожнині рота.



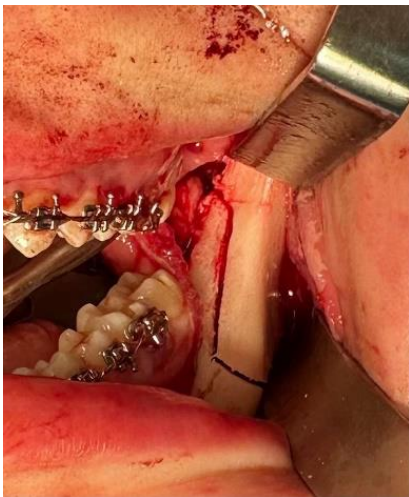
А.



Б.



В



Г



Д



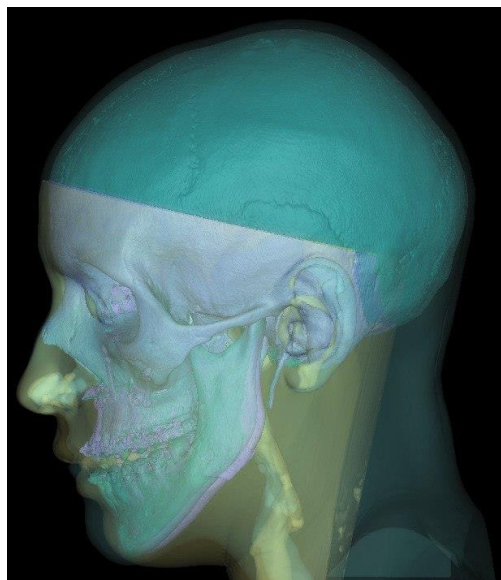
Є

Рис.2.13 Методика двощелепної ортогнатичної операції

А. Остеотомія ВЩ за Ле Фор I, Б. Щелепно-лицеве роз'єднання, В. Фіксація ВЩ в правильному положенні, Г. Площинна остеотомія НЩ, Д. Розведення фрагментів НЩ із виділенням нижньо-альвеолярного нерву, Є. Фіксація НЩ в правильному положенні

2.5. Застосування методів віртуальної симуляції та комп'ютерного моделювання для визначення невідповідностей між запланованим і отриманим результатом хірургічних втручань.

Відповідність віртуального плану та отриманого післяопераційного результату оцінювали за допомогою програмного забезпечення Geomagic Studio 2012 (3D Systems, Valencia, CA, USA), шляхом накладання STL моделі віртуально позиціонованих фрагментів щелеп, що відповідало бажаному положенню на 3D реконструкцію післяопераційного КТ кісток лицевого черепа (рис.2.14). Алгоритм комп'ютерної програми диференціював відповідні точки обох моделей та обчислював середню відстань між ними, виражену в «мм». Невідповідності накладених зображень представляли у формі кольорових градієнтів, що відображали існуючі відхилення між відповідними точками моделей (рис. 2.15). Крім того, вимірювали максимальні величини відхилення між точками обох моделей [83]. Додатково обчислювали відмінності між запланованим і отриманим значенням цефалометричних показників, що мали найбільше клінічне значення з точки зору усунення наявних естетичних порушень.



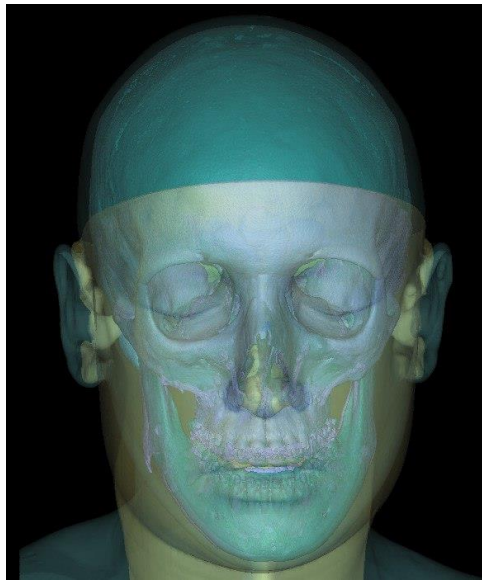


Рис. 2.15. Співставлення STL моделей лицевого черепа та м'яких тканин, що відображали віртуальний план хірургічного втручання та отриманий післяопераційний результат в програмному середовищі GeomagicStudio 2012

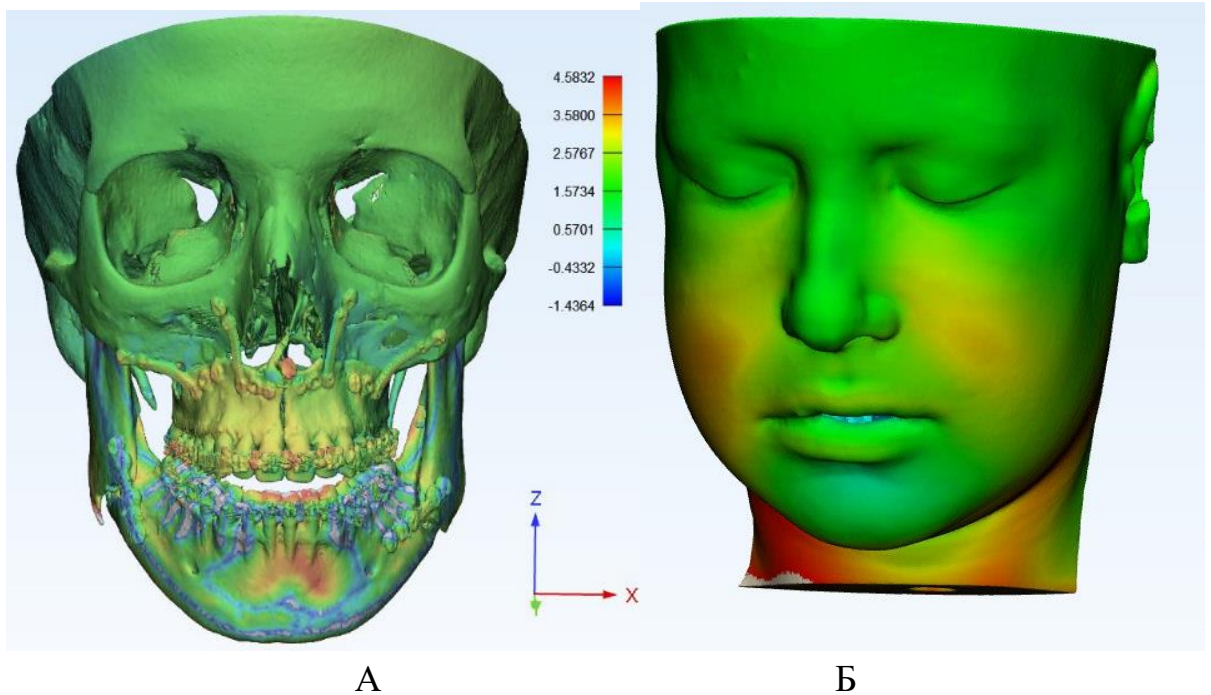


Рис. 2.16. Відхилення відповідних точок моделей лицевого черепа із віртуально створеним планом хірургічного втручання та отриманим післяопераційним результатом, представлене у вигляді кольорових градієнтів А. Моделі лицевого черепа. Б. Моделі м'яких тканин

2.6. Методи статистичної обробки даних

Для визначення характеру розподілу вибірки в проведених дослідженнях 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 якісних ознак визначали частоту їх прояву у відсотках. Для порівняння відмінностей між дослідними групами було використано критерій Ст'юдента (для параметрів, що мали нормальний закон розподілу) чи критерій Манна-Уїтні (якщо розподіл у вибірці відбувався за законом, відмінним від нормального). При вивченні розбіжностей за показниками, що мали якісну або напівкількісну природу, використовували точний критерій Фішера або критерій χ^2 Пірсона, з урахуванням поправки на неперервність. Для оцінки зв'язків між параметрами, що мали кількісне числове вираження використовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмена. Статистичні розрахунки проводили в програмному середовищі SPSS Statistics v.22 (IBM SPSS, США). Критичний рівень значимості (p) було прийнято рівним 0,05 для двосторонньої критичної області [211].

РОЗДІЛ 3. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК САГІТАЛЬНИХ ТА ВЕРТИКАЛЬНИХ ЦЕФАЛОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗІ СТУПЕНЕМ ВИРАЖЕНОСТІ ТРАНСВЕРЗАЛЬНОГО ДЕФЦИТУ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ У ПАЦІЄНТІВ ЗІ СКЕЛЕТНИМИ ФОРМАМИ АНОМАЛІЙ ПРИКУСУ

Оцінка параметрів обличчя та лицевого черепа, що характеризують його ріст, розвиток, формування профілю та оклюзії в ортодонтії є важливим елементом діагностики, планування та реалізації лікувальних стратегій, а також контролю отриманого результату на основі об'єктивних та уніфікованих критеріїв [35]. Відомо, що ТД ВЩ рідко виникає ізольовано: зазвичай він поєднується із вертикальними чи сагітальними аномаліями, і має з ними спільний етіопатогенез [207]. Взаємозв'язки сагітальних аномалій II та III класу із вертикальними порушеннями росту і розвитку, а також формуванням відкритого або глибокого прикусу, добре вивчені і детально описані в літературі, натомість питання взаємозв'язку між виразністю сагітальної аномалії та ТД щелеп є недостатньо вивченим. Це, зокрема, пов'язано із тим, що діагностика трансверзальних аномалій утруднена внаслідок ряду особливостей: 1) трансверзальні аномалії клінічно проявляються менш виразно порівняно із сагітальними та вертикальними і часто залишаються непомітними для пацієнта, 2) поєднання ТД з іншими типами аномалій утруднює об'єктивне визначення його виразності, 3) золотий стандарт діагностики та чіткі критерії визначення ТД на сьогодні відсутні. Відомо, що у пацієнтів які потребують ортогнатичних операцій виразність деформації нерідко є значною, прояви перехресного прикусу в бокових відділах досить поширені, а етіопатогенетичний зв'язок між трансверзальними та сагітальними компонентами аномалії, що носять виразно патологічний характер, суттєво відрізняється від пацієнтів, що можуть лікуватись консервативними методами.

Метою даного дослідження було вивчення взаємозв'язків між показниками латеральної цефалометрії та прямих трансверзальних вимірів, проведених на віртуальних 3D моделях, створених на основі даних мультиспіральної КТ

пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами сагітальних аномалій прикусу. Основним питанням, яке ставилось в роботі було: чи існує залежність між виразністю сагітальних і вертикальних порушень та величиною ТД ВЩ у пацієнтів цієї категорії.

Як нульову гіпотезу було прийнято припущення, що ступінь трансверзальної недостатності у пацієнтів дорослого віку, що потребують ортогнатичної хірургії тісно пов'язаний із типом та виразністю сагітальних та/або вертикальних аномалій.

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

При цьому, 47% пацієнтів мали вертикальний тип росту (кут Ar-Go-MP $>130^\circ$, медіанне значення 136 ($135 \div 137$)), а 53% - горизонтальний (кут Ar-Go-MP $<130^\circ$, середнє значення 128 ($124.75 \div 130$)).

Сагітальні аномалії ускладнювались відкритим прикусом у 41% випадків (переважно III скелетний клас, або II клас I підклас за Енглем) і глибоким прикусом у 30% (переважно II клас II підклас за Енглем). Перехресний прикус в бокових відділах щелеп (одно чи двосторонній) було діагностовано в 21% випадків. У 74% хворих були наявні скупченість верхніх фронтальних зубів, у 62% скупченість нижніх фронтальних зубів, у 16% і 18% були наявні діастеми і трієми на фронтальних чи бокових ділянках зубних рядів ВЩ і НЩ відповідно. Поширеність трансверзальних і вертикальних аномалій при цьому залежала від типу сагітальної аномалії (скелетний клас) (див. табл. 3.1)

Характеристика аномалій прикусу у пацієнтів включених в дослідження

Показник		II скелетний клас (n=68)	III скелетний клас (n=32)	P
Тип росту	Горизонтальний	51 (75%)	2 (6.3%)	<0.001
	Вертикальний	17 (25%)	30 (93.8%)	
Ускладнення (наявність вертикальних аномалій прикусу)	Відсутні	22 (32.4%)	7 (21.9%)	<0.001
	Глибокий прикус	29 (42.6%)	1 (3.1%)	
	Відкритий прикус	17 (25%)	24 (75%)	
Перехресний	Відсутній	59 (86.8%)	20 (62.5%)	0.008
	Наявний	9 (13.2%)	12 (37.5%)	

Примітки: для порівняння використано точний критерій Фішера або критерій хі-квадрат з урахуванням поправки на неперервність.

У пацієнтів III скелетного класу порівняно з II класом вірогідно частіше відзначали вертикальний тип росту (93,8% проти 25%, $p < 0.001$), відкритий прикус (75% проти 25%, $p < 0.001$) та перехресний прикус (37,5% проти 13,2%, $p < 0.01$). Глибокий прикус натомість частіше зустрічався у пацієнтів II класу (42,6% проти 3,1%, $p < 0.001$)

Значення основних цефалометричних параметрів у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, що відносились до II та III скелетних класів наведені в табл. 3.2, 2.3

**Цефалометричні показники, що характеризують сагітальний та/або
вертикальний тип аномалії у досліджених пацієнтів залежно від скелетного
класу за Steiner, 1953 [245]**

Показник	II скелетний клас (n=68)	III скелетний клас (n=32)	p
Кут N-S-Ba	129.2±4.7	127.3±8.1	0.130
Кут SN-FH	9±3.5	8±2.9	0.190
Кут Ос-FH	10 (8.2 – 14.5)	9 (6 – 12)	0.020
Кут FH-Mp	30 (24.5 – 33.5)	30 (24 – 32)	0.529
Відстань N-Me мм	118.8 (109.25 – 125.6)	118.6 (109.5 – 125.8)	0.572
Відстань MoR-ZR	58.4±5	59.3±4	0.415
Відстань MoL-ZL	57.5±5.8	57.8±4.5	0.783
Кут Ос-Mp	20.1±6.5	22.9±6.4	0.043
Кут SNA	80.7±4	80.8±4.2	0.911
Кут SNB	75.8±4.4	83.8±5.1	<0.001
Кут Ar-Go-Mp	130 (125.5 – 135)	136 (135 – 136.5)	<0.001
Кут S-N-Gn	67 (65 – 70)	65 (62.5 – 68)	0.052
Кут IsU-ApIsU-FH	112 (107 – 116)	112.5 (110 – 119)	0.476
Кут IsL-ApIsL-FH	66 (64 – 70)	70 (65 – 77.5)	0.012
Відстань NPog-IsL мм	3.5±2.7	2.1±3.1	0.026
Відстань E-line - Li мм	3 (1 – 5)	5 (3 – 8.5)	0.001
Відстань E-line – Ls, мм	2 (0.250 – 3)	2.5 (1 – 4)	0.056

Трансверзальні виміри у пацієнтів із різними типами сагітальних аномалій

Показник	II скелетний клас (n=68)	III скелетний клас (n=32)	p
CoR-CoL	99.2±7.8	100±6.4	0.640
GoR-GoL	91.7±6.3	91.9±6.2	0.871
JR-JL	62.5±4.7	62.3±3.4	0.837
NcR-NcL	22.8 (21.650 ÷ 24.4)	22.8 (21.9 ÷ 24.1)	0.988
MoR-MoL	47.4±4.2	48±4.2	0.493
ZR-ZL	116.9±6.8	116.5±6.5	0.757
BifMoUR та BifMoUL	45.2±4	44.5±3.2	0.362
ApMoUR-ApMoUL	33.85 (30÷38.8)	34.2 (31.4÷40.2)	0.497
BifMoLR- BifMoLL	47.45 (44.9 ÷ 50.5)	50.7 (46.275 ÷ 54.9)	0.098
Відмінності між шириною НЩ та ВЩ на ділянці фуркації I моляру	2.4 (0 ÷ 5.3)	6.3 (1.025 ÷ 11.375)	0.042

Значення основних цефалометричних параметрів у пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу, що мали різні типи росту і, відповідно, різні вертикальні співвідношення лицевого черепу, наведені в табл. 3.4, 3.5.

Таблиця 3.4.

Цефалометричні показники, що характеризують сагітальний та/або вертикальний тип аномалії у досліджених пацієнтів залежно від наявності вертикального чи горизонтального типів росту

Показник	Горизонтальний тип (n=53)	Вертикальний тип (n=47)	P
Кут N-S-Ba	130 (126 ÷ 131.5)	128 (123.2 ÷	0.160

		131)	
Кут SN-FH	9.3±3.4	7.9±3.1	0.020
Кут Oc-FH	10 (8 ÷ 14.25)	10 (8 ÷ 12)	0.344
Кут FH-Mp	30 (24.750 ÷ 33.25)	30 (24 ÷ 33)	0.917
Відстань N-Me мм	118.6 (109.475 ÷ 126.05)	119.3 (109.4 ÷ 125.1)	0.541
Відстань MoR-ZR	58.6±5.1	58.8±4.2	0.804
Відстань MoL-ZL	58.2±5.9	57±4.8	0.238
Кут Oc-Mp	19.7±6.6	22.5±6.2	0.054
Кут SNA	80.4±4.3	81.1±3.7	0.553
Кут SNB	75.7±4.2	81.3±6.2	<0.001
Кут ANB	5 (4 ÷ 5)	-2 (-3 ÷ 4)	<0.001
Кут S-N-Gn	67 (65 ÷ 70)	65 (63.25 ÷ 69.5)	0.025
Кут IsU-ApIsU-FH	113 (110 ÷ 117)	112 (108.25 ÷ 115.75)	0.405
Кут IsL-ApIsL-FH	66 (65 ÷ 68)	68 (65 ÷ 74.75)	0.049
Відстань NPog-IsL мм	3 (2 ÷ 5.25)	2 (0 ÷ 5)	0.057
Відстань E-line - Li мм	3 (1 ÷ 5)	4 (3 ÷ 7)	0.018
Відстань E-line – Ls, мм	2 (0.375 ÷ 2.25)	2 (1 ÷ 4)	0.046

Таблиця 3.5

Трансверзальні виміри у пацієнтів із різними типами росту лицевого черепу

Показник	Горизонтальний тип (n=53)	Вертикальний тип (n=47)	P
CoR-CoL	98.5±8	100.5±6.5	0.182
GoR-GoL	91.7±6.5	91.8±6	0.911
JR-JL	63.2±4.6	61.7±3.9	0.089
NcR-NcL	22.9 (21.775 ÷ 24.4)	22.7 (21.825 ÷ 23.775)	0.247
MoR-MoL	47.8±4.4	47.4±4.1	0.666
ZR-ZL	117.8±6.9	115.7±6.3	0.112
BifMoUR та BifMoUL	45.4 (43.3 ÷ 48.05)	43.4 (41.45 ÷ 46.95)	0.028
ApMoUR-ApMoUL	33.9 (31.35 ÷ 38.7)	33.25 (30.05 ÷ 40.45)	0.851
BifMoLR- BifMoLL	47.1 (45.25 ÷ 50.15)	49.5 (45.75 ÷ 53.25)	0.277
Відмінності між шириною НЩ та ВЩ на ділянці фуркації I моляру	1.8 (0 ÷ 5.2)	4.85 (1.4 ÷ 9.4)	0.018

Відмінності в середній величині трансверзальних параметрів у досліджених пацієнтів, залежно від наявності чи відсутності перехресного прикусу наведені в табл. 3.6

Відмінності в середній величині трансверзальних параметрів залежно від наявності відкритого чи глибокого прикусу наведені в таблиці 3.7.

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

Показник	Перехресний прикус в бокових відділах		P
	Відсутній (n=79)	Наявний (n=21)	
CoR-CoL	98.9±7.6	101.7±5.8	0.120
GoR-GoL	91.1±6	94±6.7	0.057
JR-JL	62.1±4.6	63.8±3.1	0.101
NcR-NcL	22.9 (21.8–24.4)	22.7 (21.65–24.2)	0.966
MoR-MoL	47.1±3.7	49.5±5.6	0.022
ZR-ZL	114.6 (111.45–120.5)	118 (114 ÷123.4)	0.090
BifMoUR- BifMoUL	43.7 (42.375 ÷47.5)	45.3 (42.42 ÷49.65)	0.418
ApMoUR-ApMoUL	33.2 (30.15 ÷38.45)	38.6 (31.82 ÷40.77)	0.052
BifMoLR- BifMoLL	47.2 (44.85 ÷50.9)	51.1 (47.85 ÷58.3)	0.017
Відмінності між шириною НЩ та ВЩ на ділянці фуркації I моляру	3 (0.2 ÷5.7)	6.45 (-0.05 ÷11.55)	0.185

**Трансверзальні виміри у пацієнтів із різними типами скелетних аномалій
залежно від наявності відкритого чи глибокого прикусу**

Показник	Немає вертикальних порушень (n=29)	Глибокий прикус (n=30)	Відкритий прикус (n=41)	p
CoR-CoL	100.1 (94.7 ÷104.3)	99.45 (91.3 ÷109.5)	99.1 (96.6 ÷102.1)	0.92 4
GoR-GoL	92.3±7.1	90.4±5.7	92.3±6	0.35 4
JR-JL	62.2 (59.075– 65.4)	63.5 (60.4– 64.7)	62.8 (60.35– 64.72)	0.86 3
NcR-NcL	22.5 (21.275 ÷24.25)	22.95 (22.3 ÷24.9)	22.7 (21.8 ÷23.85)	0.27 5
MoR-MoL	48.3±4.5	46.6±4	47.8±4.2	0.26 9
ZR-ZL	120.1 (113.8 ÷123.6)	113.8 (110.9 ÷118.8)	114.3 (112.4 ÷118.2)	0.03 9
BifMoUR- BifMoUL	45.7 (43.3 ÷48.375)	44.4 (42.2 ÷47.7)	43.5 (42.175 ÷47.275)	0.21 8
ApMoUR-ApMoUL	35.7 (32.450 ÷39.175)	33.15 (29.9 ÷38.6)	33.1 (30.7 ÷40.325)	0.34 8
BifMoLR- BifMoLL	47.5 (46.15 ÷50.75)	45.9 (43.6 ÷48.4) ³	49.75 (46.6 ÷54.9) ²	0.02 7
Відмінності між шириною НЩ та ВЩ на ділянці фуркації I моляру	1.7 (-0.175 ÷7.125)	2.55 (-0.10 ÷5)	5 (1.750 ÷9)	0.03 7

З наведених таблиць видно, що значна частина показників латеральної цефалограми у пацієнтів II і III скелетного класу вірогідно відрізнялись. Так само значні відмінності були відзначені і у пацієнтів із вертикальним чи горизонтальним типом росту, що визначався значенням кута Ar-Go-Mp. Значною мірою на вказані закономірності впливав тісний статистично вірогідний зв'язок між типом росту і скелетним класом (для III класу було притаманне абсолютне переважання вертикального типу).

Натомість трансверзальні параметри залежали від сагітального співвідношення щелеп і типу росту значно меншою мірою. Лише один з трансверзальних параметрів – відмінності між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації перших молярів демонстрував вірогідні відмінності залежно від скелетного класу і типу росту (його медіанне значення виявлялось в 2,6 рази більшим у пацієнтів III класу і в 2,7 рази у пацієнтів із вертикальним типом росту). Для вертикального типу росту була також характерна менша ширина ВЩ на ділянці біфуркації ПВМ.

При цьому обидва ці показники не визначали наявності перехресного прикусу у досліджених хворих. Вірогідні відмінності між пацієнтами з та без перехресного прикусу були відзначені лише для 2 трансверзальних вимірів – відстані між дистальними щічними горбиками нижніх I молярів та ширини НЩ на ділянці біфуркації нижнього I моляру.

Для глибокого прикусу була притаманна вірогідно менша ширина обличчя на рівні Z-Z та ширина НЩ на рівні біфуркації коренів першого нижнього моляру, а для пацієнтів із відкритим прикусом – вірогідно більша відмінність між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації перших молярів.

Кореляції між трансверзальними вимірами та параметрами латеральної цефалограми, що характеризували сагітальний та/або вертикальний тип аномалії наведені в табл. 3.8.

Кореляції між окремими трансверзальними параметрами 3D цефалометрії та параметрами, що характеризують сагітальний та вертикальний компонент аномалії, визначені за критерієм Спірмена

Змінні	N- Me	ANB	IsU- ApIsU-FH	IsL- ApIsL-FH	NPog- IsL	E-line - Li
II скелетний клас						
CoR-CoL	0,29 6	-	-0,429	-	-	-
GoR-GoL	0,48 1	-	-	-	-	-
MoR-MoL	-	-	-	-	-	-
ZR-ZL	0,43	-	-	-	-	-
BifMoLR- BifMoLL	0,25 9	-	-	-	-	-
відмінності між шириною НЩ та ВЩ	-	-	-0,281	-	-	-
III скелетний клас						
CoR-CoL	-	-	-	-	-0,558	-
GoR-GoL	0,49 2	-0,551	-0,404	-	-0,442	-
MoR-MoL	-	- 0,37 6	-	-	-	-
ZR-ZL	0,40 2	- 0,40 4	-0,409	0,354	-	0,391
BifMoLR- BifMoLL	0,38 6	-0,39	-	-	-	0,364

Відмінності між шириною НЩ та ВЩ	0,39 3	-	-	-	-	-
----------------------------------	-----------	---	---	---	---	---

Примітка. У таблиці вказані лише кореляції, що мали вірогідність на рівні $p < 0.05$. Параметри, за якими вірогідних кореляцій виявлено не було, в таблицю не включені

Виявлені залежності трансверзальних та сагітальних параметрів носили складний характер, найбільшу кількість вірогідних зв'язків було визначено між висотою обличчя (N-Me) та параметрами, що характеризують його ширину. Існували суттєві відмінності в характері залежностей між показниками латеральної цефалограми і трансверзальними вимірами у пацієнтів II і III класу: так значення кута ANB демонструвало зворотну кореляцію із шириною середньої зони обличчя і шириною НЩ при III класі, і не впливало на трансверзальні показники у пацієнтів II класу.

Трансверзальні розміри ВЩ визначені на рівні вилицево-альвеолярних гребенів, верхівок піднебінного кореня верхніх молярів та вершини альвеолярного гребеня на рівні I верхніх молярів не корелювали із жодним з досліджуваних параметрів латеральної цефалограми. Крім того, кути, що визначають сагітальне положення ВЩ і НЩ відносно основи черепа (SNA, SNB), кут НЩ, нахил оклюзійної та мандибулярної площин відносно FH не виявили вірогідних кореляцій із жодним із трансверзальних вимірів.

При цьому, в цілому по виборці між окремими трансверзальними параметрами були наявні більш сильні, статистично вірогідні зв'язки, підтверджені кореляційним аналізом (табл. 3.9).

Таким чином, за нашими даними, ТД у пацієнтів зі скелетними формами сагітальних аномалій є поширеним, а визначення його взаємозв'язків із сагітальними параметрами, має не стільки діагностичне значення, скільки визначає послідовність і обсяг необхідних лікувальних засобів, у тому числі, потребу в хірургічно асистованому розширенні верхньої щелепи (SARME).

Серед досліджених нами хворих, частота перехресного прикусу становила 21%, натомість прямі та непрямі ознаки невідповідності верхнього і нижнього зубних рядів (різниця між шириною НЩ і ВЩ на рівні біфуркації І молярів понад 5 мм), звуження ВЩ, скупченість і протрузія верхніх фронтальних зубів виявляли у 74% спостережень.

Таблиця 3.9

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

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

На значну частку скритих форм ТД вказують багато авторів Franchi L, Vassetti T. 2005 [110], Cureton S.L., Cuenin M., 1999 [91], Betts NJ et al., 1995 [59] та інші. Нерідко у пацієнтів II і III класу (мимовільно або внаслідок проведеного ортодонтичного лікування) виникає зубо-альвеолярна компенсація за рахунок нахилу та зміщення молярів та премолярів. У таких випадках навіть за

відсутності перехресного прикусу і забезпечення множинного фісурно-горбикового співвідношення на молярах існує значний ризик пародонтальних проблем в майбутньому, а жувальне навантаження розподіляється в неоптимальний спосіб. Усі пацієнти, що увійшли в дане дослідження, в анамнезі проходили те чи інше ортодонтичне лікування в різні вікові періоди, здебільшого спрямоване на камуфляж чинної зубо-щелепної аномалії, з чим ми пов'язували велику частоту скритих форм ТД, і низьку інформативність трансверзальних вимірів, що базувались на зубних референтних точках.

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

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

Найбільша кількість вірогідних зв'язків для пацієнтів обох класів була визначена між висотою обличчя (N-Me) та параметрами, що характеризують його ширину. Натомість кути, що визначають сагітальне положення ВЩ і НЩ відносно основи черепа (SNA, SNB), кут НЩ, нахил оклюзійної та мандибулярної площин відносно франкфуртської горизонталі не виявили вірогідних кореляцій із жодним із трансверзальних вимірів.

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

Слід зазначити, що важливим негативним наслідком ТД ВЩ є звуження носової порожнини, що супроводжується порушеннями носового дихання і може сприяти розвитку синдрому обструктивного апное уві сні [29, 264]. Нами було відзначено, що відстань NcR-NcL, яка визначає ширину грушовидного отвору, була вірогідно пов'язана як із шириною середньої зони обличчя (відстань ZR-ZL), так і з шириною тіла ВЩ (відстань JR-JL), водночас вона не була пов'язана із жодним з сагітальних чи вертикальних параметрів, що досліджувались.

Висновки по розділу 3

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

2. Поширеність трансверзальних і вертикальних аномалій залежала від типу сагітальної аномалії (скелетний клас). У пацієнтів III скелетного класу порівняно з II класом вірогідно частіше відзначали вертикальний тип росту (93,8% проти 25%, $p < 0.001$), відкритий прикус (75% проти 25%, $p < 0.001$) та перехресний прикус (37,5% проти 13,2%, $p < 0.01$). Глибокий прикус натомість частіше зустрічався у пацієнтів II класу (42,6% проти 3,1%, $p < 0.001$)

3. При аналізі трансверзальних параметрів у пацієнтів із різними скелетними класами і різними типами росту лише один – різниця між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації перших молярів демонстрував вірогідні відмінності (його медіанне значення було в 2,6 рази більшим у пацієнтів III класу ($p < 0,05$) і в 2,7 рази – у пацієнтів із вертикальним типом росту ($p < 0,05$). Для вертикального типу росту була також характерна менша ширина ВЩ на ділянці біфуркації ПВМ ($p < 0,05$). При цьому обидва ці показники не визначали наявності перехресного прикусу у досліджених хворих. Вірогідні відмінності між пацієнтами з та без перехресного прикусу були відзначені для 2 трансверзальних вимірів – відстані між дистальними щічними горбиками нижніх I молярів та ширини НЩ на ділянці біфуркації нижнього I моляру. Для глибокого прикусу була притаманна вірогідно менша ширина обличчя на рівні Z-Z та ширина НЩ на рівні біфуркації коренів першого нижнього моляру, а для пацієнтів із відкритим прикусом – вірогідно більша відмінність між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації перших молярів ($p < 0.05$).

4. Сагітальні, трансверзальні та вертикальні компоненти скелетних аномалій прикусу пов'язані між собою і взаємно обумовлюють одна одну. При

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

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

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

РОЗДІЛ 4. ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІРУРГІЧНО-АСИСТОВАНОГО ТА ОРТОДОНТИЧНОГО РОЗШИРЕННЯ ВЕРХНЬОЇ ЩЕЛЕПИ У ПАЦІЄНТІВ ДОРΟΣЛОГО ВІКУ ЗІ СКЕЛЕТНИМИ ФОРМАМИ АНОМАЛІЙ ПРИКУСУ

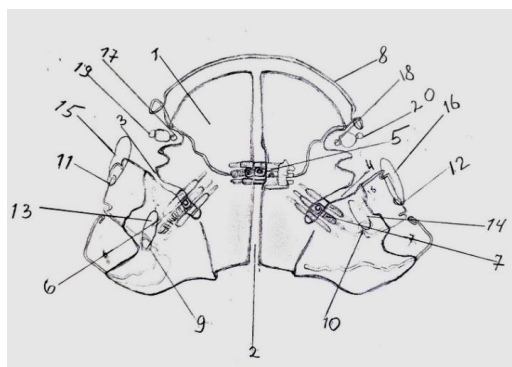
На сьогоднішній день питання розширення ВЩ у дорослих осіб зі скелетними формами аномалій прикусу є предметом активного професійного обговорення, при чому думки дослідників з цього приводу залишаються контрoверсійними [82]. Сама по собі, необхідність розширення ВЩ у пацієнтів із сагітальними та/або вертикальними аномаліями прикусу, що поєднуються із ТД, не викликає сумнівів у більшості авторів, оскільки воно дозволяє збільшити розміри зубного ряду і провести правильну ортодонтичну підготовку до ортогнатичної хірургії [60, 127, 139, 151]. 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 однак є питання способу розширення, режиму активації ортодонтичної апаратури та забезпечення стабільного результату в часі.

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

У нашій роботі можливості зазначених методів розширення вивчались в порівняльному аспекті у складній категорії дорослих пацієнтів, що мали скелетні форми сагітальних аномалій прикусу (як II, так і III класу, в тому числі,

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, в зв'язку зі значними операційними ризиками і високим ризиком післяопераційних рецидивів.

Для ортодонтичного лікування пацієнтів даної категорії нами було запропоновано апарат власної конструкції (Патент України на корисну модель №153502) [6], який було застосовано для лікування пацієнтів II групи. В основу корисної моделі була поставлена задача розробки ортодонтичного пристрою, що забезпечує розширення ВЩ, та одночасне проведення дисталізації бокових зубів і створення необхідного простору для фронтальної групи зубів. Поставлена задача вирішувалась тим, що в ортодонтичному пристрої для лікування аномалій та деформацій ВЩ, що супроводжуються її ТД, який містить вестибулярну дугу, пластмасовий базис з трьома розпилами (серединно-сагітальний та два кутових в проекції альвеолярного відростку ВЩ на ділянці молярів), три гвинти і кламери Адамса, згідно з корисною моделлю, кламери Адамса були виконані з кільцеподібним завитком, а на бокових сегментах пластмасового базису встановлені металеві гачки для фіксації еластичних тяг, які закріплювали до ортодонтичних кнопок, фіксованих на вестибулярній та піднебінній поверхнях премолярів, для їх дисталізації еластичними тягами (рис.4.1).



А.



Б.

Рис. 4.1. Ортодонтичний апарат для розширення ВЩ. А схематичне зображення, Б. загальний вигляд де: 1 – пластмасовий базис, 2, 3, 4 - секторальні розпили, 5, 6, 7 – ортодонтичні одноосні гвинти, 8 – вестибулярна дуга, 9, 10 – металеві гачки, 11, 12 – кламери Адамса з кільцеподібним завитком, 13, 14, 15, 16 – еластичні тяги, 17, 18, 19, 20 ортодонтичні кнопки, фіксовані до верхніх премолярів.

При дослідженні пацієнтів, що увійшли у клінічні групи було встановлено, що серед них переважали жінки, які склали 65,3%. Вік хворих коливався від 18 до 41 років і в середньому становив $28 \pm 1,5$ роки. Розподіл хворих за віком і статтю наведено в табл. 4.1.

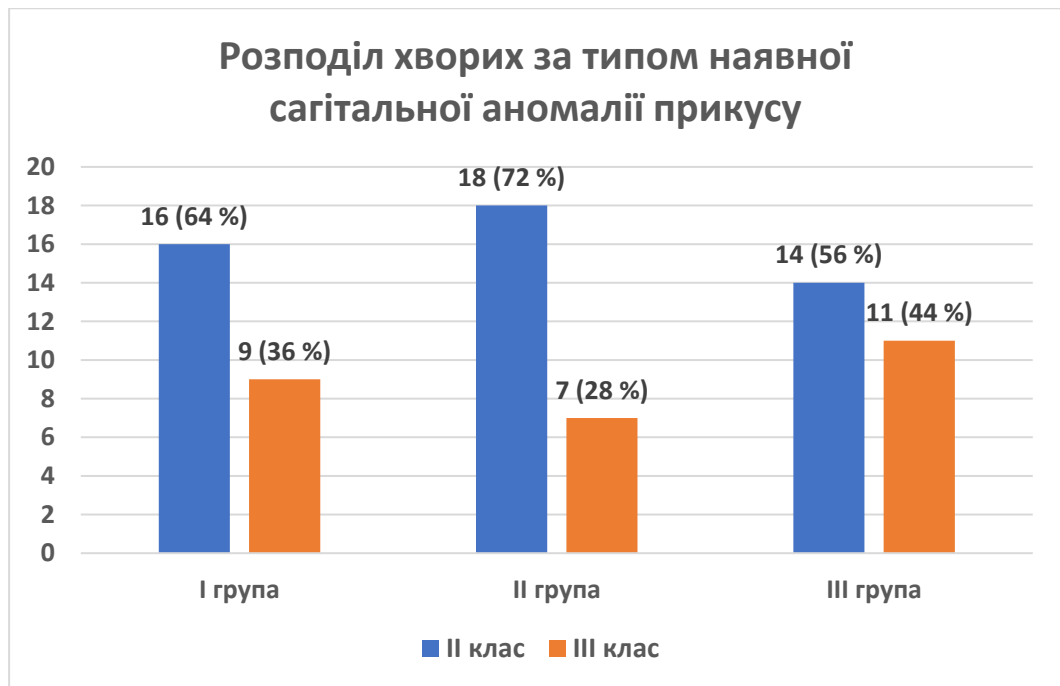
Таблиця 4.1.

Розподіл хворих за віком і статтю

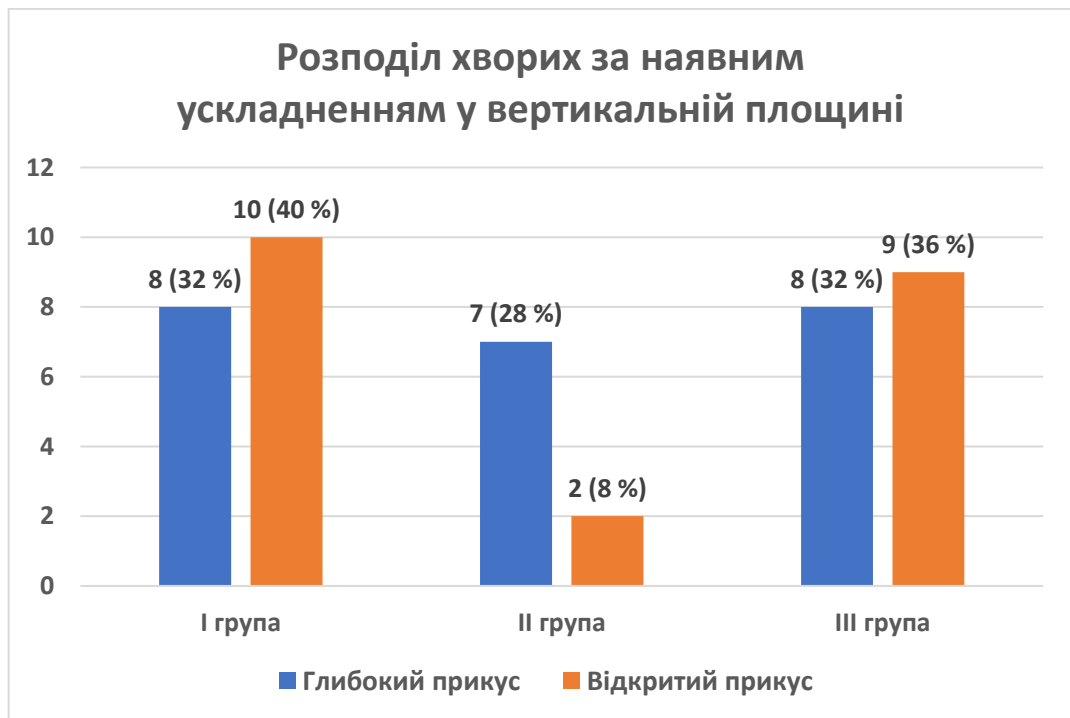
Вік	І група		ІІ група		ІІІ група		Всього
	чоловіки %	жінки %	чоловік и %	жінки %	чоловіки %	жінки %	
18-20	2 (2,6%)	2 (2,6%)	3 (4%)	6 (8%)	1 (1,3%)	–	14 (18,6%)
21-25	6 (8%)	5 (6,6%)	2 (2,6%)	8 (10,6%)	1 (1,3%)	7 (9,3%)	29 (38,7%)
Старші 25	3 (4%)	7 (9,3%)	–	6 (8%)	8 (10,6%)	8 (10,6%)	32 (42,7%)
Всього	11 (14,6%)	14 (18,6%)	5 (6,6%)	20 (26,6%)	10 (13,3%)	15 (20%)	75 (100%)

У всіх хворих, включених в дослідження, були наявні сагітальні аномалії прикусу, що вимагали хірургічної корекції. ІІ скелетний клас був наявний у 64% хворих, ІІІ клас у 36%.

Сагітальні аномалії прикусу ускладнювались відкритим прикусом в 28%, і глибоким прикусом в 30,7% випадків. Розподіл хворих за типом наявних сагітальних та вертикальних аномалій прикусу наведений на рис 4.2.



А.



Б

Рис. 4.2. Розподіл хворих в групах порівняння за типом наявних скелетних форм сагітальних (А) та вертикальних (Б) аномалій прикусу, асоційованих із ТД

Стан окостеніння піднебінного шва, визначений в групах порівняння на основі класифікаційних критеріїв Angelieri F. et al., 2013 [36], наведений в табл. 4.2.

Таблица 4.2.

Стан піднебінного шва у пацієнтів в клінічних групах

Тип окостеніння піднебінного шва за Angelieri et al. (2013)	I група (Незнімні апарати RME із назубною фіксацією)	II група (Знімні апарати для розширення ВЩ із дисталізацією бокових зубів)	III група (Піднебінні дистрактори із накістковою фіксацією)	Всього
тип А	–	–	–	–
тип В	3 (12%)	2 (8%)	–	5 (6,7%)
тип С	8 (32%)	17 (68%)	–	25 (33%)
тип D	11 (44%)	5 (20%)	8 (32%)	24 (32%)
тип Е	3 (12%)	1 (4%)	17 (68%)	21 (28%)

У даній класифікації різні типи піднебінного шва фактично представляють собою стадії його окостеніння в різні вікові періоди (рис.4.3).

Тип А, в якому піднебінний шов представляє собою пряму, чітко структуровану лінію без ознак інтердигітації, притаманний для пацієнтів дитячого віку. У нашій серії його не відзначали.

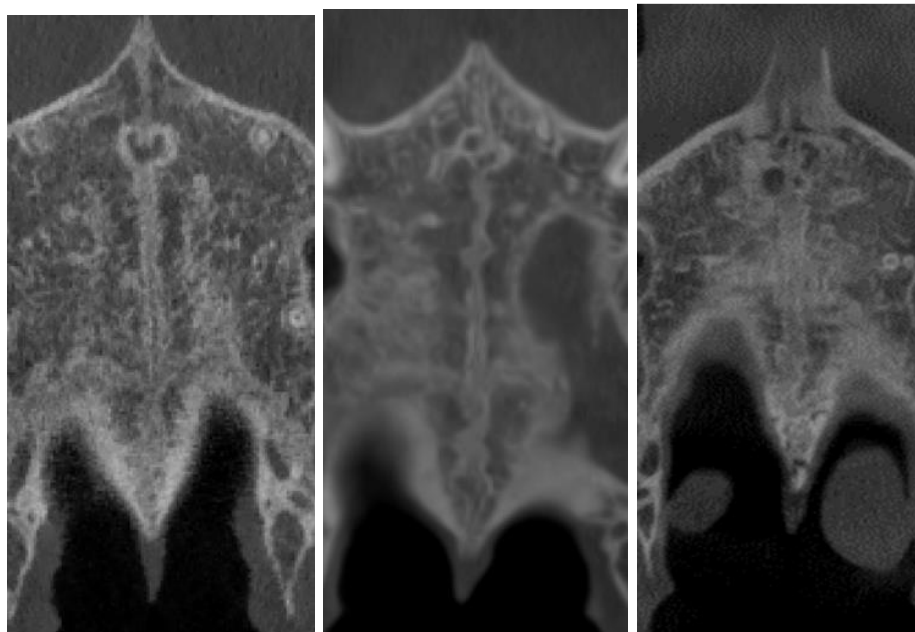
Тип В, в якому піднебінний шов був представлений нерівною/фестончастою лінією, зустрічався в 6,7% випадків у пацієнтів молодшого віку і розглядався, як показання до більш консервативного підходу. Усі пацієнти із піднебінним швом типу В були включені в I і II клінічні групи.

Тип С, де піднебінний шов представлений 2 паралельними, фестончастими лініями, розташованими близько одна до одної (при цьому типі він прослідковувався на всьому або майже на всьому протязі) зустрічався в 33% випадків в нашій серії, що є більшим, ніж в популяції у осіб старше 18 років [36]. Усі випадки типу С також були віднесені до I і II групи, оскільки в цих випадках існує потенційна можливість активації росту на ділянці шва та його «розриву» при застосуванні ортодонтичних сил.

Тип D – часткове окостеніння піднебінного шва (переважно в задніх відділах, між піднебінними кістками) склав 32%.

Тип E – повне окостеніння піднебінного шва – 28%.

Типи D і E були переважно віднесені до III групи, в I і II групи таких пацієнтів включали лише у випадках, коли запланована величина розширення була незначною.



Тип В

Тип С

Тип D

Тип E

Рис. 4.3. Типи піднебінного шва за Angelieri F. et al. (2013) [36], що зустрічались в клінічних групах

Середня тривалість розширення, без урахування ретенційного періоду становила в I групі $4 \pm 0,5$ міс в II групі $7 \pm 0,7$ міс, і в III групі $14 \pm 0,5$ днів.

У ході ортодонтичного лікування клінічний ефект розширення і відповідно прехірургічної підготовки відповідно до критеріїв наведених в роботі [40] був досягнутий у 70 (93,3%) пацієнтів. В 5 випадках результати розширення були незадовільними через розвиток небажаних клінічних ефектів та ускладнень. У 2 хворих I групи розширення ВЩ довелось 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. У III групі в одному

випадку невірний вибір розміру піднебінного дистрактора, призвів до асиметричного та небажаного розширення в ділянці молярів (рис.4.4.), ще в 1 випадку бажаний результат не був досягнутий через порушення пацієнтом режиму активації дистрактора.



Рис.4.4. Асиметричне розширення в ділянці молярів із небажаними параметрами (незадовільний хірургічний результат, що вимагає додаткової корекції).

Відстані між основними референтними точками, визначені на діагностичних моделях та за даними КТ в групах порівняння, наведені в таблиці 4.3.

Середня величина розширення ВЩ на різних ділянках представлена на рис. 4.5.

Таблиця 4.3.

Ефективність розширення ВЩ при застосуванні різних типів ортодонтичних конструкцій (M±m)

Параметр	I група (Незнімні апарати RME із назубною фіксацією)		II група (Знімні апарати для розширення ВЩ із дисталізацією бокових зубів)		III група (Піднебінні дистрактори із 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 ВПМ за Pont (mm)	47,26±0,99	51,24±1,04	48,21±1,05	50,07±2,41	43,64±0,97 ^{1,2}	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 ^{1,2}	36,78±1,02
Ширина піднебіння за МасНамага (відстань між найближчим и точками ВПМ) (mm)	41,13±0,61	42,24±1,67	42,41±0,65	44,2±0,93	32,22±4,5 ^{7,1,2}	38,41±4,08 ²
Відстань між точками фуркації ВПМ (mm)	47,22±0,53	48,82±0,75	48,25±0,66	49,37±0,68	41,08±3,2 ^{5,1,2}	47,18±3,07
Відстань між точками фуркації нижніх молярів (mm)	45,19±1,85	45,19±0,85	47,02±1,02	47,02±1,02	46,44±0,8 ⁶	46,44±0,86
Відстань між апексами піднебінних коренів ВПМ (mm)	42,3±0,64	42,55±0,71	43,15±0,88	43,33±0,93	54,05±5,2 ^{6,1,2}	62,07±5,91 ^{1,2}
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)	–	0,93±1,91	–	0,33±0,18	–	7,8±0,96 ^{1,2}
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 ^{1,2}	0,74±1,04

Примітка: ^{1,2} – відмінності із I та другою групою вірогідні із p<0,05

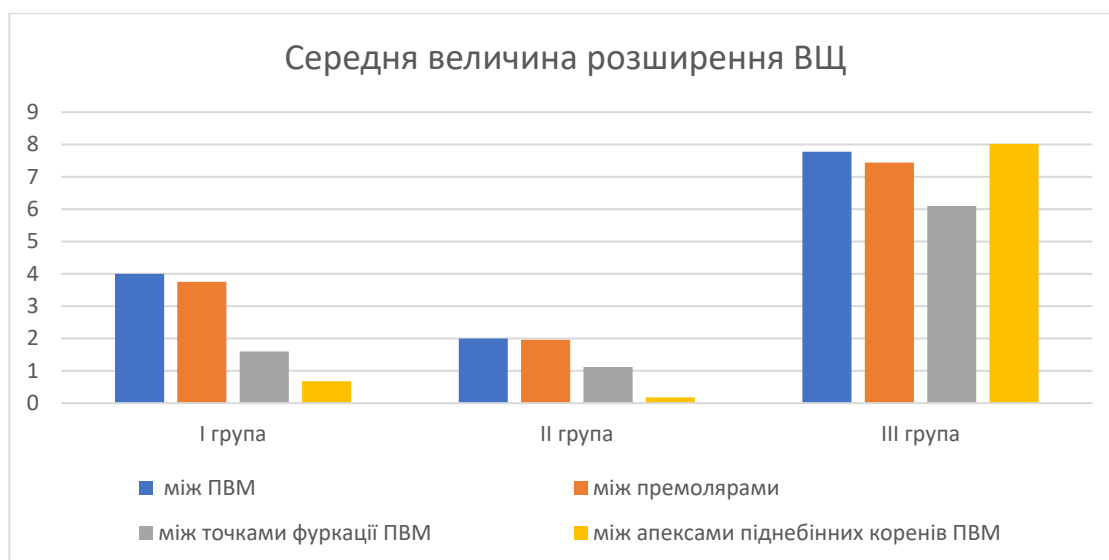


Рис. 4.5. Середня величина розширення ВЩ в групах порівняння (мм)

Вірогідність відмінностей за дослідженими параметрами в групах порівняння до та після розширення наведені табл. 4.4.

Таблиця 4.4.

Вірогідність внутрішньо-групових відмінностей за параметрами, що досліджувались

Параметр	Відмінності між середніми значеннями до/після		
	I група	II група	III група
Відстань між ВПМ за Pont (mm)	U=000 P<0,01	U=129 P <0,01	U=000 P<0,01
Відстань між першими верхніми премолярами за Pont (mm)	U=6 P <0,01	U=67.5 P <0,01	U =56 P<0,01
Ширина піднебіння за MacNamara (відстань між найближчими точками ВПМ) (mm)	U=80,5 P<0,001	U=29 P <0,001	U =84 P<0,01
Відстань між точками фуркації ВПМ (mm)	U=24 P<0,01	U =64 P <0,01	U 64 P<0,01
Відстань між точками фуркації нижніх молярів (mm)	U=000 P<0,01	U =312 P >0,05	U= 312 P>0,005
Відстань між апексами піднебінних коренів ВПМ (mm)	U=235.5 P>0,05	U =268 P >0,05	U=84 P<0,05
Відстань J-J (mm)	НД	НД	НД
Діастема між центральними різцями (mm)	U=37.5 P<0,01	U =12 P <0,01	U=0 P<0,01
Невідповідність між вщ і нщ (mm)	U=58,5 P<0,01	U=136 P<0,01	U=77,5 P<0,01

Таким чином, 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 ВПМ. 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 незначною, а ТД визначався більшою мірою положенням і нахилом зубів (рис.4.6, рис.4.7). У III групі відмінності між шириною ВЩ та НЩ становили в середньому $5,35 \pm 4,12$ мм, що вимагало обов'язкового скелетного розширення (рис.4.8).

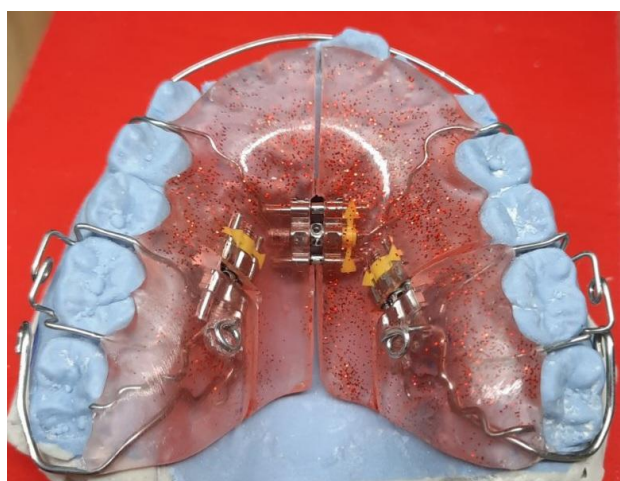


А



Б

Рис. 4.6. Розширення верхнього зубного ряду апаратами RME
 А. До початку лікування, Б. Після розширення ВЩ



Б

Рис. 4.7. Розширення верхнього зубного ряду знімними ортодонтичними апаратами власної конструкції (Патент України №153502) [6]

А. Розташування апарату на моделі, Б. Клінічний результат розширення із дисталізацією молярів та премолярів



Рис. 4.8. Розширення ВЩ апаратом Smile distractor (Titamed, Бельгія)

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, а найменшим в II групі –

1,93 ±0,2 мм та 1,96±0,3 мм відповідно. У I і II групі розширення відбувалось майже виключно в зубо-альвеолярному сегменті, про що свідчила відсутність вірогідних змін у відстані між верхівками піднебінних коренів ВПМ 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 [222], у 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 (рис.4.9).

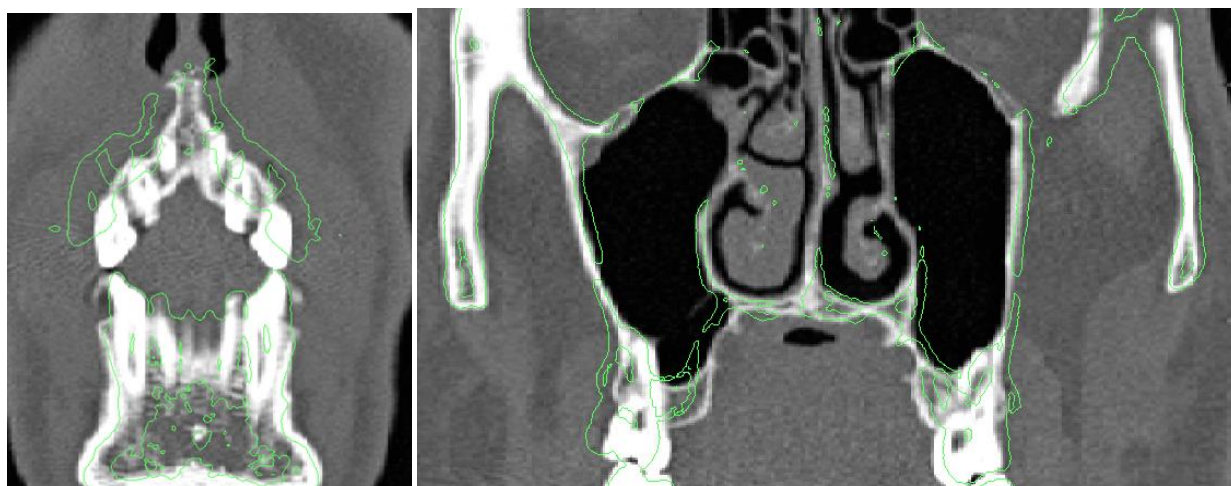


Рис.4.9. Скелетне розширення ВЩ методом SARME (контури кісткових структур, отримані за даними КТ кісток лицевого черепа після розширення, накладено на зображення вихідної КТ).

Нахил зубів в процесі переміщення кісткових фрагментів легко корегувався брекет системою і еластичними тягами. Ширина ВЩ на рівні верхівок піднебінних коренів ВПМ вірогідно зростала ($p < 0,05$), співвідношення між точками біфуркації перших молярів ВЩ і НЩ в середньому збільшувалось на $6,5 \pm 3,9$ мм. При зміщенні кісткових фрагментів під дією дистрактору

відбувалось клінічно і рентгенологічно підтверджене розходження піднебінного шва (рис.4.10), що супроводжувалось утворенням діастеми між центральними різцями, яка сягала 7-9 мм, а в середньому становила $7,8 \pm 0,96$ мм.

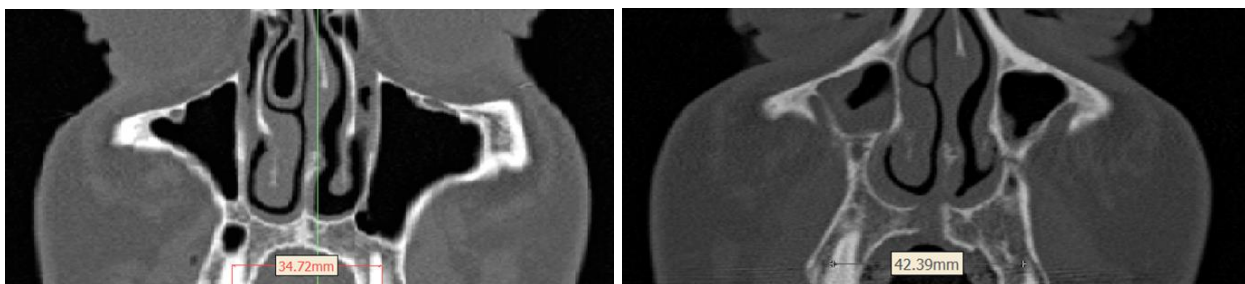


Рис.4.10. Розходження кісткових фрагментів на ділянці піднебінного шва при скелетному розширенні ВЩ методом SARME

У ході подальшого лікування на брекет-системі діастему закривали за допомогою ортодонтичних пружин та еластичного ланцюжка (рис. 4.11).



Рис.4.11. Закриття діастеми між центральними різцями після скелетного розширення ВЩ методом SARME (на різних етапах ортодонтичного лікування)

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 підтвердили, 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 [119]. 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 відміну від Bortolotti F et al., 2020 [63], ми не спостерігали скелетного розширення в дослідженій когорті пацієнтів при застосуванні апаратів RME та знімної ортодонтичної апаратури: навіть у випадках із неповним або відсутнім окостенінням піднебінного шва всі переміщення відбувались лише в межах зубо-альвеолярного сегменту. Натомість, розширення піднебінним дистрактором відбувалось, майже виключно за рахунок кісткового компоненту, на відміну від даних Bortolotti F et al. 2020[63], Bucci R. D'Anto V. et al. 2016 [67], Choi SH, Shi KK, 2016 [78]; Clement, E. A., and Krishnaswamy, N. R., 2017 [85], Lim HM, Park YC., 2017 [177], Ngan P, Nguyen U., 2018 [203]; Park JJ, Park YC, 2017 [214]; Kartalian A, Gohl E, 2010 [41], Garrett BJ, Caruso JM, (2008) [158]; Asscherickx K, Govaerts E, (2016) [155]; Chamberland, S. and Proffit WR., 2011 [72]; Goldenberg DC, Goldenberg FC, 2008 [118], що досліджуючи апарати SARPE і MARPE вказували на величину скелетного розширення в межах 46,3-55% та 35% відповідно. Вказані відмінності були пов'язані: 1) із конструктивними особливостями Smile distractor, що мав виключно накісну фіксацію, 2) усуненням ділянок резистентності кістки при проведенні її остеотомії за ЛеФор І та 3) можливістю повністю скорегувати ротаційний компонент переміщення кісткових фрагментів в ході подальшого ортодонтичного лікування брекет системою.

Проведене дослідження мало низку обмежень, які враховували при аналізі і узагальнені отриманих результатів: пацієнти в групах порівняння відрізнялися за характером і важкістю ортодонтичної патології, крім того можливості і принципи дії апаратів, застосованих в різних групах відрізнялися, що визначало різні показання до застосування кожного із методів розширення. У роботі не

вивчалась стабільність отриманих результатів в часі та особливості ведення ретенційного періоду, оскільки в пацієнтів, які були включені в дослідження, розширення ВЩ представляло собою підготовчий етап до проведення ортогнатичних операцій.

Висновки по розділу 4

Використання незнімної ортодонтичної апаратури RME, знімних апаратів власної конструкції для розширення ВЩ із дисталізацією бокової групи зубів (патент України № 153502) [6] та SARME дозволило досягнути бажаного розширення і прийнятних клінічних результатів в 92-96% випадків. Середня величина розширення на ділянці молярів і премолярів була найбільшою при застосуванні SARME, де вона становила $7,7\pm 1,83$ 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 ВЩ 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 ширини ВЩ на рівні верхівок піднебінних коренів ВПМ на $8,02\pm 5,3$ мм ($p<0.05$), а також утворення діастеми між центральними різцями (середня величина - $7,8\pm 0,96$ мм) за рахунок розходження піднебінного шва.

Збільшення співвідношення ширини ВЩ і НЩ на рівні фуркації перших молярів було вірогідно більшим при застосуванні SARME і становило $6,5\pm 3,9$ 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.

РОЗДІЛ 5.

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

У сучасній ортогнатичній хірургії віртуальне планування і проведення оперативних втручань на основі CAD/CAM технології (використання пацієнт-специфічних сплїнтів, фіксаторів, навігаційних шаблонів тощо) набуває широкого застосування і демонструє низку переваг порівняно із традиційними аналоговими методами [174, 276]. 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 в новому положенні після операції із якістю передопераційної ортодонтичної підготовки [175, 226, 251, 269]. Втім 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, відтворення оптимального торку і ангуляції є практично неможливим. У розділі 4 нами представлені дані, що доводять ефективність комбінованого підходу (SARME) до скелетного розширення ВЩ у дорослих осіб, натомість його вплив на ефективність наступних ортогнатичних операцій практично не вивчався [67, 78].

З точки зору високо прецензійної 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: 1) можливість достатнього скелетного розширення для розміщення бокових та фронтальних зубів в правильному положенні на прехірургічному

етапі, 2) співвідношення зубо-альвеолярного та скелетного компонентів при розширенні ВЩ, 3) необхідність проведення остеотомій в зоні майбутнього втручання та їх вплив на перебіг репаративних процесів, що може змінювати топографію та властивості кістки на цій ділянці, 3) стан піднебінного шва, який після роз'єднання зазвичай перебуває в стані фіброзного зрощення і зумовлює додаткові ступені свободи кісткових сегментів, що впливає на стабільність їх фіксації [172].

Зважаючи на це, наступний етап роботи ставив метою вивчити вплив процедури SARME 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 [251].

Нульова гіпотеза полягала в тому, що клінічна ефективність та частота ускладнень ортогнатичних втручань у пацієнтів з ТД ВЩ після ефективного скелетного розширення на прехірургічному ортодонтичному етапі не буде вірогідно відрізнятися від відповідних показників пацієнтів, які не потребували прехірургічного розширення ВЩ. Серед 50 пацієнтів, що увійшли в дослідження та відповідали критеріям включення і виключення переважали жінки, що становило 35(70%) осіб. Вік хворих коливався від 18 до 40 років і в середньому становив $28 \pm 5,6$ роки. 20(40%) хворих відносились до III скелетного класу, (кут ANB в цій групі коливався від -1° до -11° , а в середньому становив $-3,5 \pm 2,6^\circ$), 30 (60%) хворих належали до II скелетного класу (кут ANB коливався від 4° до 10° , а в середньому становив $5,4 \pm 1,7^\circ$) (табл. 5.1).

При цьому 19(38%) пацієнтів мали вертикальний тип росту а 31(62%) - горизонтальний. Сагітальні аномалії ускладнювались відкритим прикусом у 10

(20%) випадках (переважно III скелетний клас, або II клас I підклас за Енглем) і глибоким прикусом у 25(50%) (переважно II клас II підклас за Енглем).

Таблиця 5.1.

Розподіл пацієнтів за типом скелетної аномалії прикусу в групах порівняння

	Основна група	Контрольна група	Всього
Скелетний клас			
- II клас (ANB>4 ⁰)	16(32%)	14(28%)	30(60%)
- III клас (ANB<0 ⁰)	15(30%)	5(10%)	20(40%)
Тип росту			
- Вертикальний (кут Ar-Go-MP >130 ⁰),	17(34%)	2(4%)	19(38%)
- горизонтальний (Ar-Go-MP <130 ⁰)	14(28%)	17(34%)	31(62%)
Ускладнення			
- відкритий прикус	6(12%)	4(8%)	10(20%)
- глибокий прикус	20(40%)	5(10%)	25(50%)

Параметри розширення ВЩ у пацієнтів основної групи, досягнуті на прехірургічному етапі були наступними (див. розділ 4): відстань між першими верхніми премолярами за Pont збільшилась на $7,7 \pm 1,83$ мм, відстань між точками фуркації ВПМ – на $6,5 \pm 3,9$ мм, відстань між апексами піднебінних коренів верхніх перших молярів – на $8,02 \pm 5,3$ мм, при цьому діастема між центральними різцями в середньому складала $7,8 \pm 0,96$ мм, а відстань J-J залишалась практично незмінною (збільшення на $1,2 \pm 0,5$ мм, що було статистично не значимим). Розширення ВЩ відбувалось протягом 14 днів, переважно за рахунок скелетного компоненту. Це дозволило провести якісну прехірургічну ортодонтичну підготовку відповідно до критеріїв наведених в роботі Grybauskas S. et al., 2018 [124].

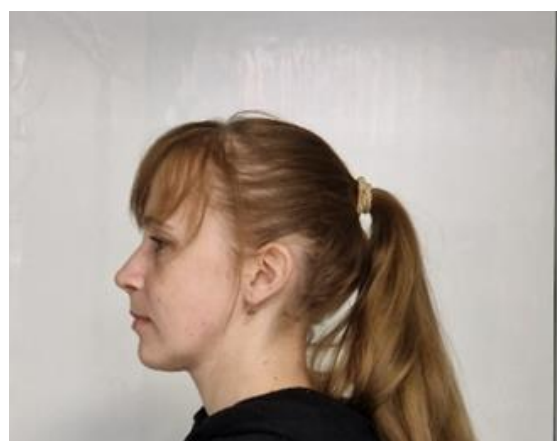
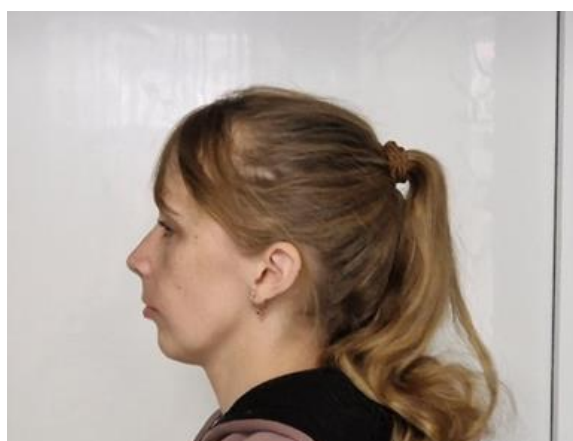
При проведенні ортогнатичних втручань у всіх хворих було досягнуто суттєвого покращення естетичних параметрів та характеру змикання зубів, що

однак не виключало потреби в проведенні постхірургічної ортодонтичної корекції (рис.5.1, 5.2.).

До операції



Після операції



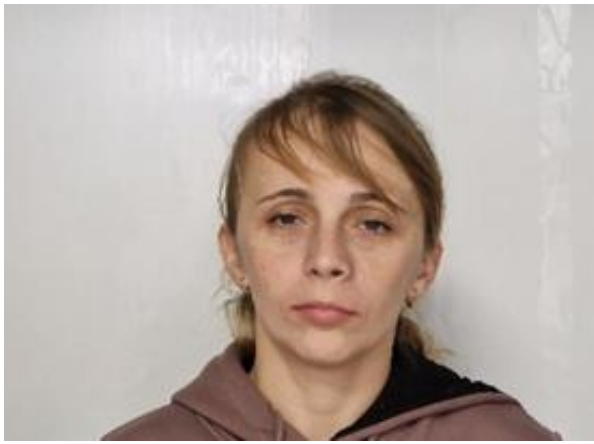


Рис. 5.1. Результати ортогнатичної операції у пацієнтки із II скелетним класом

До операції



Після операції





Рис. 5.2. Результати ортогнатичної операції у пацієнтки із III скелетним класом

Показники 3D цефалометрії у пацієнтів в групах порівняння, що об'єктивно характеризували зміни анатомічних параметрів обличчя, наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2.

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 $p < 0.05$

Абсолютна величина відмінностей між запланованим та отриманим результатом в групах порівняння наведені на рис.5.3.

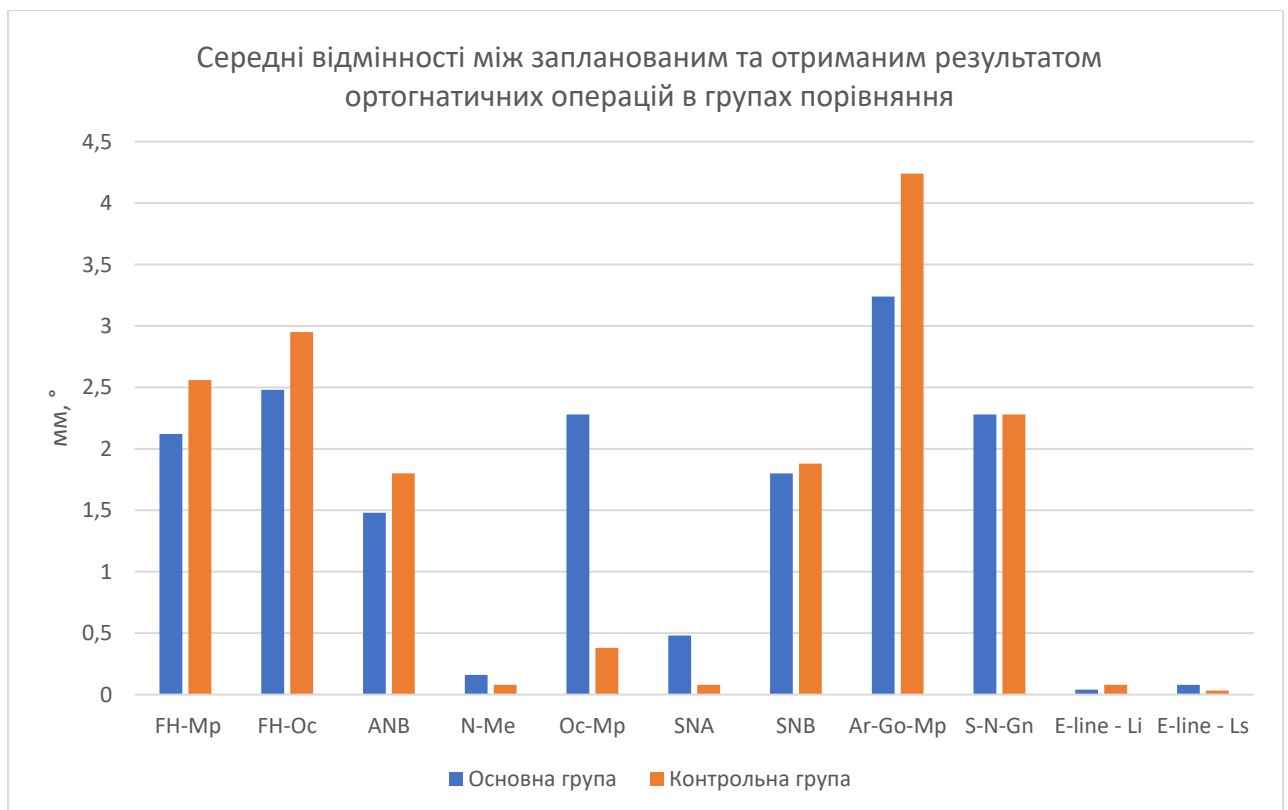


Рис. 5.3. Середні величини невідповідностей між запланованим та отриманим результатом ортогнатичних операцій в групах порівняння

Співставлення віртуальних моделей кісток і м'яких тканин обличчя, що відображали запланований та отриманий результат в форматі stl підтвердило високу точність та передбачуваність ортогнатичних операцій. Медіанне значення відхилення точок між запланованим та отриманим результатом склало 0,2 мм ($-0,2 \div 0,4$ мм) для кісткових структур рис.5.4. і 0,6 мм ($-4 \div 1,5$ мм) для м'яких тканин рис.5.5.

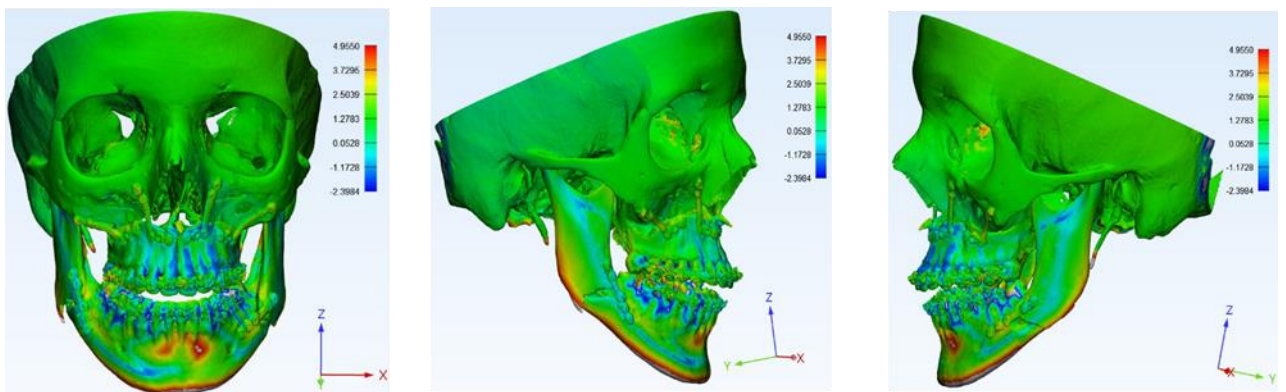


Рис. 5.4. Співставлення спланованих та отриманих результатів ортогнатичної операції. Девіації відповідних точок моделі кісток лицевого черепа представлені в формі кольорових градієнтів.

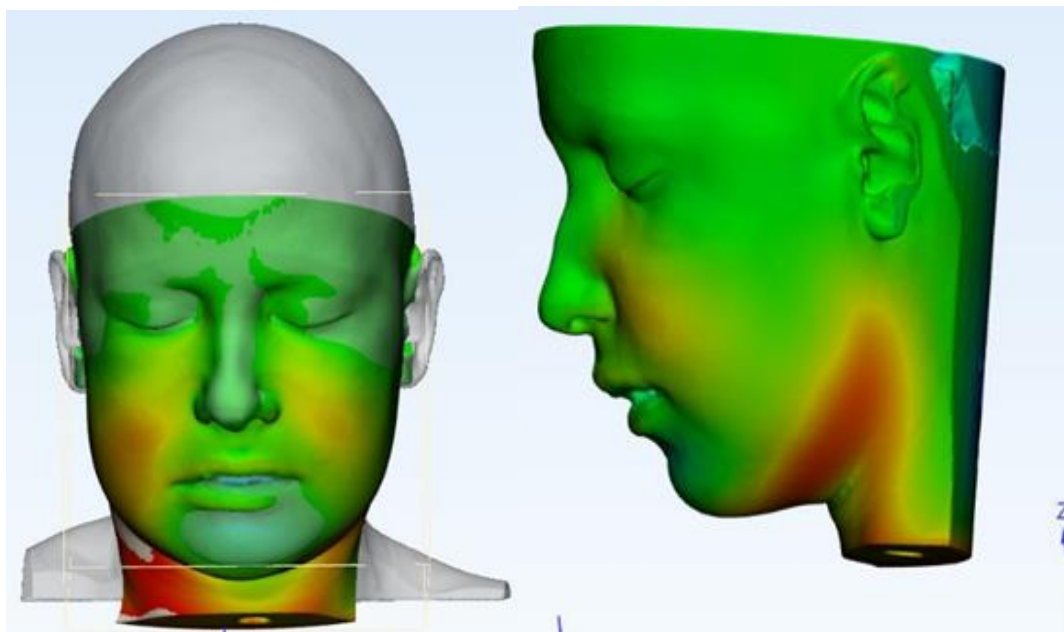


Рис. 5.5. Співставлення спланованих та отриманих результатів ортогнатичної операції. Девіації відповідних точок моделі м'яких тканин обличчя представлені в формі кольорових градієнтів

При цьому слід враховувати, що відхилення точок на різних ділянках мали різний знак, отже, аналіз середньої/медіанної девіації не завжди відображав реальну величину неспівпадіння, але чітко відображав механізм його утворення при переміщенні фрагментів кісток обличчя в 3-х площинах. Більш інформативним з точки зору визначення ступеню неточності виявлялися максимальні відхилення, що для кісткових структур коливались в межах 4-6 мм. При цьому здебільшого, значні девіації виникали на ділянках проведення остеотомій в естетично не важливих зонах, отже клінічне значення максимального відхилення могло бути різним у різних пацієнтів.

Визначення максимальних відхилень для м'яких тканин виявилось малоінформативним з наступних причин: 1) похибка пов'язана із післяопераційним набряком і гематомами, 2) недосконалість комп'ютерних алгоритмів моделювання запланованого результату відносно м'яких тканин, 3) вплив стану м'язів та положення голови.

Величина максимальних девіацій для м'яких тканин коливалась в межах від 6 до 11 мм, їх переважно відзначали в підщелепній ділянці та на ділянці шийно-підборідного кута, зміна якого не може бути точно спрогнозована алгоритмами застосованих програмних комплексів.

Таким чином, встановлено, що при проведенні ортогнатичних втручань, як у хворих із наявним ТД, 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 Franchi L, Vaccetti T., 2005 [110]; Gogna N, Johal AS, Sharma PK, 2020 [117]; Karabiber G, Yilmaz HN., 2021 [154]; Loriato L, Ferreira CE., 2020 [184], Betts NJ. et al., 1995 [275]. 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.

Девіації 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.

За даними Hsu SS-P, et al. 2013 [140], Tonin RH, et al., 2020 [257] трансляційні відмінності менше 2 мм і ротаційні менше 4° вважаються клінічно не значимими. Для серединної лінії допустима величина відхилення є меншою і становить до 1 мм. З цієї точки зору, ортогнатична хірургія проведена за цифровим протоколом демонструвала високу ефективність, а незначні девіації та невідповідності запланованого і отриманого результату, значною мірою могли бути скоректовані на посстхірургічному ортодонтичному етапі.

У дослідженій нами серії задовільні результати по таких параметрах, як ANB та NMe були досягнуті у всіх хворих, а відстані верхньої та нижньої губи до E-line були відтворені на прийнятному рівні у 88 %. За іншими параметрами невідповідності, що виходили за межі референтного діапазону, відзначали частіше: FHMp – 8 %, FHOc – 12 %, SNGn – 16%. Найбільш часто великі

невідповідності відзначали при відтворенні кута Ar-Go-Mp – 32 %.

При цьому при статистичному аналізі було встановлено, що відмінності в отриманих параметрах і невідповідності запланованого і отриманого результату у пацієнтів основної та контрольної груп 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 щелеп в правильному оклюзійному положенні на етапі проведення хірургічного втручання. При застосуванні піднебінних дистракторів розширення відбувалось переважно за рахунок скелетного компонента 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 і 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, які не мали ТД ВЩ і не потребували розширення.

Серед обмежень даного дослідження, що враховували при подальшому аналізі та узагальненні - негомогенність досліджених груп з точки зору характеру скелетної аномалії: хворі відрізнялись за скелетним класом, типом росту та наявністю відкритого/глибокого прикусу. У 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. Крім того, за даними літератури результати лікування і складність точного відтворення запланованого результату може залежати від типу наявної аномалії. Отже,

дослідження впливу розширення ВЩ окремо для різних скелетних класів та підкласів може бути одним із напрямків подальших досліджень.

Висновки до розділу 5

1. Ортогнатична хірургія, виконана за повним цифровим протоколом після проведення прехірургічної ортодонтичної підготовки, характеризується високим рівнем точності і прогнозованості: медіанне значення відхилення точок між запланованим та отриманим результатом склало 0,2 мм ($-0,2 \div 0,4$ мм) для кісткових структур і 0,6 мм ($-4 \div 1,5$ мм) для м'яких тканин.

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 МР, демонстрували більшу невідповідність запланованого та отриманого результату.

3. При проведенні ортогнатичних операцій, невідповідності між віртуальним планом і отриманим клінічним результатом не перевищували 4° для кутових параметрів і 2 мм для лінійних параметрів за такими показниками, як кут ANB та відстань NMe у 100% хворих. Похибка у відтворенні відстані від верхньої та нижньої губи до E-line була менше 2 мм у 88% пацієнтів. За іншими параметрами невідповідності, що виходили за межі референтного діапазону, відзначали частіше: FHMp – 8 %, FHOc – 12 %, SNGn – 16%. Найбільш часто великі невідповідності виникали при відтворенні кута Ar-Go-Mp – 32 %, при цьому середня девіація по групі склала $4 \pm 1,5^\circ$.

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.

5. Проведення SARME на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки не супроводжується збільшенням ризику післяопераційних ускладнень та виникненням будь-яких додаткових технічних складностей при проведенні двощелепних ортодонтичних втручань за стандартним протоколом.

РОЗДІЛ 6.

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Зубощелепні аномалії і деформації є важливою медико-соціальною проблемою, у зв'язку зі значним поширенням (33,7-74% і більше) та суттєвим впливом на якість життя пацієнтів [212, 241]. Найбільше значення серед них мають скелетні форми аномалій, що спричиняють виразний естетичний та функціональний дефіцит і, в більшості випадків, не можуть бути усунені лишень ортодонтичними методами, навіть за умови своєчасного призначення відповідної терапії [4, 5, 45]. Потреба в ортогнатичних втручаннях серед пацієнтів із ортодонтичною патологією становить 5-15% і більше [43, 49, 172].

Структура зубощелепних аномалій суттєво відрізняється в різних етносоціальних групах. При цьому більшість авторів погоджуються, що скелетні форми аномалій ВЩ суттєво переважають над аномаліями НЩ (становлять близько 70%), і переважно представлені її недорозвиненням в сагітальній та трансверзальній площині [14, 15, 150].

Оцінка параметрів обличчя та лицевого черепа, що характеризують його ріст, розвиток, формування профілю та оклюзії в ортодонтії є важливим елементом діагностики, планування та реалізації лікувальних стратегій, а також контролю отриманого результату на основі об'єктивних та уніфікованих критеріїв [35]. Визначення наявності і виразності ТД є важливим з точки зору адекватного і своєчасного лікування. Це є необхідною передумовою корекції супутніх сагітальних та вертикальних аномалій та деформацій, нормалізації росту щелеп та оклюзійних співвідношень в дитячому і підлітковому віці, а у дорослих пацієнтів є запорукою успішного проведення ортогнатичного втручання і досягнення стабільного в часі результату.

ТД ВЩ зустрічається приблизно у 10-23% в популяції [59, 66, 106, 168, 189]. При цьому у пацієнтів дорослого віку, що звертаються для проведення ортогнатичних втручань, його частота є значно більшою (перевищує 30%) [143].

Відомо, що ТД ВЩ рідко виникає ізольовано: зазвичай він поєднується із вертикальними чи сагітальними аномаліями і має з ними спільний етіопатогенез [207]. Взаємозв'язки сагітальних аномалій II та III класу із вертикальними порушеннями росту і розвитку, а також формуванням відкритого або глибокого прикусу, добре вивчені і детально описані в літературі, натомість питання взаємозв'язку між виразністю сагітальної/вертикальної аномалії та ТД щелеп є недостатньо вивченим.

У роботах багатьох авторів було показано, що оцінка моделей на основі індексів Pont's, Schwarz & Gratzinger, McNamara's rule of thumb, Korkhaus' index and Howe's Index не була достатньо точними для визначення реальної величини [93, 205, 255]. Одна з основних проблем індексної оцінки полягала в тому, що трансверзальні виміри, прив'язані до коронок зубів, не враховували буколінгвальну інклинацію їх коренів, що може маскувати реальний скелетний дефіцит, особливо у пацієнтів, яким раніше проводили ортодонтичне лікування. Методи рентгенологічної оцінки, що дозволяють вивчати скелетний компонент деформації виявились більш надійними та відтворюваними [143, 173].

У 1990-х роках метод фронтальної ТРГ вважався найбільш доступним і надійним додатковим методом діагностики ТД. Водночас відомо, що традиційні методи 2D візуалізації мають певні обмеження, що впливають на точність визначення анатомічних орієнтирів та зумовлюють появу оператор-залежних похибок при проведенні вимірювань, крім того, горизонтальні повороти голови при проведенні дослідження суттєво позначаються на його точності [77, 207, 214, 224, 253, 254]. Використання методів 3D цефалометрії на основі даних КТ, позбавлено вказаних технічних недоліків і забезпечує більшу точність, як у визначенні анатомічних орієнтирів та у вимірюванні відстаней і кутів [25].

На першому етапі дисертаційної роботи в ретроспективному крос-секційному дослідженні нами було вивчено розповсюдженість, клінічні прояви та виразність ТД ВЩ у пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу, що звертались до Центру щелепно-лицевої хірургії та стоматології КНП КОР КОКЛ для проведення ортогнатичних операцій. Крім того, на цьому етапі

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

У результаті виконання даного етапу, нами були визначені підходи до діагностики і ортодонтичної корекції ТД ВЩ у пацієнтів із складними комбінованими формами аномалій і деформацій лицевого черепу, а також оцінена потреба у розширенні ВЩ на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки.

У літературі існує всього декілька досліджень присвячених даному питанню. Так, Baik HS, 1995 [44]; Tollaro I, Vaccetti T, 1996 [256]; Franchi L, Vaccetti T., 2005 [110], та ін., проводили трансверзальні виміри ВЩ і НЩ у пацієнтів із різними типами сагітальних співвідношень щелеп за даними 2D рентгенографії (латеральна та фронтальна ТРГ) та на діагностичних моделях у пацієнтів дитячого та підліткового віку. Ці дослідження продемонстрували ознаки ТД у більшості пацієнтів II класу в змінному та постійному періоді прикусу [110]. У пацієнтів III класу невідповідність трансверзальних розмірів щелеп знаходила лиш непряме підтвердження в роботах авторів, що застосовували швидке розширення піднебіння у поєднанні із лицевою маскою для лікування цієї патології. Тільки в одному дослідженні Hwang S et al., 2018 [142] автори порівнювали результати трансверзальних вимірювань при різних сагітальних співвідношеннях щелеп на основі аналізу 3D зображень у дорослих осіб. Водночас, на етапі формування клінічних груп вони виключали важкі форми скелетних аномалій та пацієнтів із ознаками перехресного прикусу, концентруючись на вивченні питання «скритих» форм ТД, які важко діагностувати клінічно. Автор встановив наявність певних взаємозв'язків між скелетним класом і сагітальними параметрами лицевого черепу та наявним ТД [142, 273]. Водночас отримані дані не можуть бути безпосередньо

екстрапольовані на пацієнтів із важкими формами скелетних аномалій прикусу, що були об'єктом даного дослідження.

Відомо, що у пацієнтів, які потребують ортогнатичних операцій виразність деформації нерідко є значною, прояви перехресного прикусу в бокових відділах досить поширеними, а етіопатогенетичний зв'язок між трансверзальними та сагітальними/вертикальними компонентами аномалії, що носять виразно патологічний характер суттєво відрізняється від пацієнтів, досліджених в роботі Hwang S., et al., 2018 [142]. За нашими даними, ТД у таких хворих є поширеним, а визначення його взаємозв'язків із сагітальними та вертикальними параметрами має не стільки діагностичне значення, скільки визначає послідовність і обсяг необхідних лікувальних засобів, в тому числі потребу в хірургічно асистованому розширенні верхньої щелепи (SARME).

Ознаки перехресного прикусу та невідповідності трансверзальних розмірів ВЩ та НЩ були притаманні пацієнтам як з II, так і III класом. Серед всіх досліджених пацієнтів зі скелетними формами сагітальних аномалій, частота перехресного прикусу становила 21%, натомість прямі та непрямі ознаки невідповідності верхнього і нижнього зубних рядів (різниця між шириною НЩ і ВЩ на рівні біфуркації I молярів понад 5 мм), звуження ВЩ, скупченість і протрузія верхніх фронтальних зубів виявляли у 74% спостережень.

На значну частку скритих форм ТД вказують багато авторів. Нерідко у пацієнтів II і III класу (мимовільно або внаслідок проведеного ортодонтичного лікування) виникає зубо-альвеолярна компенсація за рахунок нахилу та зміщення молярів та премолярів. У таких випадках навіть за відсутності перехресного прикусу і забезпечення множинного фісурно-горбикового співвідношення на молярах існує значний ризик пародонтальних проблем в майбутньому, а жувальне навантаження розподіляється в неоптимальний спосіб. Усі пацієнти, що увійшли в дане дослідження, в анамнезі проходили те чи інше ортодонтичне лікування в різні вікові періоди, здебільшого спрямоване на камуфляж чинної зубо-щелепної аномалії, з чим ми пов'язували велику частоту

скритих форм ТД, і низьку інформативність трансверзальних вимірів, що базувались на зубних референтних точках [215].

Поширеність трансверзальних та вертикальних порушень залежала від типу сагітальної аномалії (скелетний клас). У пацієнтів III скелетного класу порівняно з II класом вірогідно частіше відзначали вертикальний тип росту (93,8% проти 25%, $p < 0.001$), відкритий прикус (75% проти 25%, $p < 0.001$) та перехресний прикус (37,5% проти 13,2%, $p < 0.01$). Глибокий прикус натомість частіше зустрічався у пацієнтів II класу (42,6% проти 3,1%, $p < 0.001$)

При цьому значення трансверзальних параметрів могли сильно варіювати в межах кожного з цих класів. З 11 вимірювань, що характеризували трансверзальні параметри обличчя, вірогідні відмінності між пацієнтами II та III класу були виявлені лише для різниці між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації I моляру. Цей параметр, який має велике прикладне значення, ми розглядали, як один з основних в діагностиці трансверзальних порушень та невідповідностей.

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

Найбільша кількість вірогідних зв'язків для пацієнтів обох класів була визначена між висотою обличчя (N-Me) та параметрами, що характеризують

його ширину. Натомість кути, що визначають сагітальне положення ВЩ і НЩ відносно основи черепа (SNA, SNB), кут НЩ, нахил оклюзійної та мандибулярної площин відносно франкфуртської горизонталі не виявили вірогідних кореляцій із жодним із трансверзальних вимірів.

При аналізі трансверзальних параметрів у пацієнтів із різними скелетними класами і різними типами росту лише один – різниця між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації перших молярів, демонстрував вірогідні відмінності (його медіанне значення було в 2,6 рази більшим у пацієнтів III класу ($p < 0,05$) і в 2,7 рази у пацієнтів із вертикальним типом росту ($p < 0,05$). Для вертикального типу росту була також характерна менша ширина ВЩ на ділянці біфуркації ПВМ ($p < 0,05$). При цьому обидва ці показники не визначали наявності перехресного прикусу у досліджених хворих. Вірогідні відмінності між пацієнтами з та без перехресного прикусу були відзначені для 2 трансверзальних вимірів – відстані між дистальними щічними горбиками нижніх I молярів та ширини НЩ на ділянці біфуркації нижнього I моляру. Для глибокого прикусу була притаманна вірогідно менша ширина обличчя на рівні Z-Z та ширина НЩ на рівні біфуркації коренів першого нижнього моляру, а для пацієнтів із відкритим прикусом – вірогідно більша відмінність між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації перших молярів.

Трансверзальні параметри у вибірці, в цілому, були пов'язані між собою кореляційними зв'язками середньої сили. Так, за нашими даними, ширина НЩ на рівні біфуркації I молярів залежала, як від типу сагітальної аномалії, так і від параметрів, що характеризують ширину НЩ (CoR-CoL, GoR-GoL) і ширину обличчя в цілому (ZR-ZL), крім того, вона впливала на міжмолярну відстань (MoR-MoL). Натомість параметри, що характеризують трансверзальні розміри ВЩ у пацієнтів дослідженої серії, не корелювали із показниками латеральної цефалограми, а її ширина на ділянці основи альвеолярного відростка (ArMoUR-ArMoUL) та його вершини (BifMoLR- BifMoLL) не залежала і від ширини обличчя, визначеної за відстанями CoR-CoL, GoR-GoL ZR-ZL. Вірне уявлення про розміри ВЩ, що визначали стратегію розширення у пацієнтів дорослого віку

зі скелетними формами аномалій прикусу, у зв'язку з цим вимагало проведення низки вимірів на різних рівнях (основа щелепи, вершина альвеолярного відростку, міжмолярна відстань, а також їх співставлення із шириною НЩ та середньої зони обличчя на рівні вилиць та/або орбіт).

Слід зазначити, що важливим негативним наслідком ТД ВЩ є звуження носової порожнини, що супроводжується порушеннями носового дихання і може сприяти розвитку синдрому обструктивного апное уві сні [29, 364]. Нами було відзначено, що відстань NcR-NcL, яка визначає ширину грушовидного отвору, була вірогідно пов'язана, як із шириною середньої зони обличчя (відстань ZR-ZL) так і з шириною тіла ВЩ (відстань JR-JL), водночас вона не була пов'язана із жодним з сагітальних чи вертикальних параметрів, що досліджувались.

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

Спираючись на результати цефалометричних досліджень про поширення та виразність різних типів трансверзальних аномалій у пацієнтів, що потребують ортогнатичної хірургії, на другому етапі роботи ми розглянули можливості застосування різних підходів до розширення ВЩ у пацієнтів цієї категорії.

На сьогоднішній день питання розширення ВЩ у дорослих осіб зі скелетними формами аномалій прикусу є предметом активного професійного обговорення, при чому думки дослідників з цього приводу залишаються контроверсійними. Сама по собі необхідність розширення ВЩ у пацієнтів із сагітальними та/або вертикальними аномаліями прикусу, що поєднуються із ТД, не викликає сумнівів у більшості авторів, оскільки воно дозволяє збільшити розміри зубного ряду і провести правильну 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 однак є питання способу розширення, режиму активації ортодонтичної апаратури та забезпечення стабільного результату в часі. Можливості ортодонтичного розширення назубними апаратами RME у дорослих осіб, ставиться під сумнів багатьма авторами, в зв'язку із збільшенням супротиву кістки на ділянці піднебінного шва, що піддається окостенінню та збільшенню опору кістки на ділянці сформованих контрфорсів середньої зони обличчя. Натомість інші автори вказують на можливість застосування знімної та незнімної апаратури у даної категорії пацієнтів, вказуючи на те, що ступінь ТД може бути незначним або помірним, 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.

Автори також вказують на доцільність адаптації режимів ортодонтичного навантаження до наявних клініко-анатомічних умов. 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 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 пародонтальних проблем в зоні інтересу. У 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.

У нашій роботі можливості зазначених методів розширення вивчались в порівняльному аспекті у складній категорії дорослих пацієнтів, що мали скелетні форми сагітальних аномалій прикуса (як II, так і III класу, в тому числі 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.

У проспективному контрольованому дослідженні без рандомізації нами було досліджено можливості та ефективність застосування знімної та незнімної ортодонтичної апаратури, в тому числі апаратів власної конструкції (Патент України №153502) [6], а також хірургічно-асистованого розширення ВЩ із використанням піднебінних дистракторів для корекції ТД ВЩ в ході прехірургічної ортодонтичної підготовки.

Особливістю методології, застосованої на даному етапі, була диференційована оцінка скелетного та зубо-альвеолярного компонентів розширення ВЩ при застосуванні різних лікувальних підходів.

Усі 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.

Бажана величина розширення і прийнятні клінічні результати були досягнуті в 92-96% пролікованих пацієнтів. 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, а найменшим в II групі – $1,93 \pm 0,2$ мм та $1,96 \pm 0,3$ мм відповідно. У 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 на $8,02 \pm 5,3$ мм ($U=84,000$ $p<0.05$).

Збільшення співвідношення ширини ВЩ і НЩ на рівні фуркації перших молярів було вірогідно більшим при застосуванні SARME і становило $6,5 \pm 3,09$ мм проти $1,6 \pm 0,75$ мм при застосуванні апарату RME та $1,12 \pm 0,66$ мм при застосуванні знімних апаратів ($p<0.05$). При зміщенні кісткових фрагментів під дією дистрактору відбувалось клінічно і рентгенологічно підтвержене

розходження піднебінного шва, що супроводжувалось утворенням діастеми між центральними різцями, яка сягала 7-9 мм, а в середньому становила $7,8+0,96$ мм. У ході подальшого лікування на брекет системі діастему закривали за допомогою ортодонтичних пружин та еластичного ланцюжка. Обов'язковою умовою для закриття діастеми було корпусне переміщення центральних різців, щоб корені по відношенні 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 Bortolotti F et al., 2020 [63] та Bucci R, D'Antò V, et al. 2016 [67].

На відміну від Bortolotti F ми не спостерігали скелетного розширення в дослідженій когорті пацієнтів при застосуванні апаратів RME та знімної ортодонтичної апаратури, навіть при неповному або відсутньому окостенінні піднебінного шва. Усі 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 Bortolotti F. et al., 2020 [63] та Bucci R, D'Antò V, et al. 2016 [67], що могло бути недостатнім для розриву частково-окостенілого піднебінного шва. Натомість

розширення піднебінним дистрактором відбувалось, майже виключно за рахунок кісткового компонента, на відміну від даних Bortolotti F. et al., 2020 [63] та Buccì R, D'Antò V, et al. 2016 [67], 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 накістну фіксацію, 2) усуненням точок резистентності кістки при проведенні її остеотомії за ЛеФор І та 3) можливістю повністю скорегувати ротаційний компонент переміщення кісткових фрагментів в ході подальшого ортодонтичного лікування брекет системою.

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.

Проведене дослідження має низку обмежень: 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. У роботі не вивчалась стабільність отриманих результатів в часі та особливості ведення ретенційного періоду, оскільки в пацієнтів, які були включені в дослідження, розширення ВЩ представляло собою підготовчий етап до проведення ортогнатичних операцій. Ці питання визначають можливі напрямки подальших наукових досліджень проблеми розширення ВЩ при скелетних формах її аномалій.

Зважаючи, що розширення ВЩ ми проводили виключно в рамках прехірургічної ортодонтичної підготовки у пацієнтів, що потребували ортогнатичних втручань, на третьому, заключному етапі роботи в проспективному контрольованому дослідженні нами було вивчено вплив SARME на ефективність проведення таких операцій. Для цього нами було вивчено результати ортогнатичних операцій, у пацієнтів з ТД ВЩ, яким на

прехірургічному етапі проводили хірургічно асистоване розширення ВЩ (SARME) у порівнянні з пацієнтами, що не мали ТД, або він був усунений раніше традиційною ортодонтичною апаратурою. Відповідно до результатів попередніх етапів роботи, саме (SARME) є основним методом ліквідації ТД ВЩ при важких скелетних формах зубощелепних аномалій. При цьому, в якості основного критерію ефективності ортогнатичних втручань виступали невідповідності між віртуально-створеним планом операції та реально досягнутим результатом, який оцінювали за даними післяопераційного КТ. Співставлення віртуального плану проводили за базовими цефалометричними параметрами, що були визначені на першому етапі роботи, а також методами комп'ютерного моделювання при співставленні віртуальних моделей кісток та м'яких тканин обличчя, що відображали відповідно запланований та отриманий результат.

Відмінною особливістю проведених на цьому етапі досліджень було застосування повного цифрового протоколу планування і реалізації ортогнатичних операцій, що базувався на проведенні до і післяопераційної 3D цефалометрії та виготовленні оклюзійних сплінтів та/або навігаційних шаблонів із використанням CAD/CAM технологій.

У 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 воно 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 [277].

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 в 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 є утрудненим або неможливим. У дорослих осіб скелетні форми трансверзального дефіциту важко піддаються лікуванню через знижений потенціал росту і перебудови кістки, осифікацію та інтердигітацію піднебінного шва та збільшення опору ортодонтичному розширенню з боку кісткових структур (контрфорсів ВЩ).

Апарати механічної дії (типу RME), що демонструють високу ефективність у пацієнтів дитячого віку, за нашими даними, у пацієнтів дорослого віку мають суттєві обмеження і можуть бути застосовані для невеликого, переважно зубо-альвеолярного розширення. При значному ТД ВЩ застосування знімної та незнімної ортодонтичної апаратури із опорою на зуби може призводити до надмірного нахилу та вестибулярного зміщення зубів, що супроводжується втратою вестибулярної стінки альвеоли та формуванням рецесії ясен. У 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, у тому числі із розсіченням піднебінного шва та формуванням декількох сегментів кістки, які в подальшому співставляються в новому, анатомічно правильному положенні, а діастази між фрагментами заповнювались аутологічними кістковими трансплантатами, для покращення стабільності і оптимізації репаративної регенерації кістки. Він практично виключає можливість ефективної прехірургічної підготовки зубних

дуг: більшість ортодонтичних переміщень виконується в післяопераційному періоді. Крім того, подібний підхід збільшує операційні ризики, серед яких можливість глибоких судинних розладів із некротизацією сегментів кістки [102, 108, 171, 269], 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 кісткових сегментів найменш передбачуваним переміщенням в ортогнатичній хірургії. Беручи до уваги вказані недоліки, можливості застосування даного підходу в нашій роботі не розглядалися.

Методика SARME позбавлена вказаних недоліків і демонструє високу ефективність у розширенні верхньої зубної дуги у дорослих осіб, як було продемонстровано в наших попередніх дослідженнях, натомість її вплив на ефективність наступних ортогнатичних операцій практично не вивчався. З точки зору високо прецензійної 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: 1) можливість достатнього скелетного розширення для розміщення бокових та фронтальних зубів в правильному положенні на прехірургічному етапі, 2) співвідношення зубо-альвеолярного та скелетного компонентів при розширенні ВЩ, 3) необхідність проведення остеотомій в зоні майбутнього втручання і перебіг репаративних процесів, що може змінювати топографію та властивості кістки на цій ділянці, 4) 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. Нами було встановлено, що при проведенні ортогнатичних втручань, як у хворих із наявним ТД, 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 [40, 124,251]

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 задавалась кутом SNA) при використанні навігаційних шаблонів і сплїнтів 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.

За даними ряду авторів, трансляційні відмінності менше 2 мм і ротаційні менше 4° можна вважати клінічно не значимими [251]. Для серединної лінії допустима величина відхилення є меншою і становить менше 1 мм. З цієї точки зору невідповідності між віртуальним планом і отриманим клінічним результатом перебували в межах референтних значень за такими показниками, як кут ANB та та відстань NMe у 100% хворих. Похибка у відтворенні відстані від верхньої та нижньої губи до E-line була менше 2 мм у 88% пацієнтів. За іншими параметрами, невідповідності, що виходили за межі референтного діапазону, відзначали частіше: FHMp – 8 %, FHOc – 12 %, SNGn – 16%. Найбільш часто великі невідповідності виникали при відтворенні кута Ar-Go-Mp – 32 %.

Таким чином, ортогнатична хірургія проведена за цифровим протоколом демонструвала високу ефективність (медіанне значення відхилення відповідних точок (вузлів моделі) між запланованим та отриманим результатом склало 0,2 мм (-0,2÷0,4 мм) для кісткових структур і 0,6 мм (-4÷1,5 мм).

Незначні девіації на невідповідності запланованого і отриманого результату, в більшості випадків 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 $8,02 \pm 5,3$ 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- і 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 характеру скелетної аномалії: хворі відрізнялись за скелетним класом, типом росту та наявністю відкритого/глибокого прикусу. У 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. Крім того, відомо, що 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.

Таким чином, 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 контрольованими цефалометричними показниками (кут ANB та відстань N-Me) не перевищували 4° або 2 мм для лінійних параметрів у 100 % хворих.

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 $4^\circ \pm 1,5^\circ$)

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.

Проведення SARME на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки не супроводжувалось збільшенням ризику післяопераційних ускладнень та виникненням будь яких додаткових технічних складнощів при проведенні

двощелепних ортодонтичних втручань за стандартним протоколом, що дозволяє рекомендувати вказану методику для широкого клінічного застосування.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота вирішувала актуальну прикладну задачу – підвищення ефективності комплексного лікування пацієнтів із скелетними формами аномалій та деформацій лицевого черепа за рахунок використання цифрових методів діагностики, планування та реалізації лікувальних заходів, а також удосконалення протоколів розширення ВЩ на етапі прехірургічної ортодонтичної підготовки.

1. У пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами сагітальних та вертикальних аномалій прикусу, що потребують хірургічного лікування, перехресний прикус зустрічається у 21% випадків, при цьому непрямі ознаки ТД ВЩ сягають 74% і притаманні як пацієнтам із II, так і з III класом. Поширеність трансверзальних і вертикальних аномалій залежить від типу сагітальної аномалії: у пацієнтів III скелетного класу порівняно з II класом вірогідно частіше відзначали вертикальний тип росту (93,8% проти 25%, $p < 0.001$), відкритий прикус (75% проти 25%, $p < 0.001$) та перехресний прикус (37,5% проти 13,2%, $p < 0.01$). Глибокий прикус натомість частіше зустрічався у пацієнтів II класу (42,6% проти 3,1%, $p < 0.001$).

2. У пацієнтів із різними скелетними класами вірогідні відмінності були виявлені лише для різниці між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації перших молярів: її медіанне значення було в 2,6 рази більшим у пацієнтів III класу ($p < 0,05$) і в 2,7 рази більшим у пацієнтів із вертикальним типом росту ($p < 0,05$). Для вертикального типу росту була також характерна менша ширина ВЩ на ділянці біфуркації ПВМ ($p < 0,05$). При цьому обидва ці показники не визначали наявності перехресного прикусу у досліджених хворих. Для глибокого прикусу була притаманна вірогідно менша ширина обличчя на рівні Z-Z та ширина НЩ на рівні біфуркації коренів першого нижнього моляру, а для пацієнтів із відкритим прикусом – вірогідно більша відмінність між шириною НЩ та ВЩ на ділянці біфуркації перших молярів.

3. Сагітальні, трансверзальні та вертикальні компоненти скелетних аномалій прикусу пов'язані між собою і взаємно обумовлюють одна одну. При цьому існують суттєві відмінності в характері кореляційних залежностей між трансверзальними і сагітальними параметрами пацієнтів II і III класу: так, кут ANB, демонстрував зворотну кореляцію із шириною середньої зони обличчя і шириною НЩ при III класі ($p < 0,05$) і не впливав на трансверзальні показники у пацієнтів II класу. Найбільша кількість вірогідних зв'язків для пацієнтів обох класів була визначена між висотою обличчя (N-Me) та параметрами, що характеризують його ширину. Натомість кути, що визначають сагітальне положення ВЩ і НЩ відносно основи черепа (SNA, SNB), кут НЩ, нахил оклюзійної та мандибулярної площин відносно франкфуртської горизонталі не виявили вірогідних кореляцій із жодним із трансверзальних вимірів. Параметри, що характеризують трансверзальні розміри ВЩ, не корелювали із показниками латеральної цефалограми, а її ширина на ділянці основи та вершини альвеолярного відростка не залежала і від ширини обличчя, визначеної за відстанями CoR-CoL, GoR-GoL та ZR-ZL.

4. 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 ($7,7 \pm 1,83$ 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.

5. В усіх випадках застосування знімних та незнімних ортодонтичних апаратів розширення ВЩ 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 ширини ВЩ на рівні верхівок піднебінних коренів ВПМ на $8,02 \pm 5,3$ 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 відмінності ширини ВЩ і НЩ на рівні фуркації перших молярів було вірогідно більшим при застосуванні SARME і становило $6,5 \pm 3,9$ мм проти $1,6 \pm 0,75$ мм при застосуванні апарату RME та $1,12 \pm 0,66$ мм при застосуванні знімних апаратів ($p < 0.05$).

6. Ортогнатична хірургія виконана за повним цифровим протоколом після прехірургічної ортодонтичної підготовки характеризується високим рівнем точності і прогнозованості: медіанне значення відхилення відповідних точок (вузлів моделі) між запланованим та отриманим результатом склало $0,2$ мм ($-0,2 \div 0,4$ мм) для кісткових структур і $0,6$ мм ($-4 \div 1,5$ мм). 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 МР демонстрували більшу невідповідність.

7. При проведенні ортогнатичних операцій, невідповідності між віртуальним планом і отриманим клінічним результатом не перевищували 4° для кутових параметрів і 2 мм для лінійних параметрів за такими показниками, як кут ANB та відстань NMe у 100% хворих. Похибка у відтворенні відстані від верхньої та нижньої губи до E-line була менше 2 мм у 88% пацієнтів. За іншими параметрами невідповідності, що виходили за межі референтного діапазону, відзначали частіше: FHMp – 8 %, FHOc – 12 %, SNGn – 16%. Найбільш часто великі невідповідності виникали при відтворенні кута Ar-Go-Mp – 32 %, при цьому середня девіація по групі склала $4 \pm 1,5^\circ$.

8. Прехірургічне розширення ВЩ методом SARME із використанням скелетного дистрактору Smile distractor (Titamed, Бельгія) дозволяло встановити зуби в оптимальному/допустимому положенні у всіх пацієнтів основної групи, а ефективність проведення ортогнатичних операцій, спрямованих на усунення сагітальних та вертикальних аномалій прикусу за повним цифровим протоколом, визначена на основі розрахунку невідповідностей між запланованим та

отриманим результатом вірогідно не відрізнялась від пацієнтів контрольної групи, що на початку ортодонтичної підготовки не мали ознак ТД. Проведення SARME не супроводжувалось збільшенням ризику післяопераційних ускладнень та виникненням будь-яких додаткових технічних складностей при проведенні двощелепних ортогнатичних втручань.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Планування та контроль ефективності ортогнатичних операцій слід проводити на основі даних 3D цефалометрії, що включає аналіз сагітальних, вертикальних та трансверзальних параметрів за даними КТ пацієнта. При цьому сагітальні та вертикальні параметри доцільно вивчати в режимі латеральної цефалограма, проєктуючи референтні точки на серединно-сагітальну площину, а вивчення ступеню асиметрії та трансверзальних порушень проводити безпосередньо на 3D зображенні.

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

3. 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, в тому числі із проведенням дисталізації верхніх молярів і премолярів за допомогою розробленого нами пристрою (Патент №153502). Натомість складні випадки із скелетними формами ТД і потребою в розширенні більше 6 мм вимагають обов'язкового застосування SARME.

4. Для того, щоб забезпечити розширення ВЩ за рахунок базального компоненту (скелетне розширення) та зменшити величину корпусного переміщення та/або нахилу зубів у пацієнтів дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу при виконанні SARME, розсічення піднебінного шва слід поєднувати із остеотомією всіх вертикальних контрфорсів ВЩ на рівні Ле Фор I, а для розведення кісткових фрагментів застосовувати піднебінні дистрактори із накістковою фіксацією.

5. Проведення прехірургічної ортодонтичної підготовки із розширенням ВЩ за методом SARME не має негативного впливу на точність та

технічну складність ортогнатичних втручань, не асоціюються з більшою частотою ускладнень, а також не потребує зміни протоколу хірургічного втручання, проведеного на другому етапі лікування.

6. Застосування цифрового протоколу діагностики і лікування скелетних форм аномалій прикусу у дорослих осіб на основі даних КТ, цифрових моделей зубних рядів, віртуальної симуляції хірургічних втручань та CAD/CAM технологій, забезпечує високу точність реалізації плану лікування. При цьому застосування прямих інтраопераційних вимірів та оклюзійних сплінтів дозволяє забезпечити лінійну похибку до 2 мм і кутові до 4° у більш як 85% для таких параметрів, як кут ANB, відстань NMe, E-line, кут SNA, що задаються лінійними переміщеннями щелеп, натомість контроль ротаційних переміщень кісткових фрагментів, що визначають параметри FHMp, FHOc, SNGn та Ar-Go-Mp вимагає застосування складніших технік, зокрема застосування репозиційних шаблонів із накістковою опорою та пацієнт-специфічних фіксаторів.

7. Застосування методів комп'ютерної симуляції та віртуального співставлення моделей кісток і м'яких тканин, що відповідають запланованому і отриманому анатомічному результату із визначенням середньої і максимальної девіації точок/вузлів моделей дозволяє оцінити ефективність хірургічного втручання та визначити план післяопераційного ортодонтичного лікування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Астапенко ОО. Хірургічне лікування верхньої мікрогнатії, що супроводжується звуженням зубних рядів: автореф. дис... канд. мед. наук: 14.01.22; Національний медичний ун-т ім. О.О.Богомольця. Київ, 2000, 18.
2. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації. Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження: декларація; Всесвітня медична асоціація від 01.06.1964. Редакція від 01.10.2008. Доступно з: https://zakon.rada.gov.ua/go/990_005
3. Дорошенко С.І., Кульгінський Є.А., Ієвлева ЮВ. Розповсюдженість зубощелепних аномалій та деформацій, а також дефектів зубів та зубних рядів серед дітей шкільного віку м. Києва. Вісник стоматології. 2009;2:76-81. https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=VIEsoQ0AAAAAJ&citation_for_view=VIEsoQ0AAAAAJ:0EnyYjriUFMC
4. Дрогомирецька МС, Мірза РО, Заєць МВ. Аналіз основних досягнень в пошуку ефективних методів визначення висоти прикусу. Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П. Л. Шупика. 2015;24(1):518-23. Доступно з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsnmapo_2015_24%281%29_85
5. Дрогомирецька МС, Сухомлинова ТЯ, Якимець АВ, Поляник НЯ, Лепорський ДВ. Мультидисциплінарний підхід до ведення пацієнтів з вродженими вадами щелепно-лищевої ділянки. Вісник проблем біології і медицини. 2015;2(2):73-78. Доступно з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2015_2%282%29__18
6. Копчак АВ, Столярчук ММ, Канюра ОА. Патент на корисну модель 153502, України. МПК (2023.01) А61С7/00. Ортодонтичний пристрій для лікування аномалій та деформацій верхньої щелепи, що супроводжуються її звуженням; номер заявки u 202300570; дата подання заявки 15.02.2023; дата публікації 12.07.2023. Бюл. 28
7. Курєдова ВД. Корекція порушень функцій щелепо-лищевого відділу вестибулярно-оральними ортодонтичними конструкціями. В: Хрестоматія з логопедії: навч. посіб. Київ: Книга-плюс; 2019,82–88.

8. Маланчук ВО, Воловар ОС, Гарляускайте Ю. та ін. Хірургічна стоматологія та щелепно-лицева хірургія: підручник: у 2 т. Т.1. Київ: Логос; 2011. 627 с.
9. Маланчук ВО, Логвіненко ІІ, Маланчук ТО. та ін. Хірургічна стоматологія та щелепно-лицева хірургія: підручник: у 2 т. Т. 2. Київ: Логос; 2011, 606.
10. Міжнародний класифікатор хвороб МКХ 10. Доступно з: <https://www.surgery.org.ua/Documents/Details/aa535505-419d-4d67-a9e7-5c6d4b8f1ced?title=MizhnarodniiKodifikatorKhvorobMkhh10>
11. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.1992 № 2801-ХІІ. (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1993, № 4, ст.19). [Редакція від 01.10.2023]. Доступно з: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>
12. Ратушний РІ, Костенко СБ, Богдан ІМ, Костенко ОЄ, Зорівчак ТІ, Годердзі Н. Статистичний аналіз основних помилок під час ендодонтичного лікування зубів верхньої щелепи. Scientific and practical journal Stomatological Bulletin. 2021;40(2):6–11. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2021-40-2.2>
13. Савчук ВК, Гакі ПК. Мета-аналіз як спосіб підвищення доказовості результатів дослідження. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: зб. наук. праць. Київ. 2018; 290:236-244.
14. Смаглюк ЛВ, Дмитренко МІ. Дистальна оклюзія і скупченість зубів: стратегія лікування. *Укр. стоматол. альманах*. 2020; 2:103-108. Доступно з: <https://dental-almanac.org/index.php/journal/article/download/430/426>
15. Смаглюк ЛВ, Шешуков ДВ. Стоматологічний статус молодих людей різних соматотипів. Вісник проблем біології і медицини. 2018; 1(2):365-369. Доступно з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2018_1%282%29_82
16. Столярчук М, Копчак А. Ефективність хірургічно-асистованого та ортодонтичного розширення верхньої щелепи у пацієнтів підліткового і дорослого віку зі скелетними формами аномалій прикусу. *Вісник стоматології*. 2023;125(4):115–127. doi: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-50-4.20>

17. Столярчук М, Копчак А. Точність проведення ортогнатичних операцій із використанням тривимірного цифрового планування пацієнтів з трансверзальним дефіцитом верхньої щелепи. Інновації в стоматології. 2023;4:88-98. doi: <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2023.4.16> Доступно з: <http://innovacii.od.ua/index.php/mainjournal/article/view/290/266>
18. Столярчук ММ, Копчак АВ. Взаємозв'язок між сагітальними цефалометричними параметрами і ступенем вираження трансверзального дефіциту в пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу. Клінічна стоматологія, 2024;4:5–20. doi: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2023.4.14493>
19. Ткаченко ПІ, Дмитренко МІ, Старченко П, Чоловський МО. Хірургічна ортодонція: монографія. Полтава: УМСА; 2020,108.
20. Фліс ПС, Леоненко ГП, Філоненко ВВ, Дорошенко НМ. Ортодонція. Зубощелепні аномалії та деформації. Київ: Медицина; 2015. 176.
21. Фліс ПС, Мьо Хе. Розповсюдженість зубощелепних аномалій, деформацій та дефектів зубних рядів серед пацієнтів, що звернулися за ортодонтичною допомогою. Вісник стоматології. 2012; 2:91-94.
22. Харьков ЛВ, Яковенко ЛМ, Вишпінський ІМ. Класифікація вроджених незрощень верхньої губи і піднебіння (огляд літератури). Вісник стоматології. 2009; 3:107-113
23. Щепанський Б. Сучасна стоматологічна медична допомога: повна реабілітація верхньої щелепи з опорою на імпланти. *Actual Problems of Medicine and Pharmacy*. 2023; 4(1):1–13. <https://doi.org/10.52914/apmp.v4i1.53>
24. Agrawal АВ, Kidiyoor Н, Patil Morth АК. Treatment of Unilateral Cleft Lip and Palate Patient with Intraoral Tooth Tissue Borne Distractor and Facemask Therapy: A Case Report. *Cleft Palate Craniofac J*. 2021 Dec;58(12):1569-1576. doi: 10.1177/1055665621993366. Epub 2021 Mar 8. PMID: 33678037.
25. Ahmed МК, Ye X, Taub PJ. Review of the Genetic Basis of Jaw Malformations. *J Pediatr Genet*. 2016 Dec; 5(4):209-219. doi: 10.1055/s-0036-1593505. Epub 2016 Oct 12. PMID: 27895973; PMCID: PMC5123890.
26. Aiello D, Nucera R, Costa S, Figliuzzi MM, Paduano S. A Simplified Digital

- Approach to the Treatment of a Postpuberty Patient with a Class III Malocclusion and Bilateral Crossbite. *Case Rep Dent.* 2021 Sep 30; 2021:3883187. doi: 10.1155/2021/3883187. PMID: 34631175; PMCID: PMC8497132.
27. Ajwa N, Alkhars FA, AlMubarak FH, Aldajani H, AlAli NM, Alhanabbi AH, Alsulaiman SA, Divakar DD. Correlation Between Sex and Facial Soft Tissue Characteristics Among Young Saudi Patients with Various Orthodontic Skeletal Malocclusions. *Med Sci Monit.* 2020 Feb 26; 26:e919771. doi: 10.12659/MSM.919771. PMID: 32101535; PMCID: PMC7060508.
28. Al Deaij A. Characteristics of dentofacial deformities in a Saudi population. *Saudi Dent J.* 2001;13.2:101-5. [Google Scholar]
29. Alexander NS, Schroeder JW Jr. Pediatric obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatr Clin North Am.* 2013 Aug; 60(4):827-40. doi: 10.1016/j.pcl.2013.04.009. PMID: 23905822
30. Alhazmi N, Almihbash A, Alrusaini S, Bin Jasser S, Alghamdi MS, Alotaibi Z, Alshamrani AM, Albalawi M. The Association between Cranial Base and Maxillomandibular Sagittal and Transverse Relationship: A CBCT Study. *Appl. Sci.* 2022 Sep; 12:9199. <https://doi.org/10.3390/app12189199>
31. Alhumadi A, Al-Khafaji TJ, Hussein Alyassiri AM, Alhamadi WW. Gender differences in lower facial soft tissue thickness among different skeletal patterns, based on soft tissue cephalometric analysis. *J Orthod Sci.* 2022 Oct 13; 11:54. Doi: 10.4103/jos.jos_38_22. PMID: 36411805; PMCID: PMC9674943.
32. Ali H. Assessment of soft tissue changes in patients treated with surgically assisted rapid maxillary expansion [internet]. Academia.edu - Share research [date of access: 06.03.2024]. Available from: https://www.academia.edu/79549489/Assessment_of_soft_tissue_changes_in_patient_s_treated_with_surgically_assisted_rapid_maxillary_expansion?uc-sb-sw=34883101
33. Aloufi F, Preston CB, Zawawi KH. Changes in the upper and lower pharyngeal airway spaces associated with rapid maxillary expansion. *ISRN Dent.* 2012; 2012:290964. doi: 10.5402/2012/290964. Epub 2012 Jun 18. PMID: 22778973; PMCID: PMC3385638.

34. AlQahtani FA, Varma SR, Kuriadom ST, AlMaghlouth B, AlAsseri N. Changes in occlusion after orthognathic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Oral Maxillofac Surg.* 2024 Mar;28(1):79-90. doi: 10.1007/s10006-023-01165-3. Epub 2023 Jun 14. PMID: 37314643.
35. Alvaran N, Roldan SI, Buschang PH. Maxillary and mandibular arch widths of Colombians. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 May; 135(5):649-56. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.05.023. PMID: 19409348.
36. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Gonçalves R, Benavides E, Jr JAM. Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2013; 144:759–769. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022. - DOI - PMC - PubMed
37. Angell EH. Treatment of Irregularity of the Permanent or Adult Teeth. *Dental Cosmos.* 1860 May;1(10):540-544. <https://name.umdl.umich.edu/acf8385.0001.001>
38. Angle EH. Regulating Appliances. *Int Dent J (Phila).* 1889 Jun;10(6):323-329. PMID: 37910940; PMCID: PMC10075620.
39. Apostolakis D, Michelinakis G, Kamposiora P, Papavasiliou G. The current state of computer assisted orthognathic surgery: A narrative review. *J Dent.* 2022 Apr; 119:104052. doi: 10.1016/j.jdent.2022.104052. Epub 2022 Jan 24. PMID: 35085684
40. Arnett GW, Jelic JS, Kim J, Cummings DR, Beress A, Worley CM Jr, Chung B, Bergman R. Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Sep;116(3):239-53. doi: 10.1016/s0889-5406(99)70234-9. PMID: 10474095)
41. Asscherickx K, Govaerts E, Aerts J, Vande Vannet B. Maxillary changes with bone-borne surgically assisted rapid palatal expansion: A prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Mar; 149(3):374-83. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.08.018. PMID: 26926025.
42. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Reproducibility of the CVM method: a reply. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr; 137(4):446-7; author reply 447. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.02.010. PMID: 20362890.
43. Bahmanyar S, Namin AW, Weiss RO 2nd, Vincent AG, Read-Fuller AM, Reddy

- LV. Orthognathic Surgery of the Mandible. *Facial Plast Surg.* 2021 Dec; 37(6):716-721. doi: 10.1055/s-0041-1735309. Epub 2021 Sep 29. PMID: 34587642.
44. Baik HS. Clinical results of the maxillary protraction in Korean children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Dec; 108(6):583-92. doi: 10.1016/s0889-5406(95)70003-x. PMID: 7503035.
45. Bailey L', Cevidanes LH, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Sep; 126(3):273-7. doi: 10.1016/S0889540604005207. PMID: 15356484; PMCID: PMC3681098.
46. Baranto H, Weiner CK, Burt IA, Rosén A. Satisfactory outcomes after orthognathic surgery with surgically assisted rapid maxillary expansion using a hybrid device. *J Oral Sci.* 2020;62(1):107-111. doi: 10.2334/josnurd.19-0078. PMID: 31996512.
47. Barone S, Bennardo F, Salviati M, Calabria E, Bocchino T, Michelotti A, Giudice A. Can different osteotomies have an influence on surgically assisted rapid maxillary expansion? A systematic review. *Head Face Med.* 2024 Mar 8; 20(1):16. doi: 10.1186/s13005-024-00415-3. PMID: 38459578; PMCID: PMC10921779.
48. Barone TR, Cahali MB, Vasconcelos C, Barone JR. A comparison of tooth-borne and bone-anchored expansion devices in SARME. *Oral Maxillofac Surg.* 2020 Jun;24(2):181-187. doi: 10.1007/s10006-020-00837-8. Epub 2020 Apr 14. PMID: 32291547.
49. Bayram S, Basciftci FA, Kurar E. Relationship between P561T and C422F polymorphisms in growth hormone receptor gene and mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 2014 Sep;84(5):803-9. doi: 10.2319/091713-680.1. Epub 2014 Mar 21. PMID: 24654940; PMCID: PMC8641272.
50. Bays RA, Greco JM. Surgically assisted rapid palatal expansion: an outpatient technique with long-term stability. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992 Feb;50(2):110-3; discussion 114-5. doi: 10.1016/0278-2391(92)90352-z. PMID: 1732482.
51. Behnia H, Mohammad-Rahimi H, Behnaz M. Treatment of an Adult Skeletal Class III Patient with Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion and Facemask. Case

- Rep Dent. 2019 Dec 30; 2019:8251903. doi: 10.1155/2019/8251903. PMID: 31976090; PMCID: PMC6955136.
52. Bell WH, Epker BN. Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *Am J Orthod.* 1976 Nov;70(5):517-28. doi: 10.1016/0002-9416(76)90276-1. PMID: 790971.
53. Bell WH. Le Forte I osteotomy for correction of maxillary deformities. *J Oral Surg.* 1975;33:412-26
54. Benington P, Anwar M, Mohan A, Gillgrass T, Ayoub A. Outcome measures of the surgery first approach for orthognathic correction of dentofacial deformities. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2024 Jan;62(1):71-75. doi: 10.1016/j.bjoms.2023.10.023. Epub 2023 Nov 13. PMID: 38057176.
55. Bennici O, Malgioglio A, Moschitto S, Spagnuolo G, Lucchina AG, Ronsivalle V, Isola G, Giudice AL. A Full Computerized Workflow for Planning Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion and Orthognathic Surgery in a Skeletal Class III Patient. *Case Rep Dent.* 2022 Oct 19;2022:6413898. doi: 10.1155/2022/6413898. PMID: 36312572; PMCID: PMC9605851.
56. Beretta M, Federici Canova F, Gianolio A, Mangano A, Paglia M, Colombo S, Cirulli N. ZeroExpander: Metal-free automatic palatal expansion for special-needs patients. *Eur J Paediatr Dent.* 2021 Jun;22(2):151-154. doi: 10.23804/ejpd.2021.22.02.12. PMID: 34238007
57. Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, Borgula T, Kaczynski R. Stability of orthopedic and surgically assisted rapid palatal expansion over time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Dec;114(6):638-45. doi: 10.1016/s0889-5406(98)70195-7. PMID: 9844202.
58. Betts NJ. Surgically Assisted Maxillary Expansion. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2016 Mar;24(1):67-77. doi: 10.1016/j.cxom.2015.10.003. Epub 2015 Nov 24. PMID: 26847514.
59. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10(2):75-96. PMID: 9082002.

60. Bianchi A, Seidita F, Giudice R, Pironi M, Battaglia S, Crimi S, Marchetti C. Hybrid mandibular Bologna midline distractor in combination with surgically assisted rapid maxillary expansion for transverse facial expansion: clinical and cephalometric results. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2023 Jun;52(6):686-690. doi: 10.1016/j.ijom.2022.09.033. Epub 2022 Oct 8. PMID: 36220684.
61. Bin Dakhil N, Bin Salamah F. The Diagnosis Methods and Management Modalities of Maxillary Transverse Discrepancy. *Cureus.* 2021 Dec 17;13(12):e20482. doi: 10.7759/cureus.20482. PMID: 35047300; PMCID: PMC8760022.
62. Blæhr TL, Mommaerts MY, Kjellerup AD, Starch-Jensen T. Surgically assisted rapid maxillary expansion with bone-borne versus tooth-borne distraction appliances—a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019 Apr;48(4):492-501. doi: 10.1016/j.ijom.2018.12.010. Epub 2018 Dec 28. PMID: 30598334.
63. Bortolotti F, Solidoro L, Bartolucci ML, Incerti Parenti S, Paganelli C, Alessandri-Bonetti G. Skeletal and dental effects of surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review of randomized controlled trials. *Eur J Orthod.* 2020 Sep 11;42(4):434-440. doi: 10.1093/ejo/cjz057. PMID: 31365925
64. Bowe CM, Gurney B, Sloane J, Johnson P, Newlands C. Operative time, length of stay and reoperation rates for orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2021 Feb;59(2):163-167. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.08.124. Epub 2020 Dec 15. PMID: 33441281.
65. Brown GVI. The surgery of oral and facial diseases and malformations: their diagnosis and treatment including plastic surgical reconstruction. 4th edition, thoroughly revised. London: Henry Kimpton; 1938. 778 p.
66. Brunelle JA, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. *J Dent Res.* 1996 Feb;75 Spec No:706-13. doi: 10.1177/002203459607502S10. PMID: 8594094.
67. Bucci R, D'Antò V, Rongo R, Valletta R, Martina R, Michelotti A. Dental and skeletal effects of palatal expansion techniques: a systematic review of the current evidence from systematic reviews and meta-analyses. *J Oral Rehabil.* 2016 Jul;43(7):543-64. doi: 10.1111/joor.12393. Epub 2016 Mar 23. PMID: 27004835.

68. Büyükçavuş MH, Findik Y, Baykul T. Evaluation of Changes in Nasal Projection After Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion With 3dMD Face System. *J Craniofac Surg.* 2020 Jul-Aug;31(5):e462-e465. doi: 10.1097/SCS.00000000000006436. PMID: 32310877.
69. Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.* 2004 Aug;26(4):403-9. doi: 10.1093/ejo/26.4.403. PMID: 15366385.
70. Carlson C, Sung J, McComb RW, Machado AW, Moon W. Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 May;149(5):716-28. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.04.043. PMID: 27131254.
71. Cha BK, Park JH, Choi DS, Jang I. Facemask therapy with skeletal anchorage: A possible alternative to orthognathic surgery. *Orthod Craniofac Res.* 2021 Mar;24 Suppl 1:13-20. doi: 10.1111/ocr.12436. Epub 2020 Nov 30. PMID: 33119188.
72. Chamberland S, Proffit WR. Short-term and long-term stability of surgically assisted rapid palatal expansion revisited. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Jun;139(6):815-822.e1. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.04.032. PMID: 21640889; PMCID: PMC4044726.
73. Chen J, Abousy M, Patel V, Duclos O, Jenny Hillary E, Steinberg J, Redett R, Yang R. The Impact of Virtual Surgical Planning on Orthognathic Surgery: A Comparison of 2 Specialties. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open.* 2020 Sep;8(9S):114-115 <https://doi.org/10.1097/01.gox.0000720912.65855.13>
74. Cheung T, Oberoi S. Three dimensional assessment of the pharyngeal airway in individuals with non-syndromic cleft lip and palate. *PLoS One.* 2012;7(8):e43405. doi: 10.1371/journal.pone.0043405. Epub 2012 Aug 29. PMID: 22952677; PMCID: PMC3430706.
75. Choi JW, Lee JY. Current concept of the surgery-first orthognathic approach. *Arch Plast Surg.* 2021 Mar;48(2):199-207. doi: 10.5999/aps.2020.01305. Epub 2021 Mar 15. PMID: 33765739; PMCID: PMC8007470
76. Choi JW, Park H, Kwon SM, Lee JY. Surgery-first orthognathic approach for

- the correction of facial asymmetry. *J Craniomaxillofac Surg.* 2021 Jun;49(6):435-442. doi: 10.1016/j.jcms.2021.04.005. Epub 2021 Apr 20. PMID: 33934974.
77. Choi SH, Jeon JY, Lee KJ, Hwang CJ. Clinical applications of miniscrews that broaden the scope of non-surgical orthodontic treatment. *Orthod Craniofac Res.* 2021 Mar;24 Suppl 1:48-58. doi: 10.1111/ocr.12452. Epub 2020 Dec 14. PMID: 33275826.
78. Choi SH, Shi KK, Cha JY, Park YC, Lee KJ. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod.* 2016 Sep;86(5):713-20. doi: 10.2319/101415-689.1. Epub 2016 Mar 3. PMID: 26938955; PMCID: PMC8600851.
79. Christie KF, Boucher N, Chung CH. Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr;137(4 Suppl):S79-85. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.11.024. PMID: 20381765
80. Chung CH, Goldman AM. Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.* 2003 Aug;25(4):353-8. doi: 10.1093/ejo/25.4.353. PMID: 12938840.
81. Chung CH, Woo A, Zagarinsky J, Vanarsdall RL, Fonseca RJ. Maxillary sagittal and vertical displacement induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Aug;120(2):144-8. doi: 10.1067/mod.2001.113791. PMID: 11500655.
82. Cintra O, Grybauskas S, Vogel CJ, Latkauskiene D, Gama NA Jr. Digital platform for planning facial asymmetry orthodontic-surgical treatment preparation. *Dental Press J Orthod.* 2018 May-Jun;23(3):80-93. doi: 10.1590/2177-6709.23.3.080-093.sar. PMID: 30088569; PMCID: PMC6072444.
83. Ciocca G, Olivo P, Schettini R. Browsing museum image collections on a multi-touch table. *Information Systems* 2012 Apr;37(2):169-182. doi:10.1016/j.is.2011.09.009
84. Claus JDP, Hidalgo J, Almeida MS, Lopes HJC. Customized palatal guide and splint for maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2023 Dec;52(12):1262-1264. doi: 10.1016/j.ijom.2023.07.005. Epub 2023 Aug 4. PMID: 37544786.

85. Clement EA Krishnaswamy NR. Skeletal and dentoalveolar changes after skeletal anchorage-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone beam computed tomography study. *APOS Trends Orthod* 2017;7:113-9. doi: 10.4103/2321-1407.207220
86. Cohen A, Rushinek H, Cohen Sela M, Zok Ran L, Talisman S, Casap N. Effect of Orthognathic Surgery on Pre-existing Temporomandibular Disorders. *J Craniofac Surg*. 2024 Feb 23. doi: 10.1097/SCS.00000000000010055. Epub ahead of print. PMID: 38393302.
87. Conley RS. Orthognathic surgery past, present, and future. *Clinical and Investigative Orthodontics*. 2022;81(4):179–186. <https://doi.org/10.1080/27705781.2022.2127606>
88. Converse JM, Horowitz SL. The surgical-orthodontic approach to the treatment of dentofacial deformities. *Am J Orthod*. 1969 Mar;55(3):217-43. doi: 10.1016/0002-9416(69)90104-3. PMID: 4886159.
89. Cremonini F, Ansaloni MC, Cremonini A, Maino BG, Paoletto E, Pellitteri F, Lombardo L. Severe transverse discrepancy in adult Class III patient: Parallel rapid palatal expansion with a bone-borne tandem expansion screws (TSE) followed by lingual fixed appliance for a non-surgical treatment: A case report. *Int Orthod*. 2022 Mar;20(1):100599. doi: 10.1016/j.ortho.2021.11.001. Epub 2021 Dec 3. PMID: 34872832.
90. Crespi R, Toti P, Covani U, Crespi G, Menchini-Fabris GB. Maxillary and Mandibular Split Crest Technique with Immediate Implant Placement: A 5-Year Cone Beam Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021 Sep-Oct;36(5):999-1007. doi: 10.11607/jomi.8572. PMID: 34698727.
91. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999 Jul;116(1):46-59. doi: 10.1016/s0889-5406(99)70302-1. PMID: 10393580.
92. da Silva Filho OG, Santamaria M Jr, Capelozza Filho L. Epidemiology of posterior crossbite in the primary dentition. *J Clin Pediatr Dent*. 2007 Fall;32(1):73-8. doi: 10.17796/jcpd.32.1.h53g027713432102. PMID: 18274476.

93. Dalidjan M, Sampson W, Townsend G. Prediction of dental arch development: an assessment of Pont's Index in three human populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 May;107(5):465-75. doi: 10.1016/s0889-5406(95)70113-3. PMID: 7733055.
94. Daskalogiannakis J, Mehta M. The need for orthognathic surgery in patients with repaired complete unilateral and complete bilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2009 Sep;46(5):498-502. doi: 10.1597/08-176.1. Epub 2009 Feb 28. PMID: 19929100.
95. Davidopoulou S, Chatzigianni A. Craniofacial morphology and dental maturity in children with reduced somatic growth of different aetiology and the effect of growth hormone treatment. *Prog Orthod.* 2017 Dec;18(1):10. doi: 10.1186/s40510-017-0164-2. Epub 2017 Apr 27. PMID: 28447324; PMCID: PMC5406315.
96. de Oliveira CB, Ayub P, Ledra IM, Murata WH, Suzuki SS, Ravelli DB, Santos-Pinto A. Microimplant assisted rapid palatal expansion vs surgically assisted rapid palatal expansion for maxillary transverse discrepancy treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Jun;159(6):733-742. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.03.024. Epub 2021 Apr 28. PMID: 33931257.
97. de Oliveira MA Jr, Pereira MD, Hino CT, Campaner AB, Scanavini MA, Ferreira LM. Prediction of transverse maxillary dimension using orthodontic models. *J Craniofac Surg.* 2008 Nov;19(6):1465-71. doi: 10.1097/SCS.0b013e318188a04b. PMID: 19098534.
98. De Rossi M, De Rossi A, Hallak JE, Vitti M, Regalo SC. Electromyographic evaluation in children having rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Sep;136(3):355-60. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.08.027. PMID: 19732669.
99. de Waard O, Baan F, Bruggink R, Bronkhorst EM, Kuijpers-Jagtman AM, Ongkosuwito EM. The Prediction Accuracy of Digital Orthodontic Setups for the Orthodontic Phase before Orthognathic Surgery. *J Clin Med.* 2022 Oct 18;11(20):6141. doi: 10.3390/jcm11206141. PMID: 36294460; PMCID: PMC9604852.
100. Diaconu A, Holte MB, Berg-Beckhoff G, Pinholt EM. Three-Dimensional Accuracy and Stability of Personalized Implants in Orthognathic Surgery: A

- Systematic Review and a Meta-Analysis. *J Pers Med*. 2023 Jan 7;13(1):125. doi: 10.3390/jpm13010125. PMID: 36675786; PMCID: PMC9867342.
101. Dias RR, Takeshita WM, Svezut AT, Trivellato AE, Svezut CE. Linear analysis of the nasal septum in patients treated with surgically assisted rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 Jan;159(1):71-80. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.11.021. Epub 2020 Nov 21. PMID: 33234461.
102. Dodson TB, Bays RA, Neuenschwander MC. Maxillary perfusion during Le Fort I osteotomy after ligation of the descending palatine artery. *J Oral Maxillofac Surg*. 1997 Jan;55(1):51-5. doi: 10.1016/s0278-2391(97)90446-8. PMID: 8994468.
103. Donaldson CD, Manisali M, Naini FB. Three-dimensional virtual surgical planning (3D-VSP) in orthognathic surgery: Advantages, disadvantages and pitfalls. *J Orthod*. 2021 Mar;48(1):52-63. doi: 10.1177/1465312520954871. Epub 2020 Sep 28. PMID: 32988276.
104. Dorfman HS, Turvey TA. Alterations in osseous crestal height following interdental osteotomies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1979 Aug;48(2):120-5. doi: 10.1016/0030-4220(79)90048-3. PMID: 289078.
105. Drachevska IYu, Dmitriev MO, Perera Clifford, Shevchenko VM, Gunas IV. Determination of cephalometric parameters, which usually do not change during surgical and orthodontic treatment depending on facial types according to Garson in Ukrainian young men and young women with orthognathic. *Biomedical and Biosocial Anthropology*. 2020;41:18–23. doi: <https://doi.org/10.31393/bba41-2020-03>.
106. Egermark-Eriksson I, Carlsson GE, Magnusson T, Thilander B. A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents. *Eur J Orthod*. 1990 Nov;12(4):399-407. doi: 10.1093/ejo/12.4.399. PMID: 2086260.
107. Ellis E 3rd, Gallo WJ. Relapse following mandibular advancement with dental plus skeletal maxillomandibular fixation. *J Oral Maxillofac Surg*. 1986 Jul;44(7):509-15. doi: 10.1016/s0278-2391(86)80090-8. PMID: 3459835.
108. Emshoff R, Rudisch A, Bösch R, Gassner R. Effect of arthrocentesis and hydraulic distension on the temporomandibular joint disk position. *Oral Surg Oral Med*

- Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2000 Mar;89(3):271-7. doi: 10.1016/s1079-2104(00)70088-6. PMID: 10710449.
109. Farahani M, Farimani RM, Eskandarloo F. Treatment for Severe Class II Open Bite Using a Bonded Hyrax Expander, IZC Mini-Implants, and MEAW Technique in an Adolescent Patient. *Case Rep Dent*. 2023 Sep 25;2023:8833818. doi: 10.1155/2023/8833818. PMID: 37789900; PMCID: PMC10545458.
110. Franchi L, Baccetti T. Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. *Orthod Craniofac Res*. 2005 Feb;8(1):21-8. doi: 10.1111/j.1601-6343.2004.00312.x. PMID: 15667642.
111. Frutos-Valle L, Martín C, Alarcón JA, Palma-Fernández JC, Ortega R, Iglesias-Linares A. Novel Sub-Clustering of Class III Skeletal Malocclusion Phenotypes in a Southern European Population Based on Proportional Measurements. *J Clin Med*. 2020 Sep 22;9(9):3048. doi: 10.3390/jcm9093048. PMID: 32971753; PMCID: PMC7565379.
112. Galli P, Foy JP, Le Roux MK, Goudot P, Lutz JC, Schouman T. Stability of maxillary expansion osteotomy using patient-specific fixation implants without necessitating removable appliances: a retrospective analysis. *Clin Oral Investig*. 2023 Jul;27(7):3393-3403. doi: 10.1007/s00784-023-05082-3. Epub 2023 May 31. PMID: 37256431.
113. Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Jun;129(6):749-58. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.02.021. PMID: 16769493.
114. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Jul;134(1):8-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.06.004. PMID: 18617096.

115. Ghodasra R, Brizuela M. Orthodontics, Malocclusion. 2023 Apr 23. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 37276298.
116. Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM, Aronowitz HI. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod*. 1984 Sep;86(3):207-13. doi: 10.1016/0002-9416(84)90372-5. PMID: 6383058.
117. Gogna N, Johal AS, Sharma PK. The stability of surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): A systematic review. *J Craniomaxillofac Surg*. 2020 Sep;48(9):845-852. doi: 10.1016/j.jcms.2020.07.003. Epub 2020 Jul 14. PMID: 32732085.
118. Goldenberg DC, Goldenberg FC, Alonso N, Gebrin ES, Amaral TS, Scanavini MA, Ferreira MC. Hyrax appliance opening and pattern of skeletal maxillary expansion after surgically assisted rapid palatal expansion: a computed tomography evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Dec;106(6):812-9. doi: 10.1016/j.tripleo.2008.02.034. Epub 2008 Sep 20. PMID: 18805713.
119. Goodman Orthodontics. Expansion of the DENTAL arch with braces and NO palatal expander or headgear. 2023. YouTube. [date of access: 15.03.2024]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=GDPzOm9EC8U>].
120. Govaerts D, Da Costa O, Garip M, Combes F, Jacobs R, Politis C. Can surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE) be recommended over orthodontic rapid palatal expansion (ORPE) for girls above the age of 14? : A cone-beam CT study on midpalatal suture maturation. *J Orofac Orthop*. 2023 Jul 5. English. doi: 10.1007/s00056-023-00487-x. Epub ahead of print. PMID: 37407791.
121. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL. Orthodontics : current principles & techniques. 5th Edition. Philadelphia PA : Elsevier, Mosby; 2012. 1092 p.
122. Grillo R, Balel Y, Reis BAQ, Stanbouly D, Samieirad S, Melhem-Elias F. The online attention analysis on orthognathic surgery research. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2024 Mar 13:101826. doi: 10.1016/j.jormas.2024.101826. Epub ahead of print. PMID: 38484842.
123. Grillo R, Borba AM, da Silva YS, Brozoski MA, Miloro M, Naclério-Homem

MDG. Exploring the relationship between the number of systematic reviews and quality of evidence: an orthognathic surgery-based study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2024 Feb;137(2):101-112. doi: 10.1016/j.oooo.2023.07.018. Epub 2023 Jul 28. PMID: 38155010.

124. Grybauskas S, Moser L, Esteves L, Cintra O, Schneider-Moser U. An interview with Simonas Grybauskas. *Dental Press J Orthod.* 2018 Aug 1;23(4):14-35. doi: 10.1590/2177-6709.23.4.014-035.int. PMID: 30304151; PMCID: PMC6150705.

125. Guest SS, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L. Improving Class II malocclusion as a side-effect of rapid maxillary expansion: a prospective clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Nov;138(5):582-91. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.12.026. PMID: 21055598.

126. Gül A, Pieter de Gijt J, Wolvius EB, Koudstaal MJ. Patient experience and satisfaction of surgically assisted rapid maxillary expansion and mandibular midline distraction. *J Craniomaxillofac Surg.* 2021 Aug;49(8):649-654. doi: 10.1016/j.jcms.2021.01.033. Epub 2021 Feb 6. PMID: 33757689.

127. Gurgel JA, Tiago CM, Normando D. Transverse changes after surgically assisted rapid palatal expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Mar;43(3):316-22. doi: 10.1016/j.ijom.2013.10.001. Epub 2013 Nov 1. PMID: 24189166.

128. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970 Mar;57(3):219-55. doi: 10.1016/0002-9416(70)90241-1. PMID: 5263785.

129. Haas Junior OL, Matje PRB, Rosa BM, Rojo-Sanchis C, Guijarro-Martínez R, Valls-Ontañón A, Menezes LM, Hernández-Alfaro F, de Oliveira RB. Minimally invasive surgical and miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MISMARPE) in adult patients. *J Craniomaxillofac Surg.* 2022 Mar;50(3):211-217. doi: 10.1016/j.jcms.2021.12.011. Epub 2021 Dec 27. PMID: 34973887.

130. Haas L. Injured baby. *Br Med J.* 1965 Sep 11;2(5462):645. doi: 10.1136/bmj.2.5462.645. PMID: 14331632; PMCID: PMC1846015.

131. Haddad I, Khalil A. Evaluation of the efficacy of horizontal distraction osteogenesis using expansion screws in the repair of the acquired jaw bone defects.

- Ann Med Surg (Lond). 2023 Jun 17;85(8):3938-3942. doi: 10.1097/MS9.0000000000000983. PMID: 37554917; PMCID: PMC10406050.
132. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod*. 2000 Apr;70(2):129-44. doi: 10.1043/0003-3219(2000)070<0129:NRMEIA>2.0.CO;2. PMID: 10833001.
133. Hebert KJ, Alvarez G, Flanagan S, Resnick CM, Padwa BL, Green MA. Does Anesthesiologist Experience Influence Early Postoperative Outcomes Following Orthognathic Surgery? *J Oral Maxillofac Surg*. 2024 Mar;82(3):270-278. doi: 10.1016/j.joms.2023.11.012. Epub 2023 Nov 18. PMID: 38043584.
134. Hernández-Alfaro F, Mezquida-Fernández C, Brabyn PJ, Querejeta-Lomas E, Torres-Gaya J, Valls-Ontañón A. Redefining our protocol of the orthognathic surgery-first approach after 10 years of experience. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2022 Oct;60(8):1102-1107. doi: 10.1016/j.bjoms.2022.04.006. Epub 2022 Apr 26. PMID: 35643566.
135. Ho CT, Denadai R, Lo L-J, Lin H-H. Average Three-Dimensional Skeletofacial Model as a Template for Bone Repositioning during Virtual Orthognathic Surgery / Plastic & Reconstructive Surgery. 2024 Feb.;153(2):435-444 <https://doi.org/10.1097/prs.00000000000010449>
136. Hoang TA, Lee KC, Chuang SK. The Surgery-first Approach to Orthognathic Surgery. *J Craniofac Surg*. 2021 Mar-Apr 01;32(2):e153-e156. doi: 10.1097/SCS.00000000000006942. PMID: 33705057.
137. Howe RP, McNamara JA Jr, O'Connor KA. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *Am J Orthod*. 1983 May;83(5):363-73. doi: 10.1016/0002-9416(83)90320-2. PMID: 6573844.
138. Hsu LF, Cheng YC, Peng HH, Yao CJ. Simplified orthognathic surgical treatment using non-surgical asymmetric maxillary expansion: A case report. *Int Orthod*. 2020 Dec;18(4):839-849. doi: 10.1016/j.ortho.2020.07.001. Epub 2020 Aug 21. PMID: 32839141.
139. Hsu LF, Moon W, Chen SC, Chang KW. Digital workflow for mini-implant-

assisted rapid palatal expander fabrication-a case report. *BMC Oral Health*. 2023 Nov 20;23(1):887. doi: 10.1186/s12903-023-03589-5. PMID: 37985987; PMCID: PMC10659097.

140. Hsu SS-P, Gateno J, Bell RB, Hirsch DL, Markiewicz MR, Teichgraeber JF, et al. Accuracy of a computer-aided surgical simulation protocol for orthognathic surgery: a prospective multicenter study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2013;71: 128–42.

141. Huanca Ghislazoni LT, Lineberger M, Cevidanes LH, Mapelli A, Sforza C, McNamara JA Jr. Evaluation of tip and torque on virtual study models: a validation study. *Prog Orthod*. 2013 Jul 26;14:19. doi: 10.1186/2196-1042-14-19. PMID: 24325839; PMCID: PMC4384932.

142. Hwang S, Song J, Lee J, Choi YJ, Chung CJ, Kim KH. Three-dimensional evaluation of dentofacial transverse widths in adults with different sagittal facial patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018 Sep;154(3):365-374. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.11.041. PMID: 30173839.

143. Ibrahim N, Hwang PH, Jitaroon K, Tyler MA. Chronic Rhinosinusitis After Maxillary Advancement Orthognathic Surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2024 Mar;133(3):261-267. doi: 10.1177/00034894231204654. Epub 2023 Oct 6. PMID: 37800544.

144. Ismail M, Wessel J, Farrell B. Maintenance of Segmental Maxillary Expansion: The Use of Custom, Virtually Designed, and Manufactured Palatal Appliances Without the Use of an Occlusal Splint. *J Oral Maxillofac Surg*. 2019 Jul;77(7):1468.e1-1468.e8. doi: 10.1016/j.joms.2019.03.013. Epub 2019 Mar 26. PMID: 31002787.

145. Jansma J, Schepers RH. Esthetische aangezichts chirurgie gecombineerd met orthognathische chirurgie [Adjunctive aesthetic procedures in orthognathic surgery]. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 2023 Dec;130(12):507-514. Dutch. doi: 10.5177/ntvt.2023.12.23059. PMID: 38051084

146. Jazayeri HE, Parsaei Y, Peck CJ, Henry A, Lopez J, Steinbacher DM. Major Complications and Associated Risk Factors for Osseous Genioplasty With Bimaxillary Orthognathic Surgery: An American College of Surgeons-National Surgical Quality Improvement Program Analysis. *J Craniofac Surg*. 2022 Mar-Apr 01;33(2):632-635.

doi: 10.1097/SCS.00000000000008141. PMID: 34510068.

147. Jha K, Adhikari M. Surgically assisted rapid palatal expansion for transverse maxillary discrepancy in adults - Case report. *Int J Surg Case Rep.* 2022 Jan;90:106687. doi: 10.1016/j.ijscr.2021.106687. Epub 2021 Dec 21. PMID: 34972015; PMCID: PMC8724958.

148. Johns A, Zukin J, Odonio L, Cardenas AK, Baird J, Clarke N. Thematic Analysis of Parental Experiences of Patients' Orthognathic Surgery. *J Craniofac Surg.* 2024 Jan-Feb 01;35(1):85-90. doi: 10.1097/SCS.00000000000009789. Epub 2023 Oct 27. PMID: 37889045.

149. Johnson EL, Power G. The 'Powerbite' and surgical rapid expansion. *J Orthod.* 2023 Mar;50(1):94-96. doi: 10.1177/14653125221138585. Epub 2022 Dec 4. PMID: 36464895.

150. Joshi N, Hamdan AM, Fakhouri WD. Skeletal malocclusion: a developmental disorder with a life-long morbidity. *J Clin Med Res.* 2014 Dec;6(6):399-408. doi: 10.14740/jocmr1905w. Epub 2014 Sep 9. PMID: 25247012; PMCID: PMC4169080.

151. Kapetanović A, Theodorou CI, Bergé SJ, Schols JGJH, Xi T. Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2021 Jun 8;43(3):313-323. doi: 10.1093/ejo/cjab005. PMID: 33882127; PMCID: PMC8186837.

152. Kapila S, Conley RS, Harrell WE Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011 Jan;40(1):24-34. doi: 10.1259/dmfr/12615645. PMID: 21159912; PMCID: PMC3611465.

153. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1):20140282. doi: 10.1259/dmfr.20140282. PMID: 25358833; PMCID: PMC4277443.

154. Karabiber G, Yılmaz HN. Does unilateral surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) lead to perinasal asymmetry? *J Orofac Orthop.* 2023 Jan;84(1):1-9. English. doi: 10.1007/s00056-021-00333-y. Epub 2021 Aug 6. PMID: 34357410.

155. Kartalian A, Gohl E, Adamian M, Enciso R. Cone-beam computerized tomography evaluation of the maxillary dentoskeletal complex after rapid palatal

- expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Oct;138(4):486-492. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.10.025. PMID: 20889055.
156. Kennedy JW 3rd, Bell WH, Kimbrough OL, James WB. Osteotomy as an adjunct to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976 Aug;70(2):123-37. doi: 10.1016/s0002-9416(76)90313-4. PMID: 821349.
157. Kloosterman J. Köle's osteotomy, a follow-up study. *J Maxillofac Surg.* 1985 Apr;13(2):59-63. doi: 10.1016/s0301-0503(85)80017-5. PMID: 3858396.
158. Koç O, Bolat Gumus E. Effects of different distractor positions on the formation of expansion, stress and displacement patterns in surgically assisted rapid maxillary expansion without pterygomaxillary disjunction: a finite element analysis study. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2024 Jan-Mar;27(1):56-66. doi: 10.1080/10255842.2023.2170712. Epub 2023 Feb 1. PMID: 36724781.
159. Kole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959 Mar;12(3):277-88 contd. doi: 10.1016/0030-4220(59)90177-x. PMID: 13633223.
160. Kole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959 May;12(5):515-29 concl. doi: 10.1016/0030-4220(59)90153-7. PMID: 13644913.
161. Kole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959 Apr;12(4):413-20 contd. doi: 10.1016/0030-4220(59)90051-9. PMID: 13644900.
162. Konofaos P, Wallace RD. Distraction Osteogenesis in Craniofacial Surgery: Past, Present, and Future. *J Craniofac Surg.* 2021 May 1;32(Suppl 3):1221-1228. doi: 10.1097/SCS.00000000000007333. PMID: 33710057.
163. Kontio R. Update on mandibular reconstruction: computer-aided design, imaging, stem cells and future applications. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014 Aug;22(4):307-15. doi: 10.1097/MOO.0000000000000065. PMID: 24979244
164. Kooij R, Smeekens S. De referentie-analyse. *Tandartspraktijk.* 2020;41(6):30–38. doi: <https://doi.org/10.1007/s12496-020-0074-1>
165. Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KG, Wolvius EB, Prahl-Andersen B,

- Schulten AJ. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005 Oct;34(7):709-14. doi: 10.1016/j.ijom.2005.04.025. PMID: 15961279.
166. Kraut RA. Surgically assisted rapid maxillary expansion by opening the midpalatal suture. *J Oral Maxillofac Surg.* 1984 Oct;42(10):651-5. doi: 10.1016/0278-2391(84)90207-6. PMID: 6384446.
167. Kuroedova VD. Sovremennyj podhod k lecheniyu nasledstvennyh form narushenij prikusa [A modern approach to the treatment of hereditary forms of malocclusion]. *Visnik stomatologiyi.*2008;1:66.
168. Kurool J, Berglund L. Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. *Eur J Orthod.* 1992 Jun;14(3):173-9. doi: 10.1093/ejo/14.3.173. PMID: 1628683.
169. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *J Am Dent Assoc.* 2006 Jan;137(1):44-53. doi: 10.14219/jada.archive.2006.0020. PMID: 16456998.
170. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *Angle Orthod.* 2005 Nov;75(6):1046-52. doi: 10.1043/0003-3219(2005)75[1046:LSCWRM]2.0.CO;2. PMID: 16448254.
171. Lanigan DT, Hey JH, West RA. Aseptic necrosis following maxillary osteotomies: report of 36 cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990 Feb;48(2):142-56. doi: 10.1016/s0278-2391(10)80202-2. PMID: 2405121.
172. Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Jun;137(6):830-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.10.065. PMID: 20685540.
173. Lemieux G, Carey JP, Flores-Mir C, Secanell M, Hart A, Dietrich N, Lagravère-Vich MO. Three-dimensional cephalometric superimposition of the nasomaxillary complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 Dec;146(6):758-64. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.08.014. PMID: 25432257.

174. Li B, Shen S, Jiang W, Li J, Jiang T, Xia JJ, et al. A new approach of splint-less orthognathic surgery using a personalized orthognathic surgical guide system: a preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46:1298–305.
175. Li DTS, Leung YY. Patient-Specific Implants in Orthognathic Surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2023 Feb;35(1):61-69. doi: 10.1016/j.coms.2022.06.004. Epub 2022 Nov 3. PMID: 36336593.
176. Liao YF, Chen YF, Chang CS, Lu TC, Chen YA, Yao CF, Chen PK, Chen YR. Surgery-First Orthognathic Approach for Correction of Dentofacial Deformity in Unilateral Cleft Lip and Palate. *Plast Reconstr Surg.* 2024 Jan 1;153(1):173-183. doi: 10.1097/PRS.00000000000010451. Epub 2023 Mar 22. PMID: 36946892.
177. Lim HM, Park YC, Lee KJ, Kim KH, Choi YJ. Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Korean J Orthod.* 2017 Sep;47(5):313-322. doi: 10.4041/kjod.2017.47.5.313. Epub 2017 Jul 27. PMID: 28861393; PMCID: PMC5548712.
178. Lin JH, Li C, Wong H, Chamberland S, Le AD, Chung CH. Asymmetric Maxillary Expansion Introduced by Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2022 Dec;80(12):1902-1911. doi: 10.1016/j.joms.2022.08.008. Epub 2022 Aug 19. PMID: 36113583
179. Lin L, Ahn HW, Kim SJ, Moon SC, Kim SH, Nelson G. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod.* 2015 Mar;85(2):253-62. doi: 10.2319/030514-156.1. Epub 2014 Dec 9. PMID: 25490552; PMCID: PMC8631879.
180. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod.* 1975 Jan;67(1):44-56. doi: 10.1016/0002-9416(75)90128-1. PMID: 803165.
181. Lione R, Franchi L, Huanca Ghislanzoni LT, Primožic J, Buongiorno M, Cozza P. Palatal surface and volume in mouth-breathing subjects evaluated with three-dimensional analysis of digital dental casts-a controlled study. *Eur J Orthod.* 2015 Feb;37(1):101-4. doi: 10.1093/ejo/cju018. Epub 2014 Jul 12. PMID: 25016579.
182. Liu S, Xu T, Zou W. Effects of rapid maxillary expansion on the midpalatal suture: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2015 Dec;37(6):651-5. doi:

- 10.1093/ejo/cju100. Epub 2015 Feb 19. PMID: 25700989.
183. Lombardo L, Occhiuto G, Paoletto E, Maino BG, Siciliani G. Class II treatment by palatal miniscrew-system appliance: A case report. *Angle Orthod.* 2020 Mar;90(2):305-313. doi: 10.2319/080218-559.1. Epub 2019 Mar 12. PMID: 30860863; PMCID: PMC8051236.
184. Loriato L, Ferreira CE. Surgically-assisted rapid maxillary expansion (SARME): indications, planning and treatment of severe maxillary deficiency in an adult patient. *Dental Press J Orthod.* 2020 May;25(3):73-84. doi: 10.1590/2177-6709.25.3.073-084.bbo. Epub 2020 Aug 19. PMID: 32844966; PMCID: PMC7437145.
185. Luo E, Liu H, Zhao Q, Shi B, Chen Q. Dental-craniofacial manifestation and treatment of rare diseases. *Int J Oral Sci.* 2019 Feb 20;11(1):9. doi: 10.1038/s41368-018-0041-y. PMID: 30783081; PMCID: PMC6381182.
186. Machado Júnior AJ, Crespo AN. Expansion of the maxilla in adults with OSAS: myth or reality? *Sleep Med.* 2020 Jan;65:170-171. doi: 10.1016/j.sleep.2019.06.014. Epub 2019 Jul 3. PMID: 31648901.
187. Maino GB, Cremonini F, Maino G, Paoletto E, De Maio M, Spedicato GA, Palone M, Lombardo L. Long-term skeletal and dentoalveolar effects of hybrid rapid maxillary expansion and facemask treatment in growing skeletal Class III patients: a retrospective follow-up study. *Prog Orthod.* 2022 Sep 30;23(1):44. doi: 10.1186/s40510-022-00429-0. PMID: 36178519; PMCID: PMC9525546.
188. Maleux O, da Costa Senior O, Politis C, Maleux G. Glue embolisation of a bleeding pseudoaneurysm related to surgically-assisted rapid palatal expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2019 Jul;57(6):597-599. doi: 10.1016/j.bjoms.2019.02.013. Epub 2019 May 31. PMID: 31155397.
189. Marshall SD, Southard KA, Southard TE. Early Transverse Treatment. *Seminars in Orthod.* 2005;11(3):130–139. doi: <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2005.04.006>
190. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 May;117(5):567-70. doi: 10.1016/s0889-5406(00)70202-2. PMID:

10799117.

191. McNamara JA Jr, Bagramian RA. Prospective survey of percutaneous injuries in orthodontic assistants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Jan;115(1):72-6. doi: 10.1016/s0889-5406(99)70318-5. PMID: 9878960.
192. McNamara JA Jr, Lione R, Franchi L, Angelieri F, Cevidanes LH, Darendeliler MA, Cozza P. The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health. *Prog Orthod.* 2015;16:33. doi: 10.1186/s40510-015-0105-x. Epub 2015 Oct 7. PMID: 26446931; PMCID: PMC4596248.
193. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975 Jul;68(1):42-54. doi: 10.1016/0002-9416(75)90158-x. PMID: 1056143.
194. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am J Orthod.* 1982 Oct;82(4):329-42. doi: 10.1016/0002-9416(82)90467-5. PMID: 6961805.
195. Merrill RG, Pedersen GW. Interdental osteotomy for immediate repositioning of dental-osseous elements. *J Oral Surg.* 1976 Feb;34(2):118-25. PMID: 1060738.
196. Mew J. Letters to the Editor. *The Europ J Orthod.* 1993 Dec;15(6):543. doi: <https://doi.org/10.1093/ejo/15.6.543> .
197. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1999 Aug;37(4):268-72. doi: 10.1054/bjom.1999.0127. PMID: 10475647.
198. Moon W. An interview with Won Moon. By André Wilson Machado, Barry Briss, Greg J Huang, Richard Kulbersh and Sergei Godeiro Fernandes Rabelo Caldas. *Dental Press J Orthod.* 2013 May-Jun;18(3):12-28. doi: 10.1590/s2176-94512013000300005. PMID: 24228299.
199. Mossaz CF, Byloff FK, Richter M. Unilateral and bilateral corticotomies for correction of maxillary transverse discrepancies. *Eur J Orthod.* 1992 Apr;14(2):110-6. doi: 10.1093/ejo/14.2.110. PMID: 1582455.
200. Nagrik AP, Bhad WA, Chavan SJ, Doshi UH. A randomized clinical trial to assess the sagittal effects of Transforce transverse appliance (TTA) and NiTi palatal

- expander (NPE) on skeletal class II malocclusion in growing patients during retention phase - A cephalometric study using a historical control group. *Int Orthod*. 2020 Dec;18(4):722-731. doi: 10.1016/j.ortho.2020.08.007. Epub 2020 Oct 2. PMID: 33020047.
201. Netzel F, Schultz K. *Praktychnyi posibnyk z ortodontychnoi diahnostryky* [Practical manual on orthodontic diagnostics]. Lviv: Haldent; 2006.176 p. [in Ukrainian].
202. Neyt NM, Mommaerts MY, Abeloos JV, De Clercq CA, Neyt LF. Problems, obstacles and complications with transpalatal distraction in non-congenital deformities. *J Craniomaxillofac Surg*. 2002 Jun;30(3):139-43. doi: 10.1054/jcms.2002.0304. PMID: 12220991.
203. Ngan P, Nguyen UK, Nguyen T, Tremont T, Martin C. 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 Orthod*. 2018;8:71–85. https://doi.org/10.4103/apos.apos_27_18
204. N'Guyen T, Ayrat X, Vacher C. Radiographic and microscopic anatomy of the mid-palatal suture in the elderly. *Surg Radiol Anat*. 2008 Feb;30(1):65-8. doi: 10.1007/s00276-007-0281-6. Epub 2007 Nov 30. PMID: 18049790.
205. Nimkarn Y, Miles PG. Reliability of computer-generated cephalometrics. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1995;10(1):43-52. PMID: 9081992.
206. Northway WM, Meade JB Jr. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *Angle Orthod*. 1997;67(4):309-20. doi: 10.1043/0003-3219(1997)067<0309:SARMEA>2.3.CO;2. PMID: 9267580.
207. Nowak R, Olejnik A, Gerber H, Frątczak R, Zawiaślak E. Comparison of Tooth- and Bone-Borne Appliances on the Stress Distributions and Displacement Patterns in the Facial Skeleton in Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion-A Finite Element Analysis (FEA) Study. *Materials (Basel)*. 2021 Mar 1;14(5):1152. doi: 10.3390/ma14051152. PMID: 33804454; PMCID: PMC7957660.
208. Obwegeser HL. Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae. The "dish-face" deformity. *Plast Reconstr Surg*. 1969 Apr;43(4):351-65. doi:

10.1097/00006534-196904000-00003. PMID: 5776622

209. Oldenburg C. Draagkracht bepaalt behandelstrategie. Tandartspraktijk. 2021;42(2):50–54. doi: <https://doi.org/10.1007/s12496-021-0025-5>.

210. Orthognathic Surgery Glossary. American Society of Plastic Surgeons.[internet] [date of access: 15.03.2024]. Available from: <https://www.plasticsurgery.org/reconstructive-procedures/orthognathic-surgery/glossary>

211. Ovsenik M. Assessment of malocclusion in the permanent dentition: reliability of intraoral measurements. Eur J Orthod. 2007 Dec;29(6):654-9. doi: 10.1093/ejo/cjm084. Epub 2007 Oct 25. PMID: 17962315.

212. Pallikaraki G, Sifakakis I, Gizani S, Makou M, Mitsea A. Developmental dental anomalies assessed by panoramic radiographs in a Greek orthodontic population sample. Eur Arch Paediatr Dent. 2020 Apr;21(2):223-228. doi: 10.1007/s40368-019-00476-y. Epub 2019 Sep 7. PMID: 31494863.

213. Papadopoulou AK, Koletsi D, Masucci C, Giuntini V, Franchi L, Darendeliler MA. A retrospective long-term comparison of early RME-facemask versus late Hybrid-Hyrax, alt-RAMEC and miniscrew-supported intraoral elastics in growing Class III patients. Int Orthod. 2022 Mar;20(1):100603. doi: 10.1016/j.ortho.2021.100603. Epub 2021 Dec 28. PMID: 34972642.

214. Park JJ, Park YC, Lee KJ, Cha JY, Tahk JH, Choi YJ. Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. Korean J Orthod. 2017 Mar;47(2):77-86. doi: 10.4041/kjod.2017.47.2.77. Epub 2017 Jan 25. PMID: 28337417; PMCID: PMC5359634.

215. Pekkari C, Lund B, Davidson T, Naimi-Akbar A, Marcusson A, Weiner CK. Cost analysis of orthognathic surgery: outpatient care versus inpatient care. Int J Oral Maxillofac Surg. 2024 Feb 29:S0901-5027(24)00053-5. doi: 10.1016/j.ijom.2024.02.005. Epub ahead of print. PMID: 38429199.

216. Persin LS et al. Orthodontics. Diagnosis and treatment of maxillofacial anomalies and deformities. M.: GEOTAR-Media; 2015. 640 p.

217. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod*. 1977 Jul;72(1):42-52. doi: 10.1016/0002-9416(77)90123-3. PMID: 267435.
218. Phillips C, Medland WH, Fields HW Jr, Proffit WR, White RP Jr. Stability of surgical maxillary expansion. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1992;7(3):139-46. PMID: 1291607.
219. Pogrel MA, Kaban LB, Vargervik K, Baumrind S. Surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1992;7(1):37-41. PMID: 1453038.
220. Poorsattar Bejeh Mir K, Poorsattar Bejeh Mir A, Bejeh Mir MP, Haghanifar S. A unique functional craniofacial suture that may normally never ossify: A cone-beam computed tomography-based report of two cases. *Indian J Dent*. 2016 Jan-Mar;7(1):48-50. doi: 10.4103/0975-962X.179375. PMID: 27134455; PMCID: PMC4836098.
221. Posnick JC. Orthognathic Surgery: Past - Present - Future. *J Oral Maxillofac Surg*. 2021 Oct;79(10):1996-1998. doi: 10.1016/j.joms.2021.04.036. Epub 2021 May 19. PMID: 34153242.
222. Posnick JC. Principles and Practice of Orthognathic Surgery. Orthognathic Surgery - 2 Volume Set: Principles and Practice. 2nd Edition. Elsevier Health Sciences Division; 2022. Available from: <https://www.eu.elsevierhealth.com/orthognathic-surgery-2-volume-set-9780323791823.html>.
223. Prado GPR, Koga AF, Furtado FMGP, Ferreira LM, Pereira MD. Two- and Three-Segment Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion: A Clinical Trial. *Plast Reconstr Surg*. 2021 Nov 1;148(5):1086-1097. doi: 10.1097/PRS.0000000000008491. PMID: 34705783.
224. Proffit WR. Contemporary orthodontics. 4th Edition. Mosby, St Louis; 2007. p. 689-707.
225. Proffit WR, Fields HW, Larson BE, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 6th edition. Publisher: Elsevier, Philadelphia, PA; 2019
226. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1996;11(3):191-204. PMID: 9456622.

227. Racey GL, Wallace WR. Surgical techniques for the removal of impacted maxillary third molars. *Dent Clin North Am.* 1979 Jul;23(3):427-38. PMID: 288670.
228. Rastegar-Lari T, Al-Azemi R, Thalib L, Årtun J. Dental arch dimensions of adolescent Kuwaitis with untreated ideal occlusion: variation and validity of proposed expansion indexes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Nov;142(5):635-44. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.05.018. PMID: 23116504.
229. Reukers E. Bovenkaakverbreding met snelle sutuurexpansie. *Tandartspraktijk.* 2020;41(7):45-48. Dutch. doi: 10.1007/s12496-020-0089-7. Epub 2020 Sep 19. PMID: 33012928; PMCID: PMC7525761.
230. Reyneke JP, Conley RS. Surgical/Orthodontic Correction of Transverse Maxillary Discrepancies. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2020 Feb;32(1):53-69. doi: 10.1016/j.coms.2019.08.007. Epub 2019 Nov 4. PMID: 31699580.
231. Ricketts RM. Rocky Mountain Data Systems. *Orthodontic Diagnosis and Planning: Their Roles in Preventive and Rehabilitative Dentistry.* Vol. 2. Rocky Mountain. Orthodontics: [s.n.]; 1982. 472 p.
232. Romano F, Sverzut CE, Trivellato AE, Saraiva MCP, Nguyen TT. Surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE): three-dimensional superimposition on cranial base. *Clin Oral Investig.* 2022 May;26(5):3885-3897. doi: 10.1007/s00784-021-04355-z. Epub 2022 Jan 10. PMID: 35013784.
233. Rotundo R, Nieri M, Iachetti G, Mervelt J, Cairo F, Baccetti T, Franchi L, Prato GP. Orthodontic treatment of periodontal defects. A systematic review. *Prog Orthod.* 2010;11(1):41-4. doi: 10.1016/j.pio.2010.04.013. Epub 2010 May 12. PMID: 20529628.
234. Roy T, Steinbacher DM. Virtual Planning and 3D Printing in Contemporary Orthognathic Surgery. *Semin Plast Surg.* 2022 Dec 14;36(3):169-182. doi: 10.1055/s-0042-1760209. PMID: 36532897; PMCID: PMC9750797.
235. Rutili V, Mrakic G, Nieri M, Franceschi D, Pierleoni F, Giuntini V, Franchi L. Dento-skeletal effects produced by rapid versus slow maxillary expansion using fixed jackscrew expanders: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2021 Jun 8;43(3):301-312. doi: 10.1093/ejo/cjaa086. PMID: 33950178.

236. Sabri R, AbouJaoude N. Interdisciplinary management of a patient with a bilateral cleft lip and palate and 12 congenitally missing teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 Jan;159(1):108-124. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.09.025. PMID: 33357748.
237. Salinero L, Blum JD, Wagner CS, Barrero CE, Pontell ME, Swanson JW, Bartlett SP, Taylor JA. Word of Mouth: Local Antisepsis Practices in Orthognathic Surgery and Opportunities for Innovation. *Cleft Palate Craniofac J*. 2024 Mar;61(3):513-516. doi: 10.1177/10556656221134329. Epub 2022 Oct 22. PMID: 36278755
238. Samsonyanová L, Broukal Z. A systematic review of individual motivational factors in orthodontic treatment: facial attractiveness as the main motivational factor in orthodontic treatment. *Int J Dent*. 2014;2014:938274. doi: 10.1155/2014/938274. Epub 2014 May 20. PMID: 24963296; PMCID: PMC4055094.
239. Sari-Rieger A, Rustemeyer J. Perceptions of Pre- to Postsurgical Profile Changes in Orthognathic Surgery Patients and Their Correlation with Photogrammetric Changes: A Panel Study. *J Maxillofac Oral Surg*. 2015 Sep;14(3):765-72. doi: 10.1007/s12663-015-0753-x. Epub 2015 Mar 6. PMID: 26225075; PMCID: PMC4511912.
240. Schwestka-Polly R. Fortschritte in der gelenkbezüglichen kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie. *Informationen aus Orthodontie & Kieferorthopädie*. 2004;36(4):205–18. <https://doi.org/10.1055/s-2004-832448>
241. Sella Tunis T, Sarne O, Hershkovitz I, Finkelstein T, Pavlidi AM, Shapira Y, Davidovitch M, Shpack N. Dental Anomalies' Characteristics. *Diagnostics (Basel)*. 2021 Jun 25;11(7):1161. doi: 10.3390/diagnostics11071161. PMID: 34202064; PMCID: PMC8304734.
242. Shih SN, Ho KH, Wang CW, Wang KL, Hsieh SC, Chang HM. Management of Class III Malocclusion and Maxillary Transverse Deficiency with Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE): A Case Report. *Medicina (Kaunas)*. 2022 Aug 4;58(8):1052. doi: 10.3390/medicina58081052. PMID: 36013519; PMCID: PMC9415682.

243. Silva NP, Okumura MHT, Colombo LT, Hadad H. Surgically assisted rapid maxillary expansion – A case report. *Research, Society and Development*. 2021;10(4):e8410413804. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13804>
244. Stanbouly D, Tummala H, Shleiwet NH, Zeng Q, Selvi F, Chuang SK, Kinard B. What factors influence the cost of orthognathic surgery among patients in the US? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2023 Jul;136(1):23-32. doi: 10.1016/j.oooo.2022.11.007. Epub 2022 Nov 17. PMID: 37230836
245. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am. J Orthod*.1953;39(10):729–755 [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(53\)90082-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(53)90082-7)
246. Steinhauser EW. Midline splitting of the maxilla for correction of malocclusion. *J Oral Surg*. 1972 Jun;30(6):413-22. PMID: 4555048.
247. Stoliarchuk M. Correlation between transverse cephalometric parameters and the severity of skeletal malocclusions. *Georgian Med News*. 2024 Feb;2(347):15-18. PMID: 38609106.
248. StraightSmile Solutions Ortho Coach for Dentists. Invisalign Align Technology New RPE Palatal Expander Prototype - Release Coming Soon?. 2023. YouTube. [date of access: 15.03.2024]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=9rgcvpKrFc4>
249. Stuart DA, Wiltshire WA. Rapid palatal expansion in the young adult: time for a paradigm shift? *J Can Dent Assoc*. 2003 Jun;69(6):374-7. PMID: 12787474.
250. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Feb;133(2):290-302. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.01.021. PMID: 18249297
251. Swennen GRJ. 3D Virtual Treatment Planning of Orthognathic Surgery: A Step-by-Step Approach for Orthodontists and Surgeons. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017. 568 p.
252. Swennen GR, Schutyser FA, Hausamen JE. (eds). Three dimensional cephalometry: a color atlas and manual. Berlin: Springer ; 2005
253. Sygouros A, Motro M, Ugurlu F, Acar A. Surgically assisted rapid maxillary expansion: cone-beam computed tomography evaluation of different surgical

- techniques and their effects on the maxillary dentoskeletal complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 Dec;146(6):748-57. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.08.013. PMID: 25432256.
254. Talaat S, Kaboudan A, Breuning H, Ragy N, Elshebiny T, Kula K, Ghoneima A. Reliability of linear and angular dental measurements with the OrthoMechanics Sequential Analyzer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015 Feb;147(2):264-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.07.027. PMID: 25636561.
255. Thu KM, Winn T, Abdullah N, Jayasinghe JA, Chandima GL. The maxillary arch and its relationship to cephalometric landmarks of selected malay ethnic group. *Malays J Med Sci.* 2005 Jan;12(1):29-38. PMID: 22605945; PMCID: PMC3349411.
256. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L. Floating norms for the assessment of craniofacial pattern in the deciduous dentition. *Eur J Orthod.* 1996 Aug;18(4):359-65. doi: 10.1093/ejo/18.4.359. PMID: 8921657.
257. Tonin RH, Iwaki Filho L, Yamashita AL, Ferraz FWDS, Tolentino EDS, Previdelli ITDS, et al. Accuracy of 3D virtual surgical planning for maxillary positioning and orientation in orthognathic surgery. *Orthod Craniofac Res.* 2020;23:229–36.
258. Turvey TA. Maxillary expansion: a surgical technique based on surgical-orthodontic treatment objectives and anatomical considerations. *J Maxillofac Surg.* 1985 Apr;13(2):51-8. doi: 10.1016/s0301-0503(85)80016-3. PMID: 3889206.
259. Uribe FA, Farrell B. Surgery-First Approach in the Orthognathic Patient. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2020;32(1):89–103. doi:<https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.08.009>
260. van Ommeren RM, van Riet TC, Ho JT, Jonkman RE, Becking AG. A review and evaluation of orthodontic brackets, molar bands and orthodontic auxiliaries during orthognathic surgery: A prospective cohort study. *J Orthod.* 2024 Mar;51(1):79-86. doi: 10.1177/14653125231186825. Epub 2023 Jul 18. PMID: 37462079; PMCID: PMC10924552.
261. Vanarsdall RL Jr. Transverse dimension and long-term stability. *Semin Orthod.* 1999 Sep;5(3):171-80. doi: 10.1016/s1073-8746(99)80008-5. PMID: 10860069.

262. Vandersea BA, Ruvo AT, Frost DE. Maxillary transverse deficiency - surgical alternatives to management. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007 Aug;19(3):351-68,vi. doi: 10.1016/j.coms.2007.04.007. PMID: 18088890.
263. Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996 Apr;109(4):361-7. doi: 10.1016/s0889-5406(96)70117-8. PMID: 8638577
264. Vidya VS, Sumathi Felicita A. Rapid maxillary expansion as a stand-ard treatment for obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review. *IOSR-JDMS J Dental Med Sci.* 2015;14:51–55. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=29c9d0a1195d63ca3d573b6a9812d3a498a010fd>
265. Ware WH, Ashamalla M. Pulpal response following anterior maxillary osteotomy. *Am J Orthod.* 1971 Aug;60(2):156-64. doi: 10.1016/0002-9416(71)90031-5. PMID: 4997806.
266. Weber TM Jr, Sinojia S, Shao C, Chu DI, Kinard BE. What Is Health Literacy Among Orthognathic Surgery Patients? *J Oral Maxillofac Surg.* 2024 Apr;82(4):434-442. doi: 10.1016/j.joms.2024.01.004. Epub 2024 Jan 6. PMID: 38280726.
267. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod.* 2001 Apr;23(2):105-14. doi: 10.1093/ejo/23.2.105. PMID: 11398548.
268. Wilmes B, Tarraf N, Drescher D. Treatment of maxillary transversal deficiency by using a mini-implant-borne rapid maxillary expander and aligners in combination. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Jul;160(1):147-154. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.11.037. Epub 2021 Apr 24. PMID: 33906772.
269. Wolford LM, Karras S, Mehra P. Concomitant temporomandibular joint and orthognathic surgery: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002 Apr;60(4):356-62; discussion 362-3. doi: 10.1053/joms.2002.31220. PMID: 11928087.
270. Xiang Z, Wang Y, Helal H, Wang P, Zhang Z, Li J. Surgical Treatment Selection in Adult Class III Patients With Maxillary Transverse Deficiency. *J Craniofac Surg.*

- 2020 Sep;31(6):1568-1571. doi: 10.1097/SCS.00000000000006414. PMID: 32310870.
271. Yamamoto S, Kurosaka H, Mihara K, Onoda M, Haraguchi S, Yamashiro T. Long-term follow-up of a patient diagnosed with Crouzon syndrome who underwent Le Fort I and III distraction osteogenesis using a rigid external distractor system. *Angle Orthod.* 2023 Nov 1;93(6):736-746. doi: 10.2319/011823-40.1. PMID: 37302140; PMCID: PMC10633798.
272. Zammit D, Ettinger RE, Sanati-Mehrizy P, Susarla SM. Current Trends in Orthognathic Surgery. *Medicina.* 2023;59(12):2100. <https://doi.org/10.3390/medicina59122100>
273. Zamora N, Llamas JM, Cibrián R, Gandia JL, Paredes V. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *Angle Orthod.* 2011 Sep;81(5):856-64. doi: 10.2319/121210-717.1. Epub 2011 Apr 7. PMID: 21469969; PMCID: PMC8916191.
274. Zaroni FM, Sales PHDH, Maffia F, Scariot R. Complications of orthognathic surgery in patients with cleft lip and palate: A systematic review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2024 Feb 8;125(6):101795. doi: 10.1016/j.jormas.2024.101795. Epub ahead of print. PMID: 38340958.
275. Zeng W, Yan S, Yi Y, Chen H, Sun T, Zhang Y, Zhang J. Long-term efficacy and stability of miniscrew-assisted rapid palatal expansion in mid to late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2023 Nov 3;23(1):829. doi: 10.1186/s12903-023-03574-y. PMID: 37924088; PMCID: PMC10623697.
276. Zinser MJ, Sailer HF, Ritter L, Braumann B, Maegele M, Zoller JE. A paradigm shift in orthognathic surgery? A comparison of navigation, computer-aided designed/computer-aided manufactured splints, and “classic” intermaxillarysplints to surgical transfer of virtual orthognathic planning. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(2151):e1-21
277. Zupan J, Ihan Hren N, Verdenik M. An evaluation of three-dimensional facial changes after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): an observational study. *BMC Oral Health.* 2022 May 2;22(1):155. doi: 10.1186/s12903-

022-02179-1. PMID: 35501780; PMCID: PMC9063160.

ДОДАТКИ

Додаток А



(11) 153502

(19) UA

(51) МПК (2023.01)
A61C 7/00

(21) Номер заявки: u 2023 00570

(22) Дата подання заявки: 15.02.2023

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: 13.07.2023

(46) Дата публікації відомостей
про державну реєстрацію
та номер Біюлетеня: 12.07.2023,
Бюл. № 28

(72) Винахідники:
Колчак Андрій
Володимирович, UA,
Столярчук Марина
Михайлівна, UA,
Канюра Олександр
Андрійович, UA

(73) Виподілець:
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМ. О.О.
БОГОМОЛЬЦЯ,
бул. Шевченка, 13, м. Київ,
01601, UA

(54) Назва корисної моделі:

**ОРТОДОНТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ АНОМАЛІЙ ТА ДЕФОРМАЦІЙ ВЕРХНЬОЇ
ЩЕЛЕПИ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ ЇЇ ЗВУЖЕННЯМ**

(57) Формула корисної моделі:

Ортодонтичний пристрій для лікування аномалій та деформацій верхньої щелепи, що супроводжуються її звуженням, що містить пластмасовий базис з трьома розпілками: середньо-сагітальний та два кутові в проекції альвеолярного відростка верхньої щелепи на ділянці молярів, та три гвинти і кламери Адамса, які відрізняються тим, що кламери Адамса вмонтовані з кільцеподібними завітками, на бокових сегментах пластмасового базису встановлені металеві гачки для фіксації еластичних тяг, які закріплені до ортодонтичних юнолок, фіксованих на вестибулярній та піднебінній поверхнях премоларів.