

ПРИНЦИПИ ОРТОДОНТИЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ ІЗ ВРОДЖЕНИМИ ОДНОБІЧНИМИ НЕЗРОЩЕННЯМ ВЕРХНЬОЇ ГУБИ ТА ПІДНЕБІННЯ: БІОМЕХАНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Філоненко В.В. <https://orcid.org/0000-0003-1060-9058>

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

valeriifilonenko@gmail.com

Актуальність. Лікування дітей з вродженими незрошеннями губи та піднебіння (ВНГП) починається від народження і триває до зрілого віку та вимагає мультидисциплінарного підходу. Кожен з етапів ортодонтичних втручань має певні особливості.

Ціль: провести біомеханічне обґрунтування принципів ортодонтичного лікування пацієнтів з однобічними ВНГП.

Матеріали та методи. Проаналізовано міждисциплінарний підхід та наведено біомеханічне обґрунтування принципів ортодонтичного лікування 137 дітей (середній вік $9,3 \pm 4,2$ роки) на прикладі пацієнта Р., який звернувся до клініки у віці 5 роки з діагнозом вроджене лівобічне наскрізне незрошення верхньої губи, альвеолярного відростка, твердого та м'якого піднебіння після хейлоринопластики та велоластики.

Результати. Комплексне діагностичне обстеження пацієнтів з ВНГП включало збір анамнезу, клінічні суб'єктивні та об'єктивні методи. Створено імітаційну та дискретну моделі для моделювання переміщень частин біомеханічної системи, що включала ортодонтичний апарат та верхню щелепу, при впливі кутових рухів на 360° . При цьому використано розраховані вектори сил з амплітудою 50 Н. Визначено рентгенологічну щільність (РЩ) компактного шару кісткової тканини при дії навантажень. Виявлено характерні особливості формування зубощелепних деформацій (ЗЩД) у пацієнтів з ВНГП та динаміку їх ортодонтичного лікування за допомогою морфометричних та антропометричних вимірів сканованих моделей щелеп.

Висновок. При лікуванні дітей з ВНГП важливим є дотримання скоординованого алгоритму реабілітації, успіх залежить від своєчасних та топографо-функціональних підготовлених хірургічних втручань і послідовної ортодонтичної корекції з визначенням закономірностей змін напружено-деформованого стану та величин деформаційних зміщень незрошених фрагментів верхньої щелепи.

Ключові слова: вади розвитку щелепно-лицевої ділянки, ортодонтичні апарати, концентрація напружень, рентгенологічна щільність, реабілітація.

Актуальність. Вроджені незрошення губи та піднебіння (ВНГП) є однією з поширених вад розвитку щелепно-лицевої ділянки [1-3]. Лікування дітей з ВНГП починається від народження і триває до зрілого віку, вимагає мультидисциплінарного підходу, поетапних та скоординованих хірургічних та нехірургічних втручань. Через велику варіабельність анатомо-функціональних і клінічних проявів, суб'єктивне відношення пацієнтів із нерозумінням значущості і послідовності кожного з етапів реабілітації, факторів, що перешкоджають наданню якісної допомоги (епідемія COVID-19, війна) не завжди вдається знайти оптимальні шляхи вирішення проблем [3, 4].

Кожен з етапів ортодонтичних втручань має певні особливості, тривалість і важливість для досягнення позитивних анатомо-функціональних результатів [1, 2, 5]. Топографія деформованих структур м'яких тканин та верхньої щелепи, наслідки перенесених хірургічних втручань, вік пацієнтів та їх психоемоційний стан створюють певні обмеження у застосуванні ортодонтичних конструкцій [6-8]. Клінічний ефект лікування визначають напруження і деформації, що виникають під дією апаратів у біологічних тканинах зубощелепного апарату (ЗЩА), спричиняючи адаптивну перебудову [9-13]. Ґрунтовне вивчення особливостей функціонування біомеханічних

систем, що включають ортодонтичні конструкції та ЗЩА, в експериментально-теоретичних дослідженнях набуває особливого значення для досягнення оптимальних результатів реабілітації. Це дозволяє сформувати принципи ортодонтичного лікування та його біомеханічне обґрунтування.

Ціль: провести біомеханічне обґрунтування принципів ортодонтичного лікування пацієнтів з однібічними ВНГП.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Проаналізовано міждисциплінарний підхід та наведено біомеханічне обґрунтування принципів ортодонтичного лікування 137 дітей (середній вік $9,3 \pm 4,2$ роки) на прикладі пацієнта Р., чоловічої статі, який звернувся до Стоматологічного медичного центру, кафедри ортодонції та пропедевтики ортопедичної стоматології НМУ імені О.О. Богомольця у віці 5 роки з діагнозом вроджене лівобічне наскрізне незрощення верхньої губи, альвеолярного відростка, твердого та м'якого піднебіння після двох етапів первинних хірургічних втручань (хейлоринопластики та велоластики). Діагностичне обстеження проведено відповідно «Карті обстеження пацієнта з ВНГП із ЗЩД» [14]. З метою визначення оптимальних режимів активації ортодонтичних апаратів з активними елементами у вигляді гвинтів, встановлено закономірності змін напружено-деформованого стану та величин деформаційних зміщень незрощених фрагментів верхньої щелепи при силовому навантаженні в 50 Н. Проаналізовано показники РЩ кісткової тканини верхньої щелепи із використанням методу комп'ютерної томографії (КТ).

Батькам у повному обсязі надано інформацію про характер захворювання, особливості діагностики та лікування, а також дотримання конфіденційності при використанні персональної інформації, підписано інформаційні згоди.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Комплексне діагностичне обстеження пацієнтів з ВНГП включає збір анамнезу

захворювання і життя, клінічні суб'єктивні та об'єктивні методи. Для встановлення діагнозу, оцінки психічного та фізичного розвитку застосовуються клінічні й параклінічні методи. Складання плану ортодонтичного лікування передбачає врахуванням етапності хірургічних втручань та мультидисциплінарного супроводу інших фахівців.

Встановлено, що 96,4% пацієнтів ($n=132$) не мали повноцінного ортодонтичного прехірургічного супроводу. Обтураторами користувались лише 6,1% немовлят ($n=8$), системою DynaCleft окремо або разом з доопераційним назоальвеолярним молдингом (PNAM) або внутрішньоротовими пластинками – 11,4% ($n=15$). Після хейлоринопластики апаратами, спрямованими на нівелювання тиску змінної губи, користувалось 6,6% дітей ($n=9$), після велоластики ретенційними апаратами – 8,8% ($n=12$).

При зборі анамнезу пацієнта Р., відмічено скарги на порушення естетики, відкушування та пережовування їжі, фонетики, акцентовано увагу на деформацію та дефект верхнього зубного ряду. Підтверджено негенетичну причину вродженої вади. З боку ЛОР-органів скарги на порушення носового дихання, рясні слизові виділення з носа (проходять періодичне медикаментозне лікування). Прорізування зубів своєчасне (за виключенням ділянки дефекту альвеолярного відростка).

Ортодонтичне лікування розпочато з перших днів життя. Користувались обтуратором, що забезпечило можливість природнього вигодовування до 4 місяців. Після хейлоринопластики – функціональним апаратом по типу базису знімного протезу з пелотами у фронтальній ділянці. З 4 до 8 місяців – вигодовування змішане. Велоластику та пластику вуздечки верхньої губи проведено у 10 місяців, після чого близько року користувались ретенційним апаратом. Далі, з об'єктивних та суб'єктивних причин, ортодонтичне лікування було призупинено. Відсутність єдиного реєстру дітей з ВНГП не дозволяє відтворити повну картину ведення пацієнтів з перших днів життя, а недостатній рівень дохірургічної ортодонції та ортодонтичного супроводу під час первинних

хірургічних втручань є однією з причин високої поширеності ЗЩД у старшому віці.

Під час об'єктивного обстеження діагностовано мілкий присінок порожнини рота у фронтальній ділянці верхньої щелепи, діастаз фрагментів в ділянці альвеолярного відростку близько 9 мм, незрощені фрагменти альвеолярного відростка зміщені по сагіталі та трансверзалі. Виявлено дефект твердого піднебіння з локалізацією в передній, середній та задній третинах. Функція м'якого піднебіння порушена, довжина вкорочена, м'язи задіяні при вимові звуку «А», наявні нормотрофічні рубці нижньої третини та девіація uvulae вправо. Зубна формула відповідає періоду тимчасового прикусу. Визначено місцеву гіпоплазію зубів. Діагностовано зміщення серединної лінії вправо. Прикус перехресний лівосторонній, з тенденцією до мезіального (мал. 1).

Найкращі результати ортодонтичного лікування пацієнтів з ВНГП вдається досягти у період піку росту верхньої щелепи (фронтальної та бічних ділянок піднебіння) та носоорбітального комплексу знімними та незнімними ортодонтичними апаратами. До проведення уранопластики лікування проводилось з використанням знімних верхньощелепних міжщелепного типу дії апаратів з оклюзійними накладками, одним та двома гвинтами. Їх особливостями були секторальні розпили для переміщення окремих фрагментів щелепи.

Зважаючи на специфіку ЗЩД та анатомо-топографічні та функціональні особливості ЗЩА у пацієнтів з ВНГП, вивчення закономірностей змін напружено-деформованого стану та визначення величин деформаційних зміщень незрощених фрагментів щелепи при силовому навантаженні ортодонтичними конструкціями, є важливим для прогнозування стратегії лікування. Створено імітаційну та дискретну моделі з розрахованими векторами сил амплітудою 50 Н для моделювання переміщень частин біомеханічної системи, що включала ортодонтичний апарат та верхню щелепу, при впливі кутових рухів на 360° (один оберт гвинта). Дискретизацію елементів імітаційної моделі проведено в напівавтоматичному режимі програмного комплексу ANSYS 12.1 з використанням 10-ти вузлових пірамідальних скінченних елементів (CE) SOLID187 з 731865 вузлами [15]. Встановлено величини еквівалентних напружень в кортикальній тканині кісток ЗЩА за Мізесом, МПа та напрямок переміщення вузлів системи. Максимальну концентрацію напружень виявлено на вилицево-відростку верхньої щелепи на рівні вилице-щелепного шва (Zyg-Zyg), на місці перетину компактних пластинок дна гайморової пазухи та вилице-альвеолярного гребня (Zyg-Alv), на місці з'єднання компактної пластинки горба верхньої щелепи та клиноподібної кістки (TS) здорової сторони та сторони незрощення та на



Мал. 1. Внутрішньоротове фото пацієнта Р. з лівобічним наскрізним ВНГП

кістковій перегородці носа у найбільш ввігнутій точці носолобного контрфорсу (N).

При розрахунку моделей встановлено, що через систему контрфорсів середньої зони обличчя силові навантаження від ортодонтичного апарату передавались на структурні елементи лицевого черепа. Величина еквівалентних напружень та деформації виявляється різною в ділянках моделі, що спричиняє різні за напрямком переміщення біомеханічної системи.

Межі концентрації напруження за Мізесом у ділянках його максимальної концентрації при модулі пружності кортикальної кістки 3500-8500 МПа за навантаження у 50 Н представлено в таблиці 1.

Напруження виявлялися більшими на стороні незрощення в околі малого фрагменту верхньої щелепи в 1,5 рази. При цьому відмічено превалювання на здоровій стороні у ділянці Zyg-Alv. У ділянці кісткової перегородки носа та задньої третини твердого піднебін-

ня переважали сили розтягу, носо-лобний та вилице-альвеолярний контрфорси в більшій мірі зазнавали згину та зсуву. Встановлено, що якісно характер розподілу напружень і деформацій у дітей з ВНГП практично не залежить від жорсткості кортикального шару кісток ЗЩА.

Базуючись на коефіцієнтах ослаблення рентгенівського випромінювання, визначено щільність компактного шару кісткової тканини у ділянках максимальної концентрації напруження за Мізесом на здоровій стороні та стороні незрощення при дії навантажень в одиницях Гаунсфілда, HU [16] із застосуванням інструменту «Rectangle» програмного забезпечення для перегляду DICOM файлів «Horos». Min-Max показники РЩ вказано у таблиці 2.

Визначена мінеральна насиченість згідно емпіричних залежностей між РЩ і модулем пружності у ділянках Zyg-Zyg, Zyg-Alv здоро-

Таблиця 1

Напруження за Мізесом у ділянках його максимальної концентрації при модулі пружності кортикальної кістки 3500-8500 МПа при навантаженні 50 Н

Навантаження (50 Н)				
Ділянки максимальної концентрації напружень		Модуль пружності кортикальної кістки		
		8500 МПа	5500 МПа	3500 МПа
Zyg-Zyg	здорова сторона	6,7-9,5	4,1-6,1	2,7-3,8
	сторона незрощення	8,2-15,0	5,2-9,8	3,5-6,8
Zyg-Alv	здорова сторона	12,6-15,7	9,6-11,5	6,2-8,1
	сторона незрощення	8,1-12,1	7,2-8,0	4,7-5,4
TS	здорова сторона	12,7-17,8	8,2-11,8	5,2- 8,2
	сторона незрощення	19,8-21,7	14,2-15,4	8,5-9,3
N		41,3-59,2	14,8-26,5	12,2-22,5

Таблиця 2

Показники рентгенологічної щільності компактного шару кісткової тканини у ділянках максимальної концентрації напруження за Мізесом

Ділянки максимальної концентрації напружень		Рентгенологічна щільність компактного шару кісткової тканини, Min-Max, HU
Zyg-Zyg	здорова сторона	1405-1469
	сторона незрощення	1067-1161
Zyg-Alv	здорова сторона	1232-1371
	сторона незрощення	1077-1219
TS	здорова сторона	757-831
	сторона незрощення	655-785
N		1576-1631

вої сторони та N відповідає модулю пружності на рівні 6500-8999 МПа (нормальна кортикальна тканина із помірною мінеральною насиченістю). У ділянках Zyg-Zyg, Zyg-Alv сторони незрощення та TS з обох сторін – модулю пружності на рівні 3500-6499 МПа (низькомінералізована пориста кортикальна кісткова тканина) [17]. РЩ дозволяє характеризувати жорсткість і міцність кістки та розподілити величини силового впливу ортодонтичних апаратів. Активацію гвинта за таких умов допустимо проводити на один оберт один раз на 2-3 дні при цілодобовому користуванні апаратом, але лікування вимагає подовженого ретенційного періоду.

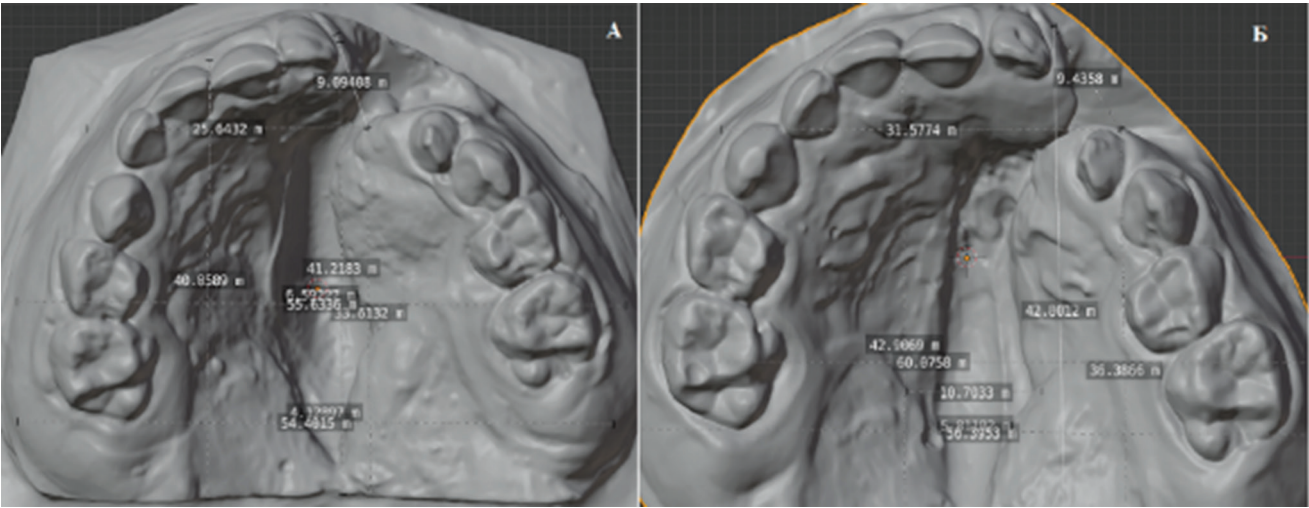
Морфометричні та антропометричні виміри сканованих моделей щелеп [18, 19] з використанням програмного пакету для створення тривимірної комп'ютерної графіки «Blender» (мал. 2) дозволяють виявити особливості ЗЩД при ВНГП та динаміку ортодонтичного лікування (мал.3), що представлено у таблицях 3-4.

Факторами впливу на надання ортодонтичної допомоги пацієнтам з ВНГП, що потребують тривалої та спланованої реабілітації є

екстремальні ситуації (техногенні катастрофи, епідемії, війна). Після уранопластики, проведеної наприкінці 2021 року ретенційний ортодонтичний апарат не виготовлено. Через 9 місяців від початку повномасштабного вторгнення рф лікування було продовжено. Відмічено рецидив ЗЩД у вигляді звуження та вкорочення зубного ряду верхньої щелепи (зменшення B-S на 2,6 мм, 3''-3 на 2,9 мм, S1 на 5,3 мм, S2 на 2,2 мм; Sag Front на 5,0 мм, C-C' на 5,7 мм, P1-P1' на 3,0 мм, P2-P2' на 2,2 мм).

Для подальшого лікування обрано незнімний верхньощелепний апарат, що складається з литого металевого бюгелю від других тимчасових молярів до ділянки різців на здоровій стороні, гвинта Хайрекс зі штангами для з'єднання з опорними елементами та оклюзійних накладок. Досягнуто позитивних анатомічних та морфометричних результатів (мал. 4-5), що представлено у таблицях 3-4.

Пацієнт залишається під наглядом, продовжує користуватися ортодонтичним апаратом для корекції серединної лінії. Наступним хірургічним етапом заплановано кісткову пластику дефекту альвеолярного відростку верхньої щелепи.



Мал. 2. Сканована модель верхньої щелепи пацієнта Р. на початку ортодонтчного лікування (А) та перед проведенням уранопластики (Б)



Мал. 3. Внутрішньоротове фото пацієнта Р. перед проведенням уранопластики

Таблиця 3

Морфометричні параметри верхньої щелепи пацієнта Р. на початку ортодонтчного лікування та перед проведенням уранопластики

Параметри, мм*	B-S	1-1'	Db'-Ds'	2-2'	3''-3	S1	S2	S3	S2-3
До лікування	54,4	4,1	55,6	6,6	25,6	40,1	41,2	33,6	9,1
Після апарату 1	55,6	5,2	57,9	8,7	29,2	40,1	41,2	35,3	8,3
Після апарату 2	56,4	5,8	60,1	10,7	31,6	42,9	42,8	36,4	9,5

*B-S – трансверзальний розмір на межі твердого та м'якого піднебіння; 1-1' – трансверзальний розмір дефекту на межі твердого та м'якого піднебіння; Db'-Ds' – трансверзальний розмір в проєкції дистальних поверхонь коронок 55 та 65 зубів; 2-2' – трансверзальний розмір в проєкції дистальних поверхонь коронок 55 та 65 зубів; 3''-3 – трансверзальний розмір великого фрагменту та дефекту відповідно лінії, що проходить від точки, що найбільш виступає на передньому краї малого фрагменту до перетину з дистальним краєм великого фрагменту, S1 – сагітальний розмір базисний; S2 – сагітальний розмір великого фрагменту; S3 – сагітальний розмір малого фрагменту; S3 – сагітальний розмір малого фрагменту щелепи; S 2-3 – дефіцит торцевого змикання

Таблиця 4

Антропометричні параметри верхньої щелепи пацієнта Р. на початку ортодонтичного лікування та перед проведенням уранопластики

Параметри, мм*	Sag Front	C-C'	P1-P1'	P2-P2'
До лікування	28,9	29,4	35,3	41,6
Після апарату 1	28,9	32,7	37,7	42,1
Після апарату 2	31,8	35,2	38,9	42,8

*Sag Front – довжина зубного ряду в ділянці між зубами 11|21 – 14-24 (51|61 – 53-63); C-C' – ширина зубного ряду між зубами 13-23 (53-63); P1-P1' – ширина зубного ряду між зубами 14-24 (54-64); P2-P2' – ширина зубного ряду між зубами 15-25 (55-65)



Мал. 4. Внутрішньоротове фото пацієнта Р. після зняття незнімного верхньощелепного апарату



Мал. 5. Сканована модель верхньої щелепи пацієнта Р. на етапі відновлення лікування (А) та після використання незнімного верхньощелепного апарату (Б)

Таблиця 5

Морфометричні параметри верхньої щелепи пацієнта Р. на етапі відновлення лікування та після використання незнімного апарату

Параметри, мм*	B-S	Db' - Ds'	3''-3	S1	S2	S3	S2-3
Відновлення лікування	53,8	56	28,7	37,6	39,3	34,2	6,8
Після використання апарату	55,5	59,1	31,6	40,8	41,9	35,4	7,6

Таблиця 6

Антропометричні параметри верхньої щелепи пацієнта Р. на етапі відновлення лікування та після використання незнімного апарату

Параметри, мм*	Sag Front	C-C'	P1-P1'	P2-P2'
Відновлення лікування	26,8	29,5	35,9	40,6
Після використання апарату	29,9	32,5	38,1	41,7

ОБГОВОРЕННЯ

Поширеність ВНГП в Україні протягом останніх років залишається стабільною і коливається в межах від 0,091% до 0,1% [20], що обґрунтовує необхідність посилення заходів із своєчасного виявлення та обліку дітей із зазначеними вадами, а діагностика та лікування вимагає постійного пошуку та впровадження нових методів. Різноманіття клінічних проявів патологічних прикусів потребує послідовності та етапності хірургічних операцій і ортодонтичної корекції, вчасної допомоги суміжних спеціалістів [3, 6, 7], адже на послідовність втручань впливають наявні супутні захворювань [21]. Прийнятного результату вдається досягти виключно при злагодженому механізмі поступовості у лікуванні кожним спеціалістом, що визначене у часі та об'ємі, за умови мотивації та розуміння етапів реабілітації батьками і, певною мірою, дитиною [22, 23].

Екстремальні умови спричинили особливо виразний вплив на стоматологічне здоров'я дітей, що мають отримувати тривалий і заздалегідь спланований курс лікування [9]. Пацієнти з ВНГП не мали змоги вчасної корекції ортодонтичних конструкцій, стикались з їх полом-

ками, не могли потрапити до клінік з метою виготовлення нових лікувальних чи ретенційних апаратів. Результатом був рецидив ЗЩД, що проявлявся у вигляді звуження та вкорочення зубного ряду.

Вивчення особливостей біомеханічної поведінки систем, що включають в себе ортодонтичну конструкцію та ЗЩА в експериментально-теоретичних дослідженнях є основою якісної комплексної реабілітації пацієнтів. В основі досліджень покладено механіко-математичне моделювання [10-12] етапів ортодонтичного лікування ЗЩД. Зважаючи на важливість змін у структурі кісткової тканини, що відбуваються в процесі адаптивного ремоделювання, визначення показників РЩ у дітей з ВНГП із використанням КТ черепа з подальшою 3D-реконструкцією зображень є важливим діагностичним критерієм при плануванні хірургічних та ортодонтичних втручань. При цілодобовому користуванні апаратом за низької мінеральної насиченості кісток ЗЩА, можливості до їх перебудови є більшими, що дозволяє застосовувати більші сили із меншим ризиком негативних ефектів, але вимагає подовженого ретенційного періоду. Його відсутність призвела до рецидиву, що підтверджено результатами морфоме-

тричних та антропометричних вимірювань моделей щелепи.

З урахуванням анатомо-топографічних особливостей незрощень та ЗЩД, біомеханічного обґрунтування дії ортодонтичних конструкцій за умови послідовності і наступності кожного з етапів лікування, вбачається головне завдання комплексної реабілітації дітей з ВНГП, що полягає у запобіганні ортогнатохірургічних втручань, відсоток яких сягає від 14% до 75% [24].

Успішне лікування пацієнтів з ВНГП вимагає командної роботи між хірургом, ортодонтом та іншими членами мультидисциплінарної команди з метою досягнення оптимальної зубо-лицевої естетики [25]. Для спрощення та покращення комплексної реабілітації доцільне створення єдиного реєстру дітей з ВНГП, що дозволить відтворювати повну картину ведення пацієнтів.

ВИСНОВКИ

При лікуванні дітей з ВНГП важливим є дотримання скоординованого алгоритму реабілітації, успіх залежить від своєчасних та топографо-функціональних підготовлених хірургічних втручань і послідовної ортодонтичної корекції з визначенням закономірностей змін напружено-деформованого стану та величин деформаційних зміщень незрощених фрагментів верхньої щелепи.

Конфлікт інтересів. Автори даного рукопису стверджують, що конфлікт інтересів під час виконання дослідження та написання рукопису відсутній.

Джерела фінансування. Виконання даного дослідження та написання рукопису було виконано без зовнішнього фінансування.

REFERENCES

1. Letizia P, d'Apuzzo F, Eslami S, Jamilian A. Cleft Lip and Palate Patients: Diagnosis and Treatment. Chapter. In: Designing Strategies for Cleft Lip and Palate Care. UK: IntechOpen. 2017. DOI: 10.5772/67328
2. Fowler P, Ardouin K, Haworth J, Snape L. Long-term treatment outcomes from the perspective of a patient with unilateral cleft lip and palate. *BMJ Case Rep.* 2021;14(12):e246582. DOI: 10.1136/bcr-2021-246582.
3. Yakovenko LM (red.). [Surgical stomatology and maxillofacial surgery of childhood]. Kyiv: Medysyna. 2022. 496 p. [in Ukrainian].
4. Levy-Bercowski D, Abreu A, Londono J, Haeberle CB. Use of an esthetic overdenture as an alternative treatment in a patient with bilateral cleft lip and palate. *J Prosthet Dent.* 2019;121(2):200-205. DOI: 10.1016/j.prosdent.2018.04.015
5. Gillgrass T. The orthodontic management of patients with cleft lip and palate: from birth to the late mixed dentition. *Br Dent J.* 2023;234(12):873-880. DOI: 10.1038/s41415-023-5955-x
6. Sharma G. Orthodontic management of cleft lip and palate patients. In: Ayşe G, ed. *Current treatment of cleft lip and palate.* UK: IntechOpen. 2020. DOI: 10.5772/intechopen.90076
7. Melnyk A, Filonenko V. Clinical and phonetic features of dentognathic deformations, their orthodontic treatment. In: Ardelean LC, Rusu L-CC, editors. *Human teeth – from function to esthetics.* UK: IntechOpen. 2023. DOI: 10.5772/intechopen.109636
8. Alrejaye N, Gao J, Hatcher D, Oberoi S. Effect of maxillary expansion and protraction on the oropharyngeal airway in individuals with non-syndromic cleft palate with or without cleft lip. *PLoS One.* 2019;14(7):e0213328. DOI: 10.1371/journal.pone.0213328
9. Filonenko VV, Kaniura OA, Bidenko NV, Yefymenko VP, Shpak DIu. [Problems of comprehensive rehabilitation of children with congenital cleft lip and palate during the COVID-19 pandemic and the introduction of martial law, their influence on the formation of dentognathic deformities]. *Actual Dentistry.* 2023;5(116):68-76. [in Ukrainian]. DOI: 10.33295/1992-576X-2022-3-38
10. Garib D, Yatabe M, de Souza Faco RA, Gregorio L, Cevidanes L, de Clercke H. Bone-anchored maxillary protraction in a patient with complete cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018; 153:290-297. DOI: 10.1016/j.

- ajodo.2016.10.044
11. Lee H, Nguyen A, Hong C, Hoang P, Pham J, Ting K. Biomechanical effects of maxillary expansion on a patient with cleft palate: A finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150(2):313-323. DOI: 10.1016/j.ajodo.2015.12.029
 12. Tong H, Gao F, Yin J, Shi Z, Song T, Li H, Sun X et al. Three-dimensional quantitative evaluation of midfacial skeletal changes after trans-sutural distraction osteogenesis for midfacial hypoplasia in growing patients with cleft lip and palate. *J of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* 2015;1-9. DOI: 10.1016/j.jcms.2015.08.027
 13. Elabbassy EH, Sabet NE, Hassan IT, Elghoul DH, Elkassaby MA. Bone-anchored maxillary protraction in patients with unilateral cleft lip and palate. *The Angle orthodontist.* 2020;90(4):539-547. DOI: 10.2319/091919-598.1
 14. Filonenko VV, Kaniura OA, Yakovenko LM, Bidenko NV, Shafeta OB. [Copyright of the work "Card of examination of the patient patient with congenital cleft upper lip and palate with dentognathic deformities"]. Date of registration 11.08.2020, No. 98841. Copyright and related rights. Bulletin No. 60. pp. 207. [in Ukrainian]. Available on: https://ukrpatent.org/atachs/BULETEN___Avt_Pravo___%E2%84%96_60-2020.pdf
 15. ANSYS structural analysis guide: ANSYS release12.1./ANSYS, Inc.: is certified to ISO9001:2008. South pointe 275 TDC, PA15317; (T) 724-746-3304 (F) 724-514-9494. Available on: <http://www.ansys.com>
 16. Hounsfield scale. Wikipedia [Internet]. Available on: https://en.wikipedia.org/wiki/Hounsfield_scale [accessed 20 Sep 2023].
 17. Malanchuk VO, Kopchak AV. [Assessment of the quality of bone tissue of the facial skull and classification of its types based on biomechanical parameters]. *Ukrainian medical journal.* 2013;1(93):126-131. [in Ukrainian]. Available on: <https://www.umj.com.ua/article/46039/ocinka-yakosti-kistkovoi-tkanini-licevogo-viddilul-cherepa-ta-klasifikaciya-ii-tipiv-na-osnovi-biomexanichnix-parametriv>
 18. Filonenko VV, Melnyk AO, Shafeta OB, Yakovenko LM. [Copyright of the work "The method of determining the transverse dimensions of the defect and fragments of the upper jaw in children with cleft"]. Date of registration 12.05.2021, No. 104515. Copyright and related rights. Bulletin No. 65. pp. 30. [in Ukrainian]. Available on: <https://ukrpatent.org/uk/articles/bulletin-copyright>
 19. Filonenko VV, Melnyk AO, Shafeta OB, Yakovenko LM. [Copyright of the work "The method of determining the sagittal dimensions of the defect and fragments of the upper jaw in children with cleft"]. Date of registration 12.05.2021, No. 104516. Copyright and related rights. Bulletin No. 65. pp. 31. [in Ukrainian]. Available on: <https://ukrpatent.org/uk/articles/bulletin-copyright>
 20. Filonenko VV, Kaniura OA, Palamar BI, Bidenko NV. [Prevalence of congenital cleft lip and palate in Ukraine]. *Ukrainian dental almanac.* 2023; 4:90-96. [in Ukrainian]. Available on: <https://dental-almanac.org/index.php/journal/article/view/638/632>
 21. Yakovenko LM, Bidenko NV, Yefymenko VP. [Associated and dental morbidity in children with CLP]. *Bulletin of Dentistry.* 2023;2(123):165-9. [in Ukrainian]. Available on: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-48-2.29>
 22. Abualfaraj R, Daly B, McDonald F, Scambler S. Cleft lip and palate in context: Learning from, and adding to, the sociological literature on long-term conditions. *Health (London).* 2018;22(4):372-88. DOI: 10.1177/1363459317693409. PMID: 29232992.
 23. Khaletska VM. [Features of treatment of narrowing of the upper jaw in the transverse plane in children with complete cleft palate]. Kharkiv: KNMU. 2017. 183 p. [in Ukrainian]. Available on: <https://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/17283>
 24. Roy AA, Rtshiladze MA, Stevens K, Phillips J. Orthognathic surgery for patients with cleft lip and palate. *Clin Plast Surg.* 2019;46(2):157-171. DOI: 10.1016/j.cps.2018.11.002
 25. Parsaei Y, Uribe F, Steinbacher D. Orthodontics for unilateral and bilateral cleft deformities. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2020;32(2):297-307. DOI: 10.1016/j.jcoms.2020.01.011.

Article history:

Received: 05.05.2024

Revision requested: 08.05.2024

Revision received: 11.08.2024

Accepted: 25.09.2024

Published: 30.09.2024

PRINCIPLES OF ORTHODONTIC TREATMENT OF PATIENTS WITH CONGENITAL UNILATERAL CLEFT UPPER LIP AND PALATE: BIOMECHANICAL JUSTIFICATION

*Filonenko V.V.**Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine**valeriifilonenko@gmail.com*

Background. Treatment of children with congenital cleft lip and palate (CLP) begins at birth and continues until adulthood, requiring a multidisciplinary approach. Each of the stages of orthodontic interventions has certain features.

Aim: to conduct a biomechanical substantiation of the principles of orthodontic treatment of patients with unilateral CLP.

Materials and methods. An interdisciplinary approach was analyzed and a biomechanical justification of the principles of orthodontic treatment of 137 children (average age 9.3 ± 4.2 years) was given, using the example of patient P, who applied to the clinic at the age of 5 with a diagnosis of congenital left-sided cleft upper lip, alveolar process, hard and soft palate after cheilorhinoplasty and veloplasty.

Results. A complex diagnostic examination of patients with CLP included collection of anamnesis, clinical subjective and objective methods. A simulated and discrete model was created to simulate the movements of parts of the biomechanical system, which included the orthodontic appliance and the upper jaw, from 360° angular movements. At the same time, calculated force vectors with an amplitude of 50 N were used. The X-ray density of the compact layer of bone tissue under the influence of loads was determined. Characteristic features of the formation of dentognathic deformities in patients with CLP and the dynamics of their orthodontic treatment were revealed using morphometric and anthropometric measurements of scanned models of jaws.

Conclusion. In the treatment of children with CLP, it is important to follow a coordinated rehabilitation algorithm; success depends on timely and topographically and functionally prepared surgical interventions and consistent orthodontic correction with the determination of patterns of changes in the stress-strain state and the magnitude of deformation displacements of unfused fragments of the upper jaw.

Key words: developmental defects of the maxillofacial area, orthodontic appliances, stress concentration, X-ray density, rehabilitation.