

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ПАТОЛОГІЇ ХРЕБТА
ТА СУГЛОБІВ ІМ. ПРОФ. М. І. СИТЕНКА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ДЕМЧЕНКО ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 616.711-007.54-053.3-089-053.2

ДИСЕРТАЦІЯ

ХІРУРГІЧНЕ ЛІКУВАННЯ ВРОДЖЕНОГО КІФОЗУ У ДІТЕЙ

14.01.21 – травматологія та ортопедія

14.01.21 – Травматологія та ортопедія
222 Медицина

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 Д. О. Демченко

Науковий керівник – Мезенцев Андрій Олексійович, доктор медичних наук,
Науковий керівник – Барков Олександр Олександрович, кандидат медичних наук

Харків – 2025

АНОТАЦІЯ

Демченко Д. О. Хірургічне лікування вродженого кіфозу в дітей. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 22 Охорона здоров'я за спеціальністю 222 Медицина (наукова спеціальність 14.01.21 - «Травматологія та ортопедія»).

Серед усіх деформацій хребта у дітей саме вроджений кіфоз при прогресуванні або несвоєчасному лікуванні найчастіше призводить до виникнення неврологічного дефіциту. Одне з найбільш актуальних питань у сучасній хірургії деформацій хребта дитячого віку є вибір оптимальної тактики хірургічного лікування, яка дозволить досягнути значної корекції деформації, при цьому зменшити ризики інтра- та післяопераційних ускладнень.

Для визначення сучасних тенденцій у лікуванні вродженого кіфозу був проведений системний огляд літературних джерел. Серед 823 знайдених робіт, 34 відповідали критеріям включення, носили ретроспективний характер і мали 3 та 4 рівні доказовості.

Більшість хворих були прооперовані за допомогою вертебректомій та коригуючих остеотомій. Найчастіше автори наукових публікацій використовували задню вертебректомію. З 613 хворих, яким були проведені вертебректомії, 546 пацієнтам були проведенні операції виключно із заднього доступу (89%). Комбінованого доступу був проведений 59 (10%) хворим. Кількість хворих з неврологічними розладами після задньої вертебректомії міг доходити до 25%. Коригуючі остеотомії хребта були виконані 359 хворим. При порівняльному аналізі результатів корекції локального кіфозу, було встановлено, що ступінь корекції після проведення остеотомій та вертебректомій майже однакова. При цьому відсоток неврологічного дефіциту після остеотомій хребта був втричі менший, ніж при задній вертебректомії. Слід відмітити, що час операції і об'єм крововтрати також був нижчим у хворих, яким проводились різні

види коригуючих остеотомій хребта. Не дивлячись на те, що загальна кількість вертебректомій у проаналізованих роботах більша ніж кількість остеотомій, за останні 5 років автори частіше почали використовувати саме остеотомії хребта. З 2020 по 2025 рік було виконано 67 вертебректомій (23%) хворим з вродженим кіфозом і 219 остеотомій (77%).

При аналізі віддалених результатів хірургічного лікування вродженого кіфозу за даними літератури найчастішою проблемою були механічні ускладнення, пов'язані з нестабільністю металоконструкції, основних причинами, яких були: відсутність формування кісткового блоку на рівні проведення вертебректомій або коригуючих остеотомій, виконання операцій у ранньому віці та неадекватний вибір протяжності фіксації хребта. Серед літературних джерел ми не знайшли робіт, де б проводились експериментальні дослідження біомеханічних властивостей металоконструкцій при проведенні різних типів фіксації хребта з вродженим кіфозом.

Нами було відібрано 15 історій хвороб пацієнтів з вродженим кіфозом, які лікувались в ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», ННМК «Університетська клініка» ХНМУ, КНП «Міська багатoproфільна клінічна лікарня матері та дитини ім. проф. М.Ф. Руднєва» ДМР та був проведений ретроспективний аналіз результатів хірургічного лікування. Пацієнти були поділені на 2 групи. У 1 групу увійшли 9 хворих, яким для корекції кіфотичної деформації проводилась вертебректомія (ВЕ). 7 хворим була виконана комбінована передньо-задня вертебректомія, 2 хворим задня вертебректомія. У 2 групу увійшли 6 хворих, яким була виконана коригуюча остеотомія (КО). Середній вік на момент операції в обох групах був 11 років.

При аналізі рентгенометричних показників до та після хірургічного лікування ми прийшли до висновку, що величина корекції кіфотичної деформації під час виконання операцій лише з заднього доступу була майже ідентична, як і при проведенні корекції деформації хребта з комбінованого передньо-заднього доступу.

Дані методики хірургічного лікування давали можливість здійснити корекцію деформації хребта з попередженням розвитку неврологічного дефіциту. Але, виконання коригуючих остеотомій хребта давало можливість провести оперативне лікування в один етап на відміну від комбінованого передньо-заднього доступу і порівнюючи з задньої вертебректомії є менш інвазивним.

При аналізі помилок і ускладнень було встановлено, що основними чинниками були неадекватна оцінка потенціалу росту хребта, неправильний вибір протяжності фіксації та відсутність зрілого кісткового блоку.

Нами було проведено дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат» з 6 типами фіксації хребта транспедикулярними конструкціями при різних типах коригуючих операцій на хребті.

Було встановлено, що максимальні напруження в металоконструкції при виконанні остеотомії розташовані в місці клиноподібної резекції напівхребця. Використання додаткових фіксуєчих кісткових трансплантатів призводить до суттєвого зниження рівня напруженого стану в стрижнях фіксуєчої конструкції, проте ніяк не впливає на моделі де остеотомія поєднувалась з використанням ковзаючих стрижнів або при проведенні резекції хребця з використанням міжтілового кейджа. Також встановлено, що проведення парціальної резекції тіла хребця з кістковою пластикою має у 1,4 рази вище навантаження на металоконструкцію при незрілому передньому кістковому блоці, ніж у моделі зі сформованих переднім міжтіловим спондилодезом.

Враховуючи проведене нами експериментальне дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат» з різними типами фіксації хребта при коригуючих операціях, а також аналіз літературних джерел, ретроспективний аналіз історій хвороб пацієнтів з вродженим кіфозом, де ретельно були проаналізовані чинники, які призвели до ускладнень та повторних операцій, нами були виявлені недоліки сучасних методів хірургічних втручань, що в свою чергу дало можливість розробити спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу шляхом удосконалення загальноприйнятої технології

клиноподібної коригуючої остеотомії та за допомогою додавання кісткових трансплантатів зменшити ризик виникнення ускладнень пов'язаних з нестабільністю металоконструкції.

Ключові слова: вроджений кіфоз, сколіоз, деформація хребта, хірургічне лікування, вертебректомія, коригуюча остеотомія, спондилодез, нестабільність металоконструкції, псевдоартроз, неврологічний дефіцит, математичне моделювання, експериментальна модель.

Список опублікованих праць за темою дисертації

1. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О., Дуплій Д.Р. Об'ємні співвідношення хребтового каналу та його вмісту у хворих з уродженим кіфозом. Ортопедия, травматология и протезирование. - 2016.-№3.-С.22-27.

2. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О. Хірургічне лікування уродженого кіфозу. Ортопедия, травматология и протезирование. - 2016.-№4.-С.22-27.

3. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О., Дуплій Д.Р. Порівняльний аналіз показників інтраопераційного моніторингу спинного мозку у хворих з уродженим кіфозом і травматичним ушкодженнями хребта. Експериментальна і клінічна медицина-2017.-№1.-С.109-113.

4. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О., Ярьсько О.В. Дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет-імплантат» при різних типах фіксації хребта після резекції напівхребця. Літопис травматології та ортопедії-2018.-№1-2.-С.38-43.

5. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О. Ретроспективний аналіз ускладнень після хірургічного лікування уродженого кіфозу у дітей. Ортопедия, травматология та протезування -2018.-№3.-С.39-45.

6. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О. Хірургічна корекція вродженого кіфозу у дітей. Клінічний випадок. Хірургія дитячого віку (Україна) №1(78)/2023, с. 135-139.

7. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О. Аналіз результатів лікування грудного ідіопатичного сколіозу з кутом Cobb 80-100°. Хірургія дитячого віку (Україна) №2(79)/2023, с. 28-34.

8. Демченко Д.О. Хірургічна корекція вродженого кіфозу у дітей з незавершеним кістковим ростом. Клінічний випадок. Травма (Україна) №1(27)/2026, с. 81-87.

9. Патент України на корисну модель №140267U. МПК А61В17/56. Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей / Мезенцев А.О., Демченко Д.О., Петренко Д.Є. (Патентовласник: ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка НАМН України"). Заявка № u201908148 від 15.07.2019. Опубл. 10.02.2020, Бюл. №3.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

Вроджений кіфоз (ВК)

Ветребректомія (ВЕ)

Коригуюча остеотомія (КО)

Педикулярна субстракційна остеотомія (ПСО)

Полісегментарна клиноподібна остеотомія (ПКО)

Комп'ютерна томографія (КТ)

Магнітно-резонансна томографія (МРТ)

Pelvic Incidence (PI)

Pelvic Tilt (PT)

Sacral Slope (SS)

Spinal Cord Shape Classification System (SCSCS)

Напружено-деформований стан (НДС)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	13
1.1. Хірургічне лікування вродженого кіфозу (системний аналіз літератури).....	13
1.2. Біомеханічні ускладнення в разі хірургічного лікування вродженого кіфозу (системний аналіз літератури).....	32
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.....	40
2.1. Клінічні методи дослідження.....	40
2.2. Рентгенологічні методи дослідження.....	40
2.3. Біомеханічні дослідження.....	44
2.4. Статистичні методи дослідження.....	46
РОЗДІЛ 3 РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ВРОДЖЕНОГО КІФОЗУ У ДІТЕЙ.....	48
3.1 Аналіз результатів лікування пацієнтів методом вертебректомії.....	49
3.2 Аналіз результатів лікування пацієнтів методом коригуючої остеотомії.....	60
3.3 Аналіз результатів лікування пацієнтів з вродженим кіфозом.....	78
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	86
4.1 Дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат» у разі різних типів фіксації хребта транспедикулярними конструкціями після резекції напівхребця.....	86
4.2 Дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет– імплантат» у разі різних типів фіксації хребта транспедикулярними конструкціями після коригуючої остеотомії напівхребця.....	105
РОЗДІЛ 5 ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХІРУРГІЧНИХ ВТРУЧАНЬ ПРИ ВРОДЖЕНОМУ КІФОЗІ У ДІТЕЙ.....	119
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	131
ВИСНОВКИ.....	132
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	134
ДОДАТОК. Акти впровадження	

ВСТУП

Актуальність та обґрунтування теми дослідження

Вроджений кіфоз (ВК) виникає внаслідок порушення формування або сегментації хребців і характеризується інтенсивним прогресуванням викривлення до 7° на рік, із розвитком неврологічних порушень [1,2,3], які за відсутності лікування, стають причиною ранньої інвалідності в цій категорії пацієнтів. Витрати на лікування та реабілітацію одного хворого з параплегією за перший рік можуть складати до 992 144 доларів США [4].

Не дивлячись на те, що розповсюдженість вродженого кіфозу в дітей та підлітків складає 6:100000 осіб, несприятливий прогноз перебігу цього захворювання, не залишає сумнівів у тому, що покращенню результатів хірургічного лікування вродженого кіфозу треба приділяти пристальну увагу [5,6,7,8,86]. Наразі відомо, що хірургічне лікування показане за наявності перших ознак компресії невральних структур у будь-якому віці хворого. Водночас, основними завданнями хірургічного втручання є корекція деформації з максимально можливим відновленням сагітального контуру хребта й декомпресія спинного мозку [9,10,11,12].

На відміну від неврологічних ускладнень, які у світовій літературі висвітлюються в першу чергу через їхню велику кількість, проблемі біомеханічних ускладнень, а саме псевдоартрозам і як наслідок переломам фіксуючих стрижнів та міграції металоконструкції, не приділяється належної уваги. Тому, на нашу думку, окрім визначення факторів ризику за даними світової літератури, які призводять до нестабільності металоконструкції, доцільним було провести математичне моделювання за різних типів фіксації хребта транспедикулярними конструкціями після виконання резекції напівхребця.

Усе викладене обумовлює характер, напрямок і актуальність нашого дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідної роботи Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка Національної академії медичних наук України» («Обґрунтувати та розробити технології хірургічного лікування вродженого кіфозу в дітей», УДК 616.711-007.54-053.3-089-053.2, держреєстрація № 0115U003026). У межах цієї теми автор особисто провів інформаційно-аналітичні дослідження результатів хірургічного лікування вродженого кіфозу в дітей та розробив нові технології хірургічного лікування вродженого кіфозу в дітей. Проведено біомеханічне дослідження системи «хребет–імплантат» із застосуванням різних типів транспедикулярної фіксації хребта після резекції напівхребця. Проаналізував результати хірургічного лікування хворих із вродженим кіфозом.

Мета дослідження: вдосконалити існуючі та розробити нову технологію хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей.

Завдання дослідження:

1. За аналізом наукової літератури визначити основні тенденції розвитку та напрями подальших досліджень хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей.
2. Здійснити ретроспективний аналіз результатів хірургічного лікування та ускладнень вродженого кіфозу у дітей.
3. Дослідити напружено-деформований стан системи «хребет–імплантат» за різних типів фіксації металевими конструкціями після резекції напівхребця.
4. Розробити спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей та впровадити у клінічну практику.

Об'єкт дослідження – вроджена кіфотична деформація хребта в дітей.

Предмет дослідження – технології хірургічного лікування вродженої кіфотичної деформації хребта в дітей, біомеханічні моделі системи «хребет – імплантат».

Методи дослідження: клінічний – аналіз результатів хірургічного лікування вродженого кіфозу в дітей; інформаційно-аналітичний – проведення системного огляду й аналізу наукової літератури щодо результатів хірургічного лікування вродженого кіфозу в дітей та ускладнень; рентгенологічний – рентгенометричні показники до та після хірургічного лікування вродженого кіфозу в дітей; комп’ютерна томографія – вивчення особливостей вродженої деформації хребта в пацієнтів із вродженим кіфозом; магнітно-резонансна томографія – дослідження об’ємних співвідношень хребтового каналу та його вмісту в пацієнтів із вродженим кіфозом до хірургічного лікування; математичне моделювання (метод кінцевих елементів) – вивчення напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат» за різних типів фіксації металевими конструкціями після резекції напівхребця.

Наукова новизна одержаних результатів

Отримані нові знання щодо напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат» за різних типів фіксації хребта транспедикулярними конструкціями після резекції напівхребця.

Практична значимість одержаних результатів

Розроблено та впроваджено в практику новий «Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей», що підтверджено Патентом України № 140267U. Розроблено практичні рекомендації щодо хірургічного лікування уродженого кіфозу у дітей.

Особистий внесок автора

Наведені в дисертаційному дослідженні матеріали наукових спостережень є особистим вкладом автора в проблему, яка вивчається. Автором обґрунтовані та визначені мета і завдання дослідження, а також обрані методи, які дозволяють верифікувати основні положення дисертації.

Автор особисто брав участь у більшості хірургічних втручань, які були проведені в ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», ННМК «Університетська клініка» ХНМУ, КНП «Міська

багатопрофільна клінічна лікарня матері та дитини ім. проф. М.Ф. Руднева» ДМР.

Автором запропоновано ідею та спосіб хірургічної корекція вродженого кіфозу в дітей, проведено аналіз літературних джерел, розроблено дизайн клінічних досліджень, відібрано пацієнтів для їхнього проведення. Створена програма до та післяопераційного обстеження хворих. Проаналізовано помилки та ускладнення після хірургічних втручань.

Апробація результатів дослідження

Результати дослідження були представлені на науково-практичній конференції «Актуальні проблеми сучасної ортопедії та травматології» (Чернігів, 2015), XVII з'їзді ортопедів-травматологів України (Харків, 2016 рік), XVIII з'їзді ортопедів-травматологів України (Івано-Франківськ, 2019 рік), науково-практичній конференції «Практично-орієнтований курс. Вибрані питання ортопедії. Сколіоз. Генезис, діагностика, лікування» (Київ, 2024 рік), форум пам'яті професора О.В. Дольницького (Київ, 2025 рік).

Публікації

За матеріалами дисертації опубліковано 8 статей в наукових фахових виданнях України.

Структура та обсяг дисертації

Дисертаційна робота викладена на 145 сторінках друкованого тексту. Побудована за класичним стилем і складається з анотації, вступу, огляду літератури, розділу «Матеріали та методи», 2-х розділів власних досліджень, висновків, списку використаних джерел, який складається зі 87 посилань. Роботу проілюстровано 89 рисунками та 11 таблицями.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Хірургічне лікування вродженого кіфозу (системний аналіз літератури)

Для виявлення сучасних тенденцій та напрямів розвитку методик хірургічного лікування вродженого кіфозу в дітей проведено системний аналіз наукової літератури щодо цієї проблеми.

Усього в пошукових системах знайдено 823 статті. Із них 34 наукові праці, відповідні критеріям включення, вони були відібрані для подальшого аналізу. Усі ці наукові дослідження носили ретроспективний характер і мали 3-й (ретроспективне дослідження з групою контролю) або 4-й (серія клінічних випадків) рівні доказовості.

Загалом, підсумовуючи дані, надані в усіх дослідженнях, найбільшу кількість пацієнтів прооперовано за допомогою різних методів вертебректомії – 613 осіб. Із застосуванням задньої вертебректомії – 546 (89%) хворих, із яких у 316 пацієнтів виявлено вроджений кіфоз без фронтального викривлення хребта, а у 230 ВК поєднувався зі сколіотичним компонентом деформації. За допомогою комбінованого передньо-заднього доступу прооперовано 59 (10%) хворих. Із них 42 із деформацією лише в сагітальній площині та 17 із кіфозом у поєднанні зі сколіотичним викривленням. Вертебректомію з вентрального доступу виконували 8 (1%) пацієнтам.

Результати хірургічного лікування вродженого кіфозу за допомогою задньої вертебректомії наведено в численних статтях. У роботі Oi Q. [13] вивчені результати лікування 8 хворих, середній вік яких на момент операції склав 35 років (від 14 до 58 років). У всіх хворих кіфотична деформація була в грудо-поперековому відділі хребта. За оціночною шкалою Франкеля в 4 пацієнтів до операції була стадія E (відсутні чутливі чи рухові порушення). Стадія D (м'язової сили достатньо для ходи зі сторонньою допомогою) та C (є слабкі рухи) виявлена в інших 4 пацієнтів. У всіх хворих зафіксовано виражений больовий синдром до хірургічного лікування. Порушення роботи

тазових органів відмічалось у 3 осіб. Хірургічне лікування полягало в тотальній вертебректомії з розсіченням передньої поздовжньої зв'язки та встановленні міжтілового кейджа, заповненого кістковим аутоотрансплантатом. У середньому операція тривала 4,5 години (від 3,5 до 6 годин). Інтраопераційна крововтрата – 2280 мл (від 700 до 4200 мл). Автори відмічають, що не стикалися зі серйозними ускладненнями, пов'язаними з технічною частиною хірургічного лікування. Протягом спостереження за пацієнтами величина кіфотичної деформації зменшилася з 73° (передопераційний показник) до 8,3°. У 4 осіб відмічався регрес неврологічної симптоматики, а також покращення функції тазових органів.

У роботі В. Н. Yang із співавт. [14] проаналізовано результати вертебректомії, проведеної з заднього доступу в 21 хворого (8 хлопчиків і 13 дівчат) із вродженим кіфозом. У всіх дітей виявлено сколіотичний компонент деформації. Виконували тотальну вертебректомію зі встановлення міжтілового кейджа. За локалізацією у 6 хворих патологічний процес був у грудному відділі хребта, у 13 – грудо-поперековому та в 2 у поперековому відділі хребта. У 6 пацієнтів вроджений кіфоз поєднувався з діастематомієлією, у 4 хворих із сирингомієлією та у 1 – з нейрофіброматозом. За шкалою Франкеля у 3 осіб виявлено стадію С, у 5 – D та у 13 випадках – E. У середньому час операції склав 5,2 години (від 3,5 до 6,5 годин). Середня крововтрата була 2500 мл (від 1400 до 4900 мл). Корекція кіфотичної та сколіотичної деформації склала 60,97 % ($\pm 6,30$) та 62,24 % ($\pm 5,82$) відповідно. У 2 випадках на першу добу після хірургічного втручання відмічали погіршення неврологічної симптоматики від стадії E до D. У 1 хворого відмічалось погіршення неврологічної симптоматики від стадії D до C, яке відновилося після ревізійної операції. Із інтраопераційних ускладнень автори описують ушкодження плеври хворого та твердої мозкової оболонки.

L. G. Lenke із співавт. [15] продемонстрували результати лікування 147 пацієнтів із вродженим кіфозом (74 дівчинки та 73 хлопчика) за допомогою задньої вертебректомії. Операції виконували 7 різних хірургів. Середній вік

хворих на момент операції складав 13,7 років. Строк спостереження в післяопераційному періоді був 17 місяців (від 5 до 64 місяців). Середній кут Cobb кіфозу до хірургічного лікування складав 104° та 56° після корекції. Середній час втручання – 545 хв (від 204 до 1 355 хв). Середня крововтрата склала – 1610 мл (від 50 до 8244 мл). Автори відмічають, що у 86 хворих (59 %) зустрічалися ускладнення, серед яких у 39 людей (27 %) виявлено неврологічний дефіцит різного ступеня вираженості.

Е. С. Paradopoulos із співавт. [16] навели результати лікування 45 пацієнтів (20 хлопчиків та 25 дівчат) із тяжкою ригідною кіфотичною деформацією хребта за допомогою задньої вертебректомії. Середній вік на момент хірургічного втручання склав 14 років (від 6 до 47 років). Середній строк спостереження за хворими в післяопераційному періоді був 27 місяців (від 2 до 79 місяців). Задню фіксацію полісегментарною конструкцією проведено у всіх пацієнтів, установку міжтілового кейджа здійснено в 32 випадках. Середня величина кіфотичної деформації до хірургічного лікування була – 108° . Середня величина післяопераційної корекції кіфотичної деформації склала – 60° . Автори роботи відмічають, що у 10 хворих відмічалися зміни показників моніторингу спинного мозку, проте в післяопераційному періоді значних неврологічних ускладнень не виявлено.

У роботі S. I. Suk [17] описано результати лікування 70 хворих (34 чоловіка та 36 жінок), серед яких 38 пацієнтів були з вродженим кіфозом. Середній вік пацієнтів на момент хірургічного лікування – 27,4 років. Строк спостереження за хворими після операції складав мінімум 2 роки. У середньому тривалість операції склала 4 години 31 хв. Середня інтраопераційна крововтрата – 2333 мл. Корекція деформації у фронтальній площині склала 61,9%, а корекція сагітального контуру – $45,2^{\circ}$. Ускладнення описані в 24 осіб. У післяопераційному періоді параплегію діагностовано в 2 хворих, які до хірургічного лікування мали значний неврологічний дефіцит. У 6 пацієнтів виявлено гематому в ділянці резекції хребця, у 4 – неповне

ушкодження корінців спинного мозку, у 5 – нестабільність металоконструкції, у 2 – інфекційні ускладнення та у 5 – гемопневмоторакс.

T. Smith із співавт. [18] описали результат лікування 16 пацієнтів із вродженим кіфосколіозом за допомогою задньої вертебректомії. Вони вперше використали в якості доступу костотрансверзектомію. Середня величина кіфотичної деформації до хірургічного лікування складала 65° (від 25 до 160°), сколіотичний компонент – 47° (від 7 до 160°). Середній строк спостереження за пацієнтами після операції – 60,1 місяців. Середня величина корекції кіфотичної деформації склала 31° (від 0 до 82°), середня величина корекції сколіотичного компонента – 25° (від 0 до 68°). Ускладнення зустрічалися у чотирьох пацієнтів: у 1 – нестабільність металоконструкції, що викликало необхідність проведення ревізійної операції, у 1 – дизестезія нижніх кінцівок та у 2 – спостерігалася значна втрата корекції в післяопераційному періоді.

У своїй роботі A. Matsumura та співавт. [19] дослідили результат використання задньої вертебректомії у 12 пацієнтів дитячого віку. Середній термін спостереження за хворими в післяопераційному періоді склав 56,2 місяці (мінімальний – 2 роки). Середній вік на момент хірургічного втручання був 9,2 роки. Величина локального кіфозу до та після операції склала $41,3^{\circ}$ і $5,4^{\circ}$ відповідно. Наприкінці спостереження величина локального кіфозу була $6,3^{\circ}$. Середній відсоток корекції склав 80,8%.

M. Karami зі співавт. [20] описали власний досвід використання задньої вертебректомії в пацієнтів із вродженими деформаціями хребта. Серед прооперованих у 4 встановлено діагноз – вроджений кіфоз, у 6 – кіфосколіоз, у 13 – вроджений сколіоз. Серед пацієнтів було 15 дівчат і 8 хлопців. Середній вік на момент операції складав 10,5 років (3-18 років). За типом деформації в 13 хворих (56,5%) виявлено порушення формування хребців, у 2 (8,7%) – аномалія сегментації, у 8 (34,8%) – змішаний тип аномалії. Середній термін спостереження у післяопераційному періоді – 46 місяців (від 36 до 75 місяців). Середня величина локального кіфозу до операції складала – $54,3^{\circ}$, після операції – $21,3^{\circ}$. Середня тривалість хірургічного втручання – 185 хвилин (105-

285). Середня інтраопераційна крововтрата – 765 мл (300–1800). У 2 пацієнтів під час операції відмічалось тимчасове зниження амплітуди моторних потенціалів, які повернулись до норми до кінця операції. У жодного хворого не було проявів неврологічного дефіциту в післяопераційному періоді. У 8 випадках у післяопераційному періоді автори відмітили наявність дисбалансу тулуба в сагітальній площині, а один пацієнт потребував ревізійного втручання для нормалізації сагітального балансу.

Також наведено результати хірургічного лікування вродженого кіфозу в 59 пацієнтів за допомогою передньо-задньої вертебректомії, яку виконували з комбінованого доступу [21]. Найменший строк спостереження в післяопераційному періоді склав 6 років. Корекція кіфотичної та сколіотичної деформації склала 69,3 % (від 34,8° до 10,7°) та 33,4 % (від 40,4° до 26,9°) відповідно. У післяопераційному періоді не відмічалось значної втрати корекції.

У деяких публікаціях автори порівнювали результати лікування вродженого кіфозу за допомогою задньої та передньо-задньої вертебректомії. Так, L. Wang зі співавт. [22] проаналізували результати лікування 60 пацієнтів із вродженим кіфозом. Із них 30 хворих прооперовані за допомогою комбінованого передньо-заднього доступу (група 1) та 30 за допомогою лише заднього доступу (група 2). Середній вік на момент хірургічного лікування склав 12,9 років (від 5 до 24 років). Строк спостереження за хворими групи 1 в післяопераційному періоді був 38,5 місяців, строк спостереження за хворими групи 2 – 20,6 місяців. Середня тривалість операції в групі 1 та групі 2 склали 451 хв та 248,5 хв, а обсяг інтраопераційної крововтрати – 1290 та 910 мл відповідно, час перебування в клініці – 21,93 та 19,97 днів. Величина корекції кіфотичної деформації – 57,4 % (група 1) та 56,1 (група 2), величина корекції сколіотичного компонента – 68,5 % та 66,2 для 1 та 2 груп. Кількість ускладнень у групі 1 – 6,7 %, в групі 2 – 10 %. Автори роботи роблять висновок про те, що немає значної різниці в величині корекції під час використання обох хірургічних технологій. У той самий час показники інтраопераційної

крововтрати та середньої тривалості хірургічного втручання були меншими в 2-й групі.

Аналогічне дослідження 23 пацієнтів проведене W. Cho та співавт. [23]. Вертебректомію з вентрального доступу виконано 2 особам, із заднього доступу – 8, а за допомогою комбінованого доступу було прооперовано 13 хворих. Середня величина кіфотичної деформації до хірургічного лікування складала $71,8^\circ$, після операції – $31,0^\circ$. Вивчаючи рентгенометричні показники під час контрольних оглядів автори відмічають втрату корекції до $39,2^\circ$. Виконання вентральної вертебректомії привело до ступеня корекції 71 %, за використання комбінованого доступу – 60 %, після задньої вертебректомії – 65 %.

Було проаналізовано результати лікування 359 осіб за допомогою різних остеотомій хребта. Пацієнтам виконувались субтракційні остеотомії хребта, деканцеляцію хребта, остеотомію хребта IV типу за Schwab (часткова резекція хребця з вище розташованим міжхребцевим диском).

Y. Wang та L. G. Lenke [24] ознайомили з результатами хірургічного лікування 45 пацієнтів (27 хлопчиків та 18 дівчат) з кіфотичною деформацією хребта. Хворих було розподілено на 2 групи: у групі 1 проводили деканцеляцію, а в групі 2 – клиноподібну остеотомію хребта. Строк спостереження в післяопераційному періоді склав 2 роки. У групі 1 величина кіфотичної деформації до втручання була $88,5^\circ$, після операції – $28,6^\circ$. Протягом 2 років спостережень, деформація суттєво не змінилася – $31,0^\circ$. Величина сколіотичного компонента до хірургічного лікування була $83,4^\circ$, після – $30,0^\circ$. Протягом 2 років також не було суттєвої втрати корекції – $32,5^\circ$. У групі 2 величина кіфотичної деформації до втручання була $98,6^\circ$ (від 82° до 138°), одразу після операції – $16,4^\circ$ (від 4° до 30°). Автори описують ускладнення, які виникли в 8 пацієнтів: інтраопераційне ушкодження твердої мозкової оболонки, глибока інфекція післяопераційної рани, епідуральна гематома, транзиторний неврологічний дефіцит, у 1 хворого нижня параплегія.

Автори вважають методику остеотомії найбільш виправданою в лікуванні хворих із кутоподібними кіфотичними деформаціями хребта.

У. Атисі зі співавт. [25] наводять результати хірургічного лікування 10 пацієнтів за допомогою педикюлярної субстракційної остеотомії. Середній вік хворих на момент операції склав 12,6 років (від 8 до 18 років). Середній строк спостереження в післяопераційному періоді – 51,8 міс. (від 26 до 96 міс.). Величина кіфотичної деформації за Cobb до втручання складала 67,7° (від 42° до 88°), після операції 31,5° (від 14° до 73°). Протягом усього строку спостереження не було значної втрати корекції – 31,9° (від 14° до 71°). У післяопераційному періоді у 1 хворого було ускладнення, пов'язане з нестабільністю металоконструкції.

U. Domanic і співавт. [26] презентували досвід лікування 32 хворих методом педикюлярної субстракційної остеотомії в разі кіфотичної деформації різної етіології. Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав 57 місяців (від 24 до 108 міс.). Величина кута деформації до хірургічного лікування складала 72° (від 25° до 112°), після операції – 23° (від 0° до 48°). Втрата корекції протягом усього строку спостереження була незначною – 3,4°. Рентгенологічно у всіх хворих через 6 місяців після втручання визначали критерії спондилодезу. З ускладнень у післяопераційному періоді автори наводять повну параплегію в одному випадку та з транзиторним ушкодженням нервових корінців у 2 прооперованих.

P. J. Van Loon із співавт. [27] описали результати лікування 11 хворих із вродженою кіфотичною та післятравматичною деформацією хребта. У всіх пацієнтів локалізація патологічного процесу була в грудо-поперековому відділі. Педикюлярні субстракційні остеотомії виконувалися між Th_x та L_п хребцями. Середня протяжність інструментації – 5,8 рівнів. Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав – 42,8 місяців (від 26 до 105 міс.). За допомогою остеотомії вдавалося досягнути 66 % корекції деформації (26,9°). Автори відмічають, що не стикалися в післяопераційному періоді з будь-якими значними ускладненнями.

У роботі М. Shimode зі співавт. [28] наведено результати лікування 7 пацієнтів із вродженим кіфозом за допомогою педикулярної субтракційної остеотомії. Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав 6,9 років, мінімальний – 2 роки. Середній вік на момент операції – 16,5 років. Середня величина кіфотичної деформації до втручання складала – $105,4^{\circ}$ (від 68° до 150°), а величина сколіотичного компонента – $85,3^{\circ}$ (від 60° до 132°). Після операції – $48,9^{\circ}$ та 40° (52,9 та 54,9 %) відповідно. У 3 пацієнтів до хірургічного лікування було виявлено прогресуючий неврологічний дефіцит.

М. Rezvani зі співавт. [29] презентували результати використання педикулярної субтракційної остеотомії в 14 пацієнтів із вродженим кіфозом. Середній вік на момент хірургічного втручання складав 23 роки, 7 були молодше 18 років. Хлопців і дівчат було по 7 порівну. У жодного хворого не виявлено аномалій спинного мозку під час проведення МРТ обстеження до операції. Середня тривалість втручання склала 405 хвилин. Мінімальна тривалість спостереження в післяопераційному періоді – 2 роки. Середня величина локального кіфозу до операції складала – 73° , після – 6° , через 2 роки – 8° . Серед ускладнень в одного пацієнта автори описали сфінктерні порушення до операції, які не відновились у післяопераційному періоді. У одного хворого до втручання були явища мієлопатії, які регресували через 2 роки після операції. У 2 – інтраопераційне ушкодження твердої мозкової оболонки, яке в післяопераційному періоді ускладнилось інфекційним процесом, але не потребувало ревізійного хірургічного втручання.

Н. Хи та співавт. [30] дослідили результати проведення остеотомії хребта в 15 пацієнтів із вродженим кіфозом. Операції проводились з 2010 по 2019 рік. Середній строк спостереження – 70, 5 місяців, мінімальний – 2 роки. Середня тривалість втручання склала – 314 хвилин. Середня крововтрата – 970 мл. Середня протяжність інструментації – 6,3 сегмента. Величина локального кіфозу до і після операції склала – $65,6^{\circ}$ і $11,3^{\circ}$ відповідно. Середній величина корекція локального кіфозу – 83,2%. Протягом усього строку спостереження

автори не відмітили втрати корекції. Також не описали наявності інтра- або післяопераційних ускладнень.

W. Lita співавт. [31] описали лікування 20 хворих із важким кутоподібним кіфозом, яким проводилась остеотомія хребта з фіксацією міжтіловим титановим кейджем. За нозологією у 15 випадках був вроджений кіфоз, у 5 – деформація в наслідок хвороби Потта. Пацієнти були прооперовані з 2017 по 2020 роки. Середній термін спостереження склав 28,2 місяці (від 26 до 31 міс.). Серед хворих було 11 чоловіків і 9 жінок. Середній вік на момент операції – 28,5 років. За шкалою Франкеля до операції ступінь В – 2 особ, С – 4, D – 3 хворих. Величина кіфотичної деформації до операції була $107,1^\circ$ (від $93,2^\circ$ до $131,4^\circ$), після – $30,6^\circ$ (від 20° до $47,8^\circ$). Автори відмітили у всіх пацієнтів зменшення проявів неврологічного дефіциту в післяопераційному періоді.

B. Garg зі співавт. [32] презентували результати лікування 27 пацієнтів із вродженим кіфозом, яким була проведена педикулярна субтракційна остеотомія хребта з заднього доступу. Мінімальний термін спостереження в післяопераційному періоді склав 2 роки. Середній вік на момент втручання – 13,9 років. Локалізація патологічного процесу в грудному відділі була в 5 хворих, грудо-поперековому – 14, поперековому – 8 випадках. Середня тривалість операції склала 178,4 хв, а середня інтраопераційна крововтрата – 701,8 мл. Середня величина локального кіфозу до та після операції була $70,8^\circ$ і $24,28^\circ$ відповідно. У 26 % хворих були ускладнення в післяопераційному періоді, з них 2 неврологічних дефіцити, один з яких незворотній.

Результат лікування 81 хворого з кутоподібною деформацією хребта було наведено цими ж авторами в роботі «Three-column osteotomy by single-stage posterior approach in congenital and post-tubercular kyphosis: a comparison of outcomes» [33]. Серед пацієнтів 30 були з вродженим кіфозом (група 1), 51 із посттуберкульозною кутоподібною кіфотичною деформацією хребта (група 2). Усі хворі прооперовані в одному центрі, була проведена педикулярна субтракційна остеотомія хребта з заднього доступу. Мінімальний термін

спостереження в післяопераційному періоді – 2 роки. Середній вік пацієнтів групи 1 на момент операції – 13 років (4-30), групи 2 – 16 років (6–45). Найчастіша локалізація патологічного викривлення в групі 1 – грудний відділ, у групі 2 – грудо-поперековий. Величина корекції локального кіфозу приблизно однакова в обох групах. Середня тривалість операції – 198 хв у групі 1 і 174 хв у групі 2. Середня інтраопераційна крововтрата була значно вища в групі 1, а саме – 859 мл, у групі 2 – 720 мл. Відсоток ускладнень у групі 1 склав – 29,4%, у групі 2 – 23,3%. Частота неврологічного дефіциту 9,8% у групі 1 і 6,6% у групі 2. По 1 пацієнту з обох груп був незворотній неврологічний дефіцит.

Н. Zhang і співавт. [34] описали результати лікування 29 хворих із кутободібною кіфотичною деформацією хребта за допомогою клиноподібної коригувальної остеотомії хребта. Хворі прооперовані в одному центрі в період із 2008 по 2016 рік. Середній вік на момент операції складав 34 роки (15–55). 17 пацієнтів були чоловічої статі, 12 жіночої. Середній термін спостереження за хворими в післяопераційному періоді склав 44 місяці (26–62). За локалізацією в 3 пацієнтів вершина деформації була на рівні Th7–Th8, у 6 – Th8–Th9, у 6 – Th9–Th10, у 10 – Th10–Th11, у 3 – Th11–Th12, у 1 пацієнта – Th9–Th11. Середня тривалість операції 299 хв (260–320 хв). Середня інтраопераційна крововтрата склала – 2110 мл (1500–2900). Середня величина локального кіфозу до та після операції – 94,9° та 24,0° відповідно і показники суттєво не змінилися наприкінці спостереження. Неврологічного дефіциту й механічної нестабільності металоконструкції у жодного пацієнта не було.

У низці публікацій автори проводили порівняння ефективності використання різних видів вертебректомії і різних остеотомії [35-42].

К. Ху та співавт. [35] дослідили результати лікування 35 хворих із вродженим кіфозом II і III типів, які були прооперовані з 2005 по 2020 рік. Критерії включення: переднє зрощення тіл хребців, локальний кіфоз більше 20°, відсутність попередніх втручань на хребті, спостереження в післяопераційному періоді не менше 3 років, повне рентгенологічне

дослідження. Критерії виключення: деформації I типу (аномалія формування), локальний кіфоз менше 20°, аномалія хребта в шийному відділі. Серед пацієнтів було 14 хлопців, 21 дівчинка. Середній вік на момент операції 5 років. За локалізацією патологічного процесу в 9 хворих (25,7%) зрощення хребців було на рівні від Th3 до Th5, у 19 (54,3%) – від Th11 до L2, у 5 – від L3 до L4 (14,3%) і у 2 – від L5 до S2 (5,7%). Проведено наступні види остеотомії хребта за класифікацією Schwab: остеотомія II типу (фасетектомія) на вершині деформації з транспедикулярною фіксацією – 9 осіб, остеотомія IV типу (часткова резекція хребця з вище розташованим міжхребцевим диском) – 19, остеотомія V типу (задня вертебректомія 1 хребця) – 3 хворим і остеотомія VI типу (задня вертебректомія 2 хребців) – 4. Під час виконання остеотомії хребта II типу за Schwab середній час операції склав 240 хв, середня крововтрата 227 мл, локальний кіфоз до та після операції були 32° і 11° відповідно, а середній відсоток корекції локального кіфозу склав 55 %. За остеотомії хребта IV типу за Schwab середній час операції склав 204 хв, середня крововтрата 230 мл, локальний кіфоз до та після операції – 33° і 15° відповідно, а середній відсоток корекції локального кіфозу – 50 %. У разі остеотомії хребта V типу за Schwab середній час операції склав 210 хв, середня крововтрата 210 мл, локальний кіфоз до та після операції – 58° і 19° відповідно, а середній відсоток корекції локального кіфозу – 60 %. За остеотомії хребта VI типу за Schwab середній час операції склав 249 хв, середня крововтрата 263 мл, локальний кіфоз до та після операції – 68° і 16° відповідно, а середній відсоток корекції локального кіфозу – 78%. Серед ускладнень у 1 пацієнта був описаний транзиторний неврологічний дефіцит у вигляді монолатерального парезу нижньої кінцівки, який повністю регресував через 5 днів після медикаментозного лікування. Автори відмічають, що жодного хворого з наявністю інфекції, нестабільності металоконструкції або псевдоартрозу не було.

У роботі «Posterior Corrective Surgery for Type II Congenital Kyphosis: SRS-Schwab Grade 4 Osteotomy or Vertebral Column Resection?» Н. Ма і співавт. [36] порівнювали результати використання задньої вертебректомії (група 1) з

остеотомією хребта IV типу за Schwab (група 2) у пацієнтів із 2 типом вродженого кіфозу. Із 2015 по 2020 рік було прооперовано 31 особу (19 – група 1, 12 пацієнтів – група 2). Середній вік на момент операції 16 років. Корекція локального кіфозу в обох групах була приблизно однакова (51,1° до і 17,6° після у групі 1, 48,4° до і 19,8° після у групі 2). Середня тривалість хірургічного втручання значно вища в групі 1 (365 хв), ніж у 2 (221 хв). Крововтрата під час виконання задньої вертебректомії так само більша (975 мл у групі 1 та 725 мл у групі 2). У кожній групі було по 1 хворому в яких в післяопераційному періоді відмічався транзиторний неврологічний дефіцит.

S. Miyazaki зі співавт. [37] опублікували результати ретроспективного аналізу хірургічного лікування 16 хворих із вродженим кіфозом і кіфосколиозом протягом 1989–2004 р. Серед пацієнтів було 6 хлопців і 10 дівчат. Середній вік на момент хірургічного втручання – 10,5 років (від 4,8 до 15,9 років). За типом аномалії: I – 7 випадків, II – 7 осіб, III – 2 хворих. Мінімальний термін спостереження в післяопераційному періоді був 10 років, середній – 16,3 (10,0–26,2). Вертебректомії та остеотомії хребта з заднього доступу виконані 13 хворим, а вертебректомії із комбінованого передньо-заднього доступу – 3. У пацієнтів молодшого віку використовувалась коротка інструментація :один рівень вище, один нижче патологічного хребця. У старших із більш ригідними деформаціями застосовувалась інструментація – три рівні вище патологічного хребця й два нижче. Усім хворим у післяопераційному періоді призначено фіксацію тулуба пластиковим корсетом. Середня величина локального кіфозу до операції – 33,9°, після – 14,9°. Інтраопераційна корекція локального кіфозу склала 55%. Ускладнення спостерігались у 9 хворих і всі вони потребували ревізійних хірургічних втручань. Серед ускладнень автори описали: нижній парепарез – 1, нестабільність імплантата – 2, хвороба суміжного сегмента – 1, дисбаланс тулуба в сагітальній площині – 4, дисбаланс тулуба у фронтальній площині – 1 хворий. У 8 випадках ускладнень операції були виконані з заднього доступу.

S. Li зі співавт. [38] презентували результати лікування 25 хворих, яким були проведені різні види хірургічних втручань для корекції вродженого кіфозу. У всіх пацієнтів був II тип вродженого кіфозу (аномалія сегментації). Середній вік на момент операції – 16,2 роки. Хворі були поділені на 2 групи: зрощення передньої частини 3 хребців (група 1) і зрощення передньої частини 4 і більше хребців (група 2). Група 1 включала в себе 13 пацієнтів, група 2 – 12. Було виконано такі види операцій: педикулярна субтракційна остеотомія, остеомія хребта IV типу за Schwab (часткова резекція хребця з вище розташованим міжхребцевим диском), задня вертебректомія і деканцеляція хребта. Величина корекції склала (у %): 15,4, 38,5, 46,1 і 0 – в групі 1, а в групі 2 – 8,3, 0, 83,3 і 8,3. Локальний кіфоз у групі 2 був значно вищий ніж у групі 1. Його зменшення в групі 1 відбулося з 59,7° до 9,4°, у групі 2 з 82,9° до 28°.

У статті «Comparison of pedicle subtraction osteotomy and vertebral column resection in adolescent congenital kyphoscoliosis and the influencing factors on intraoperative hemorrhage: a retrospective study» [39] B. Shi навів результати хірургічного лікування 47 пацієнтів із вродженим кіфосколіозом. Хворим проводилось лікування з 2016 по 2022 роки. Виконано 2 види втручань: педикулярна субтракційна остеотомія (група 1 – 24 особи) і задня вертебректомія (група 2 – 23 випадки). Мінімальний термін спостереження – 18 місяців. Середній вік на момент операції складав – 15 років в обох групах. Виявлено, що середня втручання була довшою в групі 1 – 770 хв, у 2 групі – 70 хвилин. Середня тривалість інтраопераційної крововтрати в групі 1 склала 330 мл, у групі 2 – 340. Величина локального кіфозу до і після операції в групі 1 – 84,54° і 19,34° відповідно, у групі 2 – 81,83° і 27,86° відповідно. Серед ускладнень у групі 1: некоректне положення гвинтів – 1 випадок, неврологічний дефіцит – 1, інтенсивний больовий синдром – 2, інфекція – 1 особа. У групі 2 зафіксовано наступні ускладнення: некоректне положення гвинтів – 1 випадок, неврологічний дефіцит – 2, інтенсивний больовий синдром – 2, інфекція – 2 особи.

А. S. Spiro зі співавт. [40] наводять дані на користь безпеки та ефективності задньої вертебректомії. Як метод хірургічного лікування в 10 хворих із вродженим кіфозом використовувалися педикулярна субстракційна остеотомія або задня вертебректомія. Середній строк спостереження за хворими в післяопераційний період склав 47 місяців (від 29 до 85). Середня величина корекції кіфотичної деформації склала – $59,9^\circ$ (від 45° до 110°). Протягом усього строку спостереження, втрата корекції склала $17,5^\circ$ (від 3° до 40°). Виконання обох хірургічних процедур вони рекомендують з 5 років, коли діаметр спинномозкового каналу сформований на 90 %.

В аналогічній роботі Y. Zeng зі співавт. [41] надали результати лікування 23 хворих із вродженим кіфозом використовуючи методики педикулярної субстракційної остеотомії та задньої вертебректомії. Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав 34,3 міс. Середня величина кіфотичної деформації за Cobb до хірургічного лікування складала $74,3^\circ$. У 11 осіб був сколіотичний компонент. Неврологічний дефіцит виявлено в 11 випадках до хірургічного лікування. Середня величина корекції кіфотичної деформації після операції склала $20,0^\circ$, середня величина корекції сколіотичного компонента – $15,8^\circ$. Автори відмічають, що неврологічний дефіцит, який був до операції, після хірургічного лікування в більшості хворих регресував.

Ці ж автори в наступній публікації щодо ускладнень хірургічної корекції вродженого кіфозу [42], описали клінічні випадки, а також провели аналіз результатів виконання вертебректомії із заднього доступу в 81 пацієнта, яких розподілили на 3 групи. Педикулярна субстракційна остеотомія (група 1, 19 пацієнтів), передньо-задня вертебректомія (група 2, 23 особи) та задня вертебректомія (група 3, 39 хворих). Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав 31 міс. У групі 1 були такі ускладнення: у 3-х хворих інтраопераційне ушкодження твердої мозкової оболонки та у 1 – глибока інфекція післяопераційної рани. У групі 2: у 4 пацієнтів – інтраопераційне ушкодження твердої мозкової оболонки, у 1 – глибока

інфекція післяопераційної рани та у 1 – нестабільність металоконструкції з втратою корекції. У групі 3: у 3 хворих – інтраопераційне ушкодження твердої мозкової оболонки, у 5 – інтраопераційне травмування нервових корінців, у 2 – транзиторний неврологічний дефіцит у післяопераційному періоді, у 1 – міграція міжтілового кейджа та у 1 – нестабільність металоконструкції з втратою корекції.

М. Chehrassan і співавт. [43] описують ускладнення, які виникли у хворих із вродженим кіфозом 40 хворих, серед них 27 чоловіків і 13 жінок, що були прооперовані у проміжок з 2016 по 2021 рік. Середній вік на момент втручання складав 29 років (від 7 до 72). До 15 років було 9 хворих, від 15 до 30 років – 7, старше 30 років – 8 осіб. За типом вродженої кіфотичної деформації пацієнтів розподіл: I – 24 (60%), II – 4 (10%), III – 12 (30%). У 29 хворих були скарги на постійний біль у ділянці вершини деформації. У 11 осіб зафіксовано прояви неврологічного дефіциту в поєднанні з больовим синдромом. Здебільшого патологічний процес локалізувався у грудо-поперековому відділі. У жодного хворого під час проведення МРТ до операції не виявлено внутрішньо каналної патології спинного мозку. У всіх пацієнтів були клінічні прояви захворювання (прогресуючий неврологічний дефіцит, наявність постійного больового синдрому або і те, і інше). П'ятьма хірургами були виконані різні втручання: фіксація хребта in-situ – 9 пацієнтів, парціальна корпоректомія – 25 випадків, тотальна вертебректомія – 6. Комбінований передньо-задній доступ виконано 22 хворим, 17 – задній, 1 – передній. Автори розділили ускладнення на катастрофічні та значні. До перших вони віднесли неврологічний дефіцит і смерть (2 пацієнти, що мали параплегію до операції померли від тромбоемболії легеневої артерії; один хворий, якому була виконана корекція з переднього доступу, помер на наступний день після операції; інший хворий помер на другий день після комбінованої передньо-задньої корекції кіфотичної деформації). Серед 29 пацієнтів, що не мали неврологічного дефіциту до лікування, у 1 хворого після операції розвинулась параплегія, у 6 – глибокий нижній парепарез. Серед 9 осіб, що мали

неврологічний дефіцит до операції, у 3 хворих після корекції кіфотичної деформації неврологічний статус не змінився, у інших 6 він частково регресував. У всіх хворих із катастрофічними ускладненнями був змішаний тип аномалії. Серед значних ускладнень автори виділили глибоку інфекцію у 7 хворих, що лікувалась за допомогою дебридменту і внутрішньовенній антибактеріальній терапії. Поверхнева інфекції була в 2 випадках і лікувалась за допомогою пероральної антибактеріальній терапії. Інтраопераційне ушкодження твердої мозкової оболонки виявилось в 2 хворих. Нестабільність металоконструкції була у 2 пацієнтів і потребувала ревізійних втручань з реінструментацією хребта.

У низці наукових досліджень подано аналіз результатів використання спондилодезу «in situ» у пацієнтів із вродженою кіфотичною деформацією хребта.

Так, Y. J. Kim із співавт. [44] описали результати лікування 26 пацієнтів із вродженим кіфозом. Метою роботи було порівняння заднього спондилодезу «in situ», проведеного лише з заднього доступу, після попередньої мобілізації вентральних відділів хребта. Хворі були поділені на групи. Група 1 включала в себе осіб молодше 3-х років, яким було виконано задній спондилодез «in situ». До групи 2 входили пацієнти старше 3-х років, яким також виконували задній спондилодез «in situ». У групі 3 хворі були молодші 3-х років, їм було здійснено задній спондилодез після вентральної мобілізації. У групі 4 оперовані були старші 3-х років, їм було виконано задній спондилодез в поєднанні з вентральною мобілізацією хребта. У групі 1 (35 хворих), середня величина кіфотичної деформації була 49° . Протягом 6 років та 9 місяців корекція хребта досягла 10° . А кінцева величина грудного кіфозу склала 26° . У 2 осіб виник псевдоартроз, після чого було необхідне повторне проведення заднього або переднього спондилодезу. У жодного хворого не використовували фіксацію металоконструкціями. У групі 2 (5 пацієнтів) середня величина кіфотичної деформації була 59° . Інтраопераційна корекція склала близько 30° , за рахунок використання компресії за умов фіксації

металоконструкцією та положення на столі. По закінченню спостереження за хворими строком 4 роки 5 місяців, корекція хребта складала 29° . У групі 3 (7 осіб) середня величина кіфотичної деформації була 48° . Протягом 6 років та 3 місяців корекція хребта досягла 22° . У групі 4 (9 хворих) середня величина кіфотичної деформації була 77° . Інтраопераційно було досягнуто корекцію кіфотичної деформації до 37° . У подальші 5 років не відмічалось значної втрати корекції. У 2 хворих групи 4 у післяопераційному періоді виявлено неврологічний дефіцит.

М. J. McMaster та Н. Singh у роботі [45] опублікували результати лікування 65 пацієнтів із вродженим кіфозом. У 51 хворого виявлено сколіотичний компонент викривлення. Залежно від віку та виконання тієї чи іншої процедури, хворі були поділені на 5 груп. У групі 1 (11 хворих віком до 5 років) виконано задній аутоспондилодез; у групі 2 (26 осіб старше 5 років) – задній аутоспондилодез; у групі 3 (12 випадків) – задній аутоспондилодез із фіксацією хребта полісегментарною металоконструкцією; у групі 4 (7 хворих) – комбінований передньо-задній аутоспондилодез без інструментації; у групі 5 (9 осіб) – комбінований передньо-задній аутоспондилодез із фіксацією хребта полісегментарною конструкцією. У 6 хворих до втручання був нижній спастичний парепарез унаслідок компресії спинного мозку. Середній вік на момент хірургічного лікування був 9 років 6 місяців (від 11 місяців до 25 років). Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав 6 років 6 місяців (від 2 до 8 років). У групі 1 середня величина кіфотичної деформації до лікування була менше 55° . Після операції корекція кіфотичної деформації через 11 років досягла 15° у 9 з 11 випадків. У хворих групи 2, яким операції виконували після 5 років, спостерігався високий відсоток псевдоартрозів і низький корекції кіфотичної деформації. У пацієнтів із деформацією хребта більше 60° , найбільш вдалі результати спостерігалися після виконання заднього спондилодезу з передньою мобілізацією. Автори вважають, що всім хворим із вродженим кіфозом I та III типів має бути

виконаний задній спондилодез до 5 років, коли кіфотична деформація не перевищує 50°.

Н. Zhao з співавт. [46] навели результати лікування 33 пацієнтів із вродженим кіфозом. Хворим виконано 3 види втручань: за допомогою заднього спондилодезу «in situ» прооперовано 7 хворих (група 1), передній спондилодез виконано 4 особам (група 2) і 22 – передньо-заднього спондилодезу (група 3). Середній вік хворих на момент втручання – 16,5 хворих. Середня величина кіфотичної деформації до лікування була 90,2°. Строк спостереження в післяопераційному періоді склав 5 років 6 місяців (від 6 місяців до 14 років). Відносна величина корекції в післяопераційному періоді склала 34,4 % в групі 1, у групі 2 – 32,7 %, у групі 3 – 41,2 %. Зауважимо, що до хірургічного лікування у всіх хворих був неврологічний дефіцит різного ступеня. Лише в 2 після операції неврологічна симптоматика регресувала повністю. У своїй роботі автори не наводять даних про середню тривалість операції, про обсяг інтраопераційної крововтрати, про кількість псевдоартрозів або інших інтра та післяопераційних ускладнень.

V. J. Saraph зі співавт. [47] опублікували результати лікування 23 пацієнтів із кіфотичною деформацією після переднього аутоспондилодезу зі задньою інструментацією хребта полісегментарною конструкцією. Середній вік хворих на момент втручання складав 41 рік (від 6 до 77). Показами до хірургічного лікування були: виражений больовий синдром без прогресування деформації в 15 хворих і прогресуючий неврологічний дефіцит у 8. Аутоспондилодез виконували в грудному відділі 11 пацієнтам, у грудо-поперековому 11 особам і 1 у шийно-грудному відділі хребта. Передню декомпресію спинного мозку через наявність доопераційного неврологічного дефіциту здійснили 8 хворим. У середньому передній аутоспондилодез виконували на 4,2 рівнях. Середній строк спостереження в післяопераційному періоді складав 4,5 роки. Середня величина кіфотичної деформації до втручання була 50,9°. На останніх контрольних оглядах величина грудного кіфозу була 32,5°. Автори відмічають, що у всіх хворих у післяопераційному

періоді сформувався кістковий блок. У жодного пацієнта не виявлено псевдоартрозу. Із 8 пацієнтів, у яких був неврологічний дефіцит до операції: у 4 відмічено повне відновлення в післяопераційному періоді, у 3 – часткове та в 1 хворого неврологічний статус залишився без динаміки. У 3 випадках втрата корекції склала більше 5°.

Висновки

1. На підставі проведеного огляду літератури встановлено, що сучасною тенденцією розвитку хірургічного лікування кіфотичних деформацій хребта є проведення коригувальних остеотомій і вертебректомій, перевагою яких є значна корекція деформацій у сагітальній площині.

2. Величина корекції локального кіфозу під час виконання остеотомій хребта і задньої або комбінованої вертебректомії приблизно однакова.

3. Основними інтра- та післяопераційними ускладненнями хірургічних втручань через задній доступ є велика крововтрата, неврологічний дефіцит, псевдоартроз і як наслідок нестабільність металоконструкції з втратою досягнутої корекції, ушкодження елементів спинного мозку.

4. Здійснення хірургічних втручань із комбінованого передньо-заднього доступу в один або 2 етапи є більш інвазивним методом, але безпечнішим для пацієнта.

5. Спондилодез «in situ» призводить до меншої корекції викривлення хребта, але в той же час мінімізує кількість ускладнень, які виникають як під час втручання, так і в післяопераційному періоді.

6. У проаналізованих нами роботах не описано технології корекції вродженого кіфозу в пацієнтів із незавершеним ростом хребта.

7. Перспективними напрямками розвитку хірургії вроджених кіфотичних деформацій хребта є розробка нової технології, яка дозволить досягти достатньої корекції викривлення в поєднанні з мінімізацією ускладнень.

1.2. Біомеханічні ускладнення в разі хірургічного лікування вродженого кіфозу (системний аналіз літератури)

На відміну від ідіопатичного сколіозу [48-50] у дітей або юнацького кіфозу Шойєрманн-Мау [51-53], де на більшість питань відносно тактики лікування хворих у сучасній літературі відповіді отримано, при проведенні аналізу наукових робіт щодо вибору методу оперативного лікування вроджених деформацій хребта і зокрема вродженого кіфозу, нами не було знайдено однозначної думки та концептуального рішення, яке б вирішило усі ключові питання, що стоять перед хірургом [30-37,81,82,83]. Досягнення значної корекції гострокінцевої кіфотичної деформації, зменшення ризику інтра- та післяопераційних ускладнень, а також відновлення сагітального балансу тулуба є головною метою при плануванні операції. Справедливим буде відмітити, що першочергово основна увага при виборі тактики лікування направлена на боротьбу з виникненням інтраопераційного або раннього післяопераційного неврологічного дефіциту, що досить добре описано в літературі [54-57]. Актуальних це питання є через високий відсоток ускладнення та у більшості випадків незворотність процесу [16]. Проте з нашої точки зору не менше уваги слід приділяти ускладненням, які виникають у віддаленому післяопераційному періоді, а саме порушення цілісності металоконструкції у вигляді: переломів фіксуючих стрижнів або транспедикулярних гвинтів, міграції елементів металоконструкції, розвитку захворювання у суміжних нефіксованих сегментах хребта при некоректному виборі рівня фіксації. У зв'язку з цим ми вважаємо доцільним проведення огляду літератури, в якому ми спробували з'ясувати, при яких саме хірургічних втручаннях найчастіше в післяопераційному періоді відбувається нестабільність фіксатора. Варто відмітити, що нами не було знайдено наукових статей, де були проведені порівняльні експериментальні дослідження міцнісних властивостей того чи іншого виду фіксатора за наявності вродженого кіфозу на моделях.

У роботі «Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities» [17] серед 70 хворих, 38 з яких були пацієнти з вродженим кіфозом, автори

описали 5 випадків нестабільності металоконструкції, що у подальшому потребувало проведення ревізійних хірургічних втручань. Середній вік пацієнтів на момент операції складав – 27 років. Мінімальний термін спостереження за хворими після операції був 2 роки. Корекція деформації у фронтальній площині склала 61,9%, а корекція сагітального контуру – 45,2°. Загалом автори описали 24 випадки різних ускладнень.

G. R. Viviani зі співавт. порівняли хірургічне лікування 26 пацієнтів за допомогою задньої та передньо-задньої вертебректомії [58]. Передньо-задню вертебректомію виконували 17 пацієнтам, їх середній вік 13,2 років (група 1), задню вертебректомію – 9 особам, середній вік яких становив 10,7 років (група 2). Величина корекції кіфотичної деформації склала 25,4° у групі 1 та 30,1° в групі 2. Показники інтраопераційної крововтрати, тривалість операції та перебування в хірургічному стаціонарі були значно вищими в групі 1. Автори не відмічали неврологічних ускладнень. Проте стосовно ускладнень, пов'язаних із фіксатором, то в групі 1 в одного пацієнта був перелом стрижня, у 2 відмічалось виривання транспедикулярних гвинтів. У групі 2 лише в одного хворого зафіксовано виривання транспедикулярних гвинтів. У всіх пацієнтів ревізійні операції закінчувалися успішно.

K. F. Willems зі співавт. [59] порівняли результати лікування такими методиками, як педикулярна субстракційна остеотомія (ПСО) та полісегментарна клиноподібна остеотомія (ПКО). ПСО (група 1) виконували 62 пацієнтам, ПКО – 20. Нестабільність металофіксатора була в 10 пацієнтів в групі 1 та 4 в групі 2. Серед інших ускладнень у групі 1 зустрічалися: інтраопераційне ушкодження твердої мозкової оболонки у 12 пацієнтів, перелом кореня дужки – 4, поверхнева інфекція – 4, глибока інфекція – 5, неврологічні ускладнення – 6 хворих. У групі 2 зафіксовано такі ускладнення: інтраопераційне ушкодження твердої мозкової оболонки – 5 пацієнтів, перелом кореня дужки – 1, глибока інфекція – 3, неврологічні ускладнення – 1.

У публікації M. Ruf зі співавт. [60] описано лікування 41 пацієнта з вродженим кіфосколіозом за допомогою резекції напівхребця. Усіх хворих

автори поділили на 2 групи: 28 – із наявністю напівхребця та без порушення сегментації (група 1) та 13 – наявність напівхребця та порушення сегментації (група 2). Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав 6 років 2 місяці (від 10 місяців до 15 років 9 місяців). У групі 1 середня тривалість операції 187 хв (від 120 до 305 хв), середня крововтрата – 309 мл (від 80 до 1000 мл). Величина локального кіфозу до та після хірургічного лікування склала 22 ° та 8° відповідно. Величина сколіотичного компонента до та після операції – 36° та 7° відповідно. Ускладнення, які пов’язані з нестабільністю металофіксатора відмічено в 3 пацієнтів. Усім хворим виконували ревізійні операції через 1, 3 та 6 років після первинної корекції деформації. Неврологічних ускладнень не було. У групі 2 середня тривалість операції – 272 хв (від 115 до 400 хв), середня крововтрата – 723 мл (від 150 до 1600 мл). Величина локального кіфоза до та після втручання склала 24 ° та 9° відповідно. У групі 2 ускладнень пов’язаних із нестабільністю металофіксатора не було.

М. А. Qureshi та співавт. [61] подали результати лікування 24 пацієнтів із ВК за допомогою задньої вертебректомії. Середній вік на момент втручання був 17 років. Середня тривалість операції склала 4 години 23 хв. Середня крововтрата – 787 мл. Середній строк спостереження в післяопераційному періоді – 5 років та 7 місяців. Величина локального кіфоза до та після операції склала 42° та 13° відповідно. Величина сколіотичного компонента – 51° та 20° відповідно. Ускладнення пов’язані з нестабільністю металоконструкції зафіксовано в одного пацієнта. Серед інших ускладнень зустрічалися: проксимальний перехідний кіфоз – 1 випадок, транзиторний неврологічний дефіцит – 1, глибока інфекція післяопераційної рани була у 2 пацієнтів.

Х. Zhu зі співавт. [62] ознайомили з результатами лікування 60 пацієнтів із вродженими деформаціями хребта використовуючи резекції напівхребця з заднього доступу. У 46 осіб був повністю сегментований напівхребець та у 4 – несегментований. Середній вік на момент хірургічного втручання – 7 років (від 2 до 18). Середня тривалість операції склала 172 хв (від 130 до 370 хв). Середня величина інтраопераційної крововтрати – 350 мл (від 100 до 800 мл). Величина

локального кіфозу до та після операції склала $23,3^{\circ}$ та $6,8^{\circ}$ відповідно. Ускладнення пов'язані з нестабільністю металоконструкції у вигляді перелому стрижня були у 2 пацієнтів. Через 2 роки після первинної корекції деформації проведено заміну стрижнів.

S. Wang зі співавт. [63] описали результати лікування 36 пацієнтів з вродженою аномалією хребта, яким виконували резекцію напівхребця з заднього доступу з фіксацією транспедикулярною конструкцією на один рівень вище та нижче резеційованого напівхребця. Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав 3 роки (від 36 до 106 місяців). Середня тривалість операції – 188 хвилин. Середня величина інтраопераційної крововтрати – 364 мл. Величина корекції деформації склала 86,1 %. Ускладнення, які пов'язані з нестабільністю металоконструкції були в 4 пацієнтів: виявлено міграцію металофіксаторів, що, на наш погляд, пов'язано з неадекватним вибором рівня фіксації.

У публікації M. Ruf і J. Harms [64] надали результати лікування 28 пацієнтів із вродженою деформацією хребта. Усім хворим виконували задню вертебректомію з фіксацією полісегментарною конструкцією. Середній вік на момент хірургічного втручання – 3 роки та 4 місяці. Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав 3,5 роки. Кіфотична деформація до та після операції склала 22° та 10° відповідно. Величина сколіотичного компонента до та після операції склала 45° та 14° відповідно. Ускладнення, які пов'язані з нестабільністю металоконструкції були в 3 пацієнтів. Серед інших ускладнень були: інфекція післяопераційної рани – 1 випадок, перелом кореня дужки – 2.

Особливий інтерес викликала стаття «Risk factors for construct/implant related complications following primary posterior hemivertebra resection: Study on 116 cases with more than 2 years' follow-up in one medical center» [65], в якій автори не лише описали ускладнення, пов'язані з нестабільністю конструкції, але й виділили фактори, які на їхню думку сприяють розвитку цих ускладнень. Серед 116 пацієнтів із вродженою деформацією хребта, яких лікували за допомогою

резекції напівхребця з заднього доступу у 11 у післяопераційному періоді було відмічено різні ускладнення (9,5 %), 7 (63,6 %) з яких були через нестабільність металоконструкції. Середній вік на момент операції склав 9,8 років (від 2 до 19). Середня тривалість спостереження в післяопераційному періоді склала 67 міс. (від 24 до 133 міс.). Величина корекції деформації склала 79,5 %. Серед факторів, які сприяють розвитку нестабільності металоконструкції автори виділили вік пацієнтів (молодше 5 років), наявність напівхребця в поперековому відділі хребта та бісегментарна фіксація (фіксацією транспедикулярною конструкцією на 1 рівень вище на нижче резеційованого напівхребця).

У роботі Zhang J. та співавт. [66] наведено результати лікування 56 пацієнтів із вродженою деформацією хребта. Усім хворим виконано резекцію напівхребця з заднього доступу з фіксацією транспедикулярною конструкцією. Середній вік на момент операції склав 9,9 років (від 1,5 до 17). Середня тривалість спостереження в післяопераційному періоді склала 32,9 міс. (від 24 до 58 міс.). У середньому проводилася фіксація 5 сегментів транспедикулярною конструкцією (від 2 до 11 сегментів). Величина корекції кіфотичної деформації склала 70 %, величина корекції сколіотичного компонента – 72,9 %. У 2 пацієнтів автори відмічали перелом фіксуючого стрижня. У одного хворого перелом стрижня виявлено через 6 міс. після операції. Проте ревізійну операцію не було виконано, бо на цей момент був сформований кістковий блок і не було відмічено втрати корекції або міграції стрижнів. У другого пацієнта перелом фіксуючого стрижня виявлено через два роки після операції. Рентгенологічно зафіксовану втрату корекції та міграцію стрижня. Хворому виконано ревізійну операцію з заміною фіксуючого стрижня з додатковою фіксацією міжтіловим кейджем.

S. I. Suk і співавт. [67] описали результати лікування 70 хворих (34 чоловіків та 36 жінок), яким виконували вертебректомію з заднього доступу. Середній вік на момент хірургічного втручання склав 27,4 років. Мінімальний строк спостереження в післяопераційному періоді – 2 роки. Середня тривалість операції була 4 години 31 хв. Середня інтраопераційна крововтрата – 2333 мл. Корекція деформації хребта у фронтальній площині склала 61,9 %, у сагітальній

– 45,2°. Ускладнення виявлено в 24 пацієнтів. Серед них: нестабільність металоконструкції – 5 осіб, а також гематома в зоні резекції хребця – 6 випадків, неповне ушкодження корінців спинного мозку – 4, у 2 – інфекційні ускладнення та у 5 хворих – гемопневмоторакс.

J. T. Smith зі співавт. у статті «Simultaneous anterior-posterior approach through a costotransversectomy for the treatment of congenital kyphosis» [18] доповіли про результати лікування 16 пацієнтів, яким виконали задню вертебректомію, з косткотрансверзектомією в якості доступу. Середній строк спостереження склав 5 років. Середня величина кіфотичної деформації до та після операції склала 65° (від 25° до 160°) та 31° (від 0° до 82°) відповідно. У 4 пацієнтів спостерігалися різні ускладнення, у 1 випадку було виявлено нестабільність металоконструкції, що потребувала ревізійного хірургічного втручання.

В роботі «The results of closing wedge osteotomy with posterior instrumented fusion for the surgical treatment of congenital kyphosis» Y. Atici зі співавт. опублікували результати лікування 10 пацієнтів за допомогою ПСО [25]. Середній вік на момент операції склав 12,6 років (від 8 до 18). Середній строк спостереження в післяопераційному періоді склав майже 52 місяці. Середня величина корекції локальної кіфотичної деформації склала 53% після оперативного лікування. Серед ускладнень у післяопераційному періоді виявлено перелом фіксуючого стрижня та нестабільність металоконструкції з розвитком феномену колінчатого валу. Даному пацієнту була проведена ревізійна операція по заміні елементів металоконструкції.

В роботі «Posterior Vertebral Column Resection for Severe Spinal Deformity Correction: Comparison of Pediatric, Adolescent, and Adult Groups» [68] автори поділили хворих на 3 групи залежно від віку: У 1 групі (від 0 до 12 років) було 14 хворих, у 2 групі (від 13 до 19 років) було також 14 хворих, у 3 групі (від 20 і старше) було 26 хворих. Всі ускладнення пов'язані з нестабільністю металоконструкції були у пацієнтів з 3 групи. У 3 хворих в перший рік після операції було виявлено перелом фіксуючого стержня в місці виконання задньої

вертебректомії напівхребця. Все хворі потребували ревізійне хірургічне втручання по заміні фіксуючих стрижнів.

В роботі «Incidence and causes of instrument-related complications after primary definitive fusion for pediatric spine deformity» [69] автори провели ретроспективний аналіз 1499 хворих, які були прооперовані у 14 різних інститутах в період з 2015 по 2017 роки. Середній вік на момент операції складав 13,9 років. Мінімальний термін спостереження був 3 роки. Всього було описано 84 випадки (5,6%) ускладнень, пов'язаних з металофіксатором. У 24 хворих було відмічено наявність перелому елементів металоконструкції. Усі хворі потребували проведення ревізійних втручань. Серед причин, які призвели до ускладнень автори виділили: етіологію (нейром'язові деформації та посттравматичні або вроджені кіфотичні деформації) та величину викривлення.

В роботі «Revision risk after pediatric spinal deformity surgery: a nationwide study with 2-year follow-up» [70] автори описали ускладнення, що виникли протягом 2 років в післяопераційному періоді у хворих, які були прооперовані з приводу деформацій хребта в період з 2006 по 2015 роки. Інформація була отримана з Дачької національної бази хворих. Всього було прооперовано 1310 хворих. В 9,2% випадків хворі потребували ревізійне лікування протягом 2 років після операції. Найчастішою причиною ревізійних операцій були ускладнення пов'язані з нестабільністю металоконструкції (32,5%). Серед основних факторів, які призвели до ускладнень автори відмічають наявність вроджених деформацій, а також проведення хірургічних втручань у ранньому віці з конструкціями, які не обмежують зростання.

В роботі «Comparison of clinical and radiological outcomes of SRS-Schwab grade 3-4 and SRS-Schwab 5-6 osteotomies in congenital kyphosis and kyphoscoliosis patients» [71] автори проаналізували результати лікування 58 хворих з вродженим кіфозом, яким для корекції деформації були проведені остеотомії хребта і вертебректомії. У 14 хворих (24,1%) були описані неврологічні ускладнення і у 14 хворих (24,1%) були ускладнення пов'язані з нестабільністю імплантата, включаючи перелом стержня, проксимальний перехідний кіфоз і

міграцію транспедикулярних гвинтів. Більшість ускладнень виникла у пацієнтів, що мали значний кут кіфотичного викривлення і в свою чергу потребували більший об'єм хірургічного втручання.

Zhong, Junlong зі співавторами [72] провели ретроспективний аналіз 127 хворих з гострокінцевою кіфотичною деформацією хребта, які були прооперовані в період з 2013 по 2020 роки. Мінімальний термін спостереження за хворими складав 2 роки. Серед хворих було 71 чоловік і 56 жінок. Усім хворим проводилась задня вертебректомія для корекції кіфотичної деформації. У 19 хворих протягом 2 років були виявлені механічні ускладнення, такі як: переломи фіксуючих стержнів або транспедикулярних гвинтів. Усім хворим проводились ревізійні хірургічні втручання. Більшість ускладнень виникли через неадекватний вибір протяжності фіксації (коротка інструментація) та високий індекс маси тіла. Автори відмічали, що використання додаткових фіксуючих стержнів зменшувало ризик нестабільності металофіксатора.

Висновки

1. Нестабільність металоконструкції – одне з найчастіших ускладнень, яке в більшості випадків зустрічається після виконання резекції напівхребця з заднього доступу.

2. Основні чинники, які призводять до нестабільності імплантата це: виконання хірургічного втручання в ранньому віці та коротка фіксація хребта, тобто фіксація на один рівень вище та нижче видаленого напівхребця.

3. Не було знайдено жодної статті де б проводилися експериментальні дослідження біомеханічних властивостей металоконструкцій у разі різних типів фіксації хребта за вродженого кіфозу.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

2.1. Клінічні методи дослідження

Було проведено ретроспективний аналіз результатів лікування пацієнтів з уродженим кіфозом, які лікувалися в ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», ННМК «Університетська клініка» ХНМУ, КНП «Міська багатoproфільна клінічна лікарня матері та дитини ім. проф. М.Ф. Руднєва» ДМР з 1991 по 2026 рік.

Пацієнти були поділені на 2 групи:

Група вертеброектомії (ВЕ) – 9 пацієнтів віком ($11,7 \pm 3,2$) років, від 8 до 16 років. Було 5 – хлопчиків та 4 дівчинки. В групі 7 пацієнтам вертеброектомію виконували комбінованим передньо-заднім доступом, 2 – тільки заднім доступом.

Група коригувальна остеотомії (КО) – 6 пацієнтів, віком ($11,8 \pm 5,3$) років, від 5 до 18 років. Всі дівчата.

За віком групи були однакові ($t=-0,069$; $p=0,947$).

За розробленим автором методом проведено 3 хірургічних втручання.

2.2. Рентгенологічні методи дослідження

Повне рентгенометричне дослідження, яке включало вимірювання величина загального грудного та локального кіфозу, величини поперекового лордозу, сколіотичного компонента, показників хребтово-тазового балансу (інцидент таза, нахилу таза, нахилу крижі) проводили до лікування та після виконання хірургічного втручання. На контрольних оглядах проводили оцінку зміни кіфотичної деформації та цілісність металоконструкцій.

Рентгенографію виконували в положенні стоячи в передньо-задній та бічній проєкціях, а також в положенні лежачи на клині під верхівкою кіфотичної деформації. Під час оцінювання результатів рентгенографії вивчали такі показники:

Грудний кіфоз і поперековий лордоз вимірювалися за допомогою методу Cobb. Під час вимірювання грудного кіфозу на рентгенограмі в бічній проекції проводили дві лінії: перша – паралельно верхній замикальній пластинці першого грудного хребця, друга – паралельно нижній замикальній пластинці дванадцятого грудного хребця. У місці перетину лінії кутоміром вимірюється величина кута, яка відповідає величині грудного кіфозу.

Для вимірювання поперекового лордозу на рентгенограмі в бічній проекції проводили дві лінії: перша – паралельно верхній замикальній пластинці першого поперекового хребця, друга – паралельно верхній замикальній пластинці крижі. У місці перетину ліній кутоміром вимірюється величина кута, яка відповідає величині поперекового лордозу (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Схема прикладу вимірювання величини грудного кіфозу та поперекового лордозу

Вимірювання основних параметрів тазового балансу проводили по бічній рентгенограмі стоячі в природній поставі, з накладенням обох голівок стегнових кісток) (рис. 2.2):

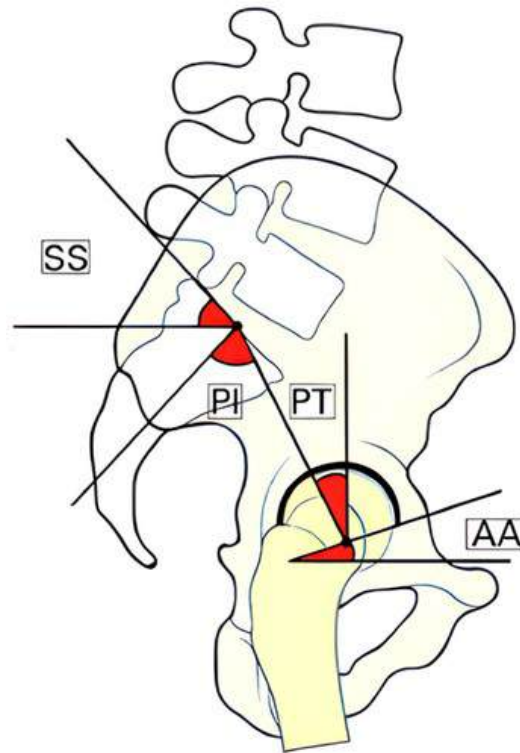


Рис. 2.2. Схема вимірювання показників тазового балансу

Pelvic Incidence (PI — нахил таза): Кут між перпендикуляром до середини верхньої замикальної пластинки S1 та лінією, що з'єднує цю середину з центром осі стегнових голівок (або серединою лінії між центрами обох голівок, якщо вони не накладаються ідеально). Це фіксований анатомічний параметр.

Pelvic Tilt (PT — скіс таза): Кут між вертикальною лінією (plumb line), що проходить через центр осі стегнових голівок, та лінією, що з'єднує центр стегнових голівок з серединою верхньої замикальної пластинки S1. Вимірює ступінь ретроверсії/антеверсії таза.

Sacral Slope (SS — нахил крижів): Кут між горизонтальною лінією (паралельною підлозі) та лінією, проведеною вздовж верхньої замикальної пластинки S1. Вимірює нахил крижової пластинки відносно горизонту.

Виконували геометричну перевірку $PI = PT + SS$.

Комп'ютерну томографію (КТ) хворим із вродженим кіфозом виконали на апараті SOMATOM Definition AS. Для оцінювання результатів КТ визначали тип вродженої кіфотичної деформації хребта.

Для визначення типу деформації хребта використовували класифікацію вродженого кіфозу McMaster [73] (рис. 2.3), яка включає в себе 3 типи деформації, а саме: порушення формування хребців (тип 1), порушення сегментації хребців (тип 2) та змішані аномалії (тип 3).

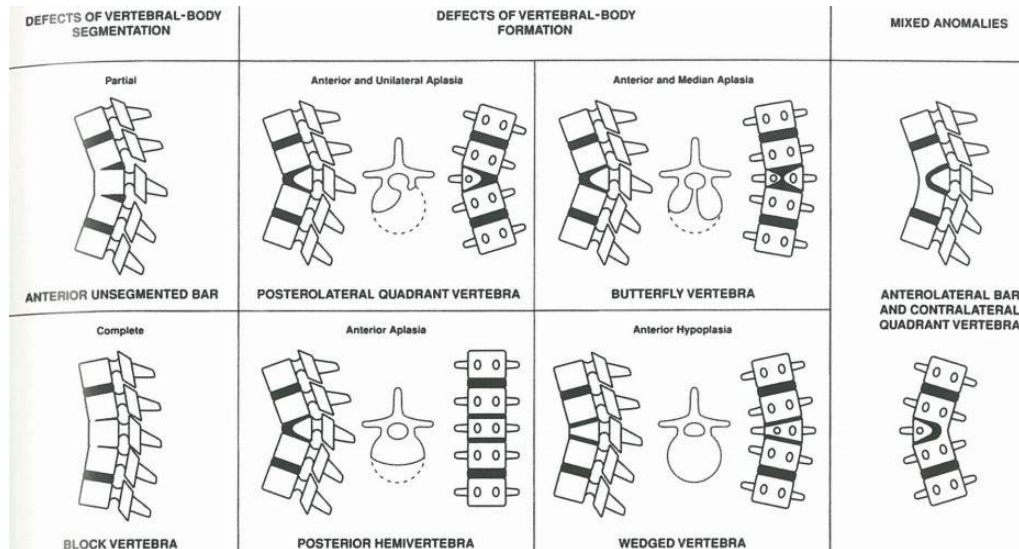


Рис. 2.3. Класифікація вродженого кіфозу за McMaster [64]

Магнітно-резонансну томографію (МРТ) хворим із вродженим кіфозом проводили на апараті MAGNETOM C. Під час аналізу результатів МРТ вивчали об'ємні співвідношення хребтового каналу та його змісту в T2-режимі, а саме ступінь вертебро-медулярного конфлікту. Для визначення ступеня вертебро-медулярного конфлікту використовували класифікацію локалізації та форми спинного мозку на вершині викривлення за деформацій хребта (Spinal Cord Shape Classification System (SCSCS)) (рис. 2.4) [74], яка складається з 3 типів:

- 1 – симетрична кругова форма спинного мозку з видимою циркуляцією ліквору;
- 2 – симетрична кругова форма спинного мозку без видимої циркуляції ліквору;
- 3 – розпластаний або деформований спинний мозок, який деформований тілом хребця без видимої циркуляції ліквору.

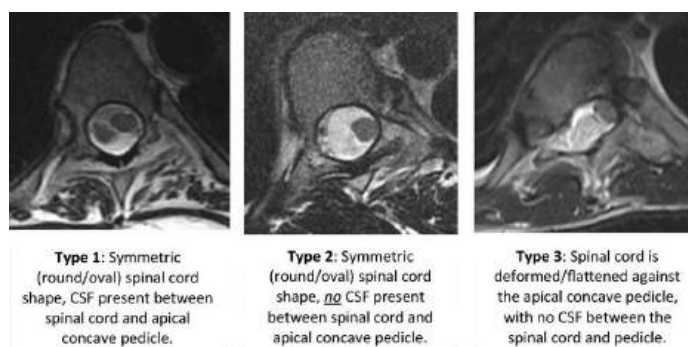


Рис. 2.4. Класифікація локалізації та форми спинного мозку на вершині викривлення в разі деформацій хребта (Spinal Cord Shape Classification System) [90]

2.3. Біомеханічні дослідження

В лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» було проведено дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат». За основу обрано модель хребців Th9–L3 [75].

Були створені шість розрахункових моделей:

1. модель блока хребців Th9–L3 із кейджем замість тіла хребця Th12 (рис. 2.5 а) та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2;
2. модель блока хребців Th9–L3 із кейджем замість тіла хребця Th12 (рис. 2.5 б) та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2. Додаткова фіксація суглобових мас хребців Th11 та L1 кістковими трансплантатами.
3. модель блока хребців Th9–L3 із трансплантатом (незрощені чіпси) замість тіла хребця Th12 (рис. 2.5 в) та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2.
4. модель блока хребців Th9–L3 із трансплантатом (зрощені чіпси) замість тіла хребця Th12 (рис. 2.5 в) та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2.
5. модель блока хребців Th9–L3 зі збереженим тілом хребця Th12 та видаленим заднім опорним комплексом (рис. 2.5 г) та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2;
6. модель блока хребців Th9–L3 зі збереженим тілом хребця Th12 та видаленим заднім опорним комплексом (рис. 2.5 д) та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2. Додаткова фіксація суглобових мас хребців Th11 та L1 кістковими трансплантатами;

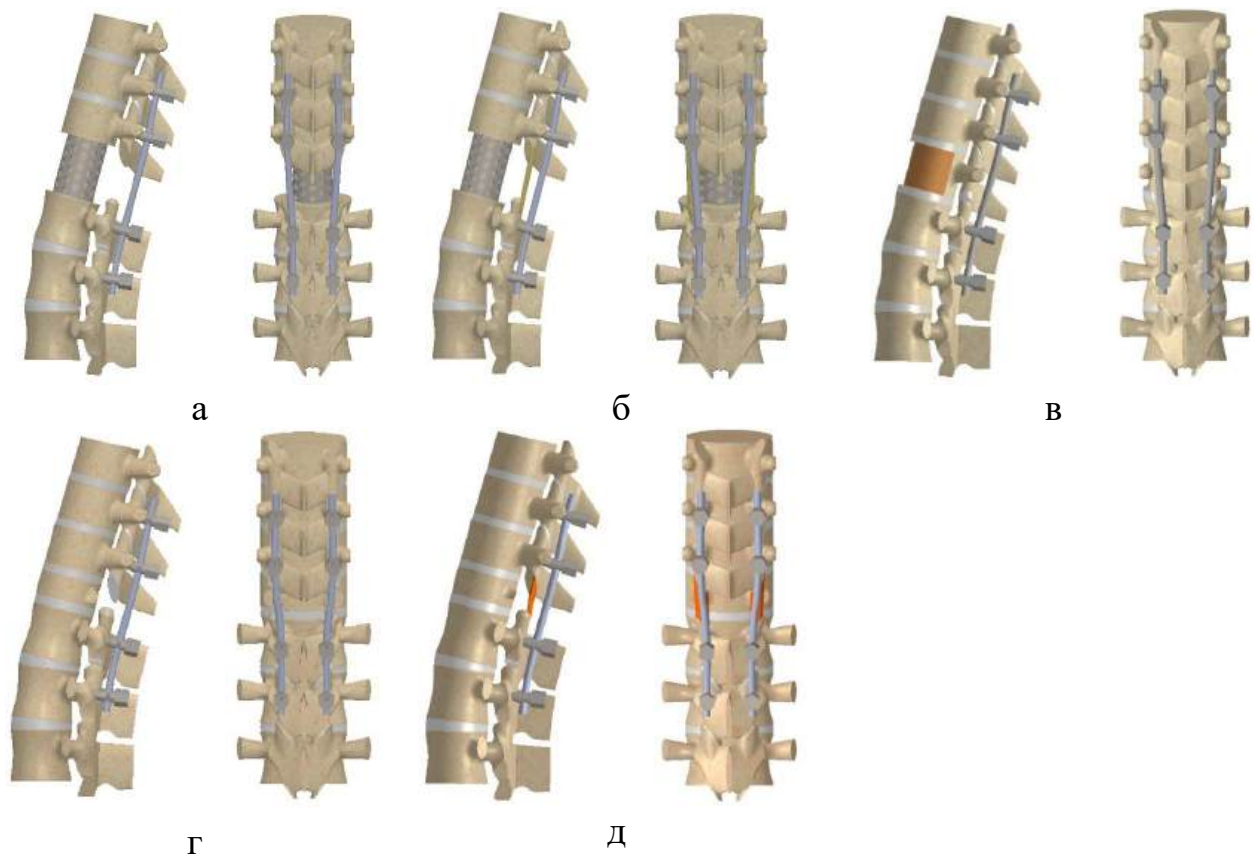


Рис. 2.5. Варіанти розрахункових моделей:

а) варіант 1 – з кейджем; б) варіант 2 – з кейджем і кістковими трансплантатами; в) варіант 3,4 – з трансплантатом із чіпсів та збереженим заднім відділом хребця Th12; г) варіант 5 – з тілом хребця Th12; д) варіант 6 – з тілом хребця Th12 і кістковими трансплантатами.

Матеріал вважали однорідним та ізотропним. Основні характеристики: E – модуль пружності (модуль Юнга), ν – коефіцієнт Пуассона взяті з літератури [76, 77, 78, 79, 80] та зведені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1
Механічні характеристики матеріалів, які використовуються

Матеріал	Модуль пружності, E (МПа)	Коеф. Пуассона, ν
Кірковий шар кістки	18 350	0,3
Губчаста частина кістки	330	0,3
Хрящ	10,5	0,49
Міжхребцевий диск	4,5	0,45
Міжхребцевий трансплантат (чіпси)	13,02	0,45
Сталь	210 000	0,3

Усі варіанти розрахункових моделей мають жорстке кріплення по нижній площині тіла хребця L3 та його суглобових мас (рис. 2.6). Вертикальне

навантаження 100 Н при стоянні, яке проходить вздовж осі тіла людини (в сагітальній площині вздовж передньої поверхні тіла хребця L3) замінено на еквівалентне навантаження 100 Н, яка діє на верхню площину тіла хребця Th9 та відповідний момент сил 1,0 Нм, які забезпечують умови рівноваги.

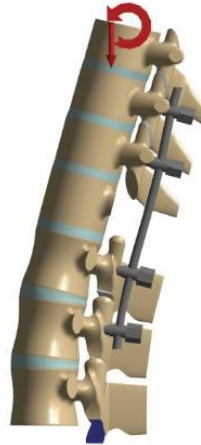


Рис. 2.6. Закріплення та навантаження на прикладі першого варіанта розрахункової моделі

Побудова геометричних моделей проводилася з використанням програми SolidWorks, скінчено-елементні розрахунки проводилися в програмі ANSYS.

2.4. Статистичні методи дослідження

Опис рентгенометричних показників представлено як середнє значення (M) та стандартне відхилення (SD). Враховуючи малі розміри груп пацієнтів, для порівняння зміни показників використаний парний t-тест з корекцією на коефіцієнт кореляції (r), результати якого подано як статистика t, статистична значущість тесту (p), а також розраховано ефект Hedges g (g) та 95% довірчий інтервал. При порівнянні показників між незалежними групами був використано t-тест Welch, результат подано як статистика t і статистична значущість p.

Інтерпретаційна шкала Hedges' g

< 0.20	тривіальний / дуже малий ефект
0.20 – < 0.50	малий ефект
0.50 – < 0.80	середній ефект
≥ 0.80	великий ефект
≥ 1.20	дуже великий ефект

Для порівняння динаміки зміни рентгенометричних показників деформації хребта було проведено змішаний дисперсійний аналіз (mixed ANOVA) з міжсуб'єктним фактором – *Група* (2 рівні) та внутрішньосуб'єктним фактором – *Час* (два рівні: до та після втручання).

Для кожної шкали аналізували: основний ефект *Група* (відмінності між групами); основний ефект *time* (загальні зміни до/після); взаємодію *Група:Час*, яка відображає відмінності динаміки змін між групами.

Розмір ефекту оцінювали за допомогою показника generalized eta squared (η^2g), який є мірою ефекту для змішаних дизайнів. η^2g – частка загальної дисперсії, поясненої ефектом.

Орієнтовні пороги інтерпретації

< 0.01	практично відсутній ефект
0.01 – < 0.06	малий ефект
0.06 – < 0.14	середній ефект
0.14 – < 0.20	великий ефект
≥ 0.20	дуже великий / домінуючий ефект

Усі тести були двосторонніми; рівень статистичної значущості встановлювали на рівні $\alpha = 0.05$.

Аналіз проводили в пакеті R-4.5.2 та IBM SPSS Statistics 26.0.

РОЗДІЛ 3

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ВРОДЖЕНОГО КІФОЗУ У ДІТЕЙ

Проведено аналіз архівного матеріалу ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», ННМК «Університетська клініка» ХНМУ, КНП «Міська багатoproфільна клінічна лікарня матері та дитини ім. проф. М.Ф. Руднєва» ДМР із метою виявлення історій хвороб пацієнтів із ВК, які знаходилися на лікуванні у клінічних підрозділах протягом з 1991 по 2026 рік.

Відібрано для аналізу 15 пацієнтів, віком від 5 до 18 років, в середньому (11.7 ± 4.0) років, серед яких було 4 хлопчика (26,7 %) і 11 дівчат (73,3%).

Пацієнтам проведено два основних види хірургічної корекції вродженої кіфотичної деформації:

Вертебректомія з комбінованого передньо-заднього доступу (7 пацієнтів) або заднім доступом (2 пацієнта);

Остеотомія з заднім доступом (6 пацієнтів).

Основні характеристики пацієнтів наведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1

Характеристика пацієнтів та рентгенометричних показників до операції

Хірургічне втручання	Кількість хворих	Вік, роки	Рентгенометричні показники			
			грудного кіфозу	локального кіфозу	поперекового лордозу	сколіотичного компонента
Вертебректомія	9 (60 %)	$11,7 \pm 3,2$	$71,6 \pm 12,6$	$60,0 \pm 24,0$	$64,0 \pm 17,7$	$20,6 \pm 12,8$
- комбінована передньо-задня	7 (46,7 %)					
- задня	2 (13,3 %)					
Остеотомія хребта	6 (40 %)	$11,8 \pm 5,3$	$69,8 \pm 13,3$	$70,0 \pm 9,7$	$67,2 \pm 6,9$	$27,8 \pm 12,3$
Статистична значущість різниці (t, p)		t=-0,069 p=0,947	t=0,251 p=0,807	t=-0,890 p=0,392	t=-0,740 p=0,475	t=2,035 p=0,063

За даними статистичного аналізу, до лікування групи пацієнтів за віком та рентгенометричними параметрами кіфотичної деформації були схожими ($p > 0,05$).

3.1 Аналіз результатів хірургічного лікування пацієнтів методом вертеброектомії

Вертебректомія патологічного хребця виконувалася переважно з комбінованого передньо-заднього доступу. Виконання комбінованого передньо-заднього доступу проведено 7 хворим: 4 хворим обидва етапи були виконані в один день, 3 – передній та задній доступи були виконані в різні дні.

Пацієнт Б., 16 років, клиноподібні напівхребці Th10–Th11. Виконано 2 етапи хірургічного втручання. Спочатку була проведена передня корпореکتомія Th10–Th11 із виконанням переднього аутоспондилодезу. Через 22 дні був проведений 2 етап операції: корекція кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th7–L3 із виконанням заднього аутоспондилодезу і ламінектомія Th10–Th11 хребців. Величина грудного кіфозу до та після операції складала 100° та 42° відповідно, локального кіфозу – 72° та 52° відповідно. Величина поперекового лордозу до та після операції складала 71° та 49° відповідно, сколіотичного компонента – 49° та 4°, відповідно. Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

Пацієнтка Г., 8 років, госпіталізована в клініку дитячої ортопедії ІПХС зі скаргами на кіфотичну деформацію хребта. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з верхівкою на рівні Th12 хребця (рис. 3.1 а-в). На рентгенограмах хребта, які виконали в передньо-задній та бічній проекціях, виявлено вроджену кіфотичну деформацію, кут Cobb якої склав 72°, а вершинний кут – 100°, сколіотичний компонент – 12° (рис. 3.1 г-д). Після проведення МРТ виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з наявністю клиноподібного Th12 напівхребця і 3 тип форми і розташування спинного мозку за SCSCS на вершині деформації (рис. 3.1 е).

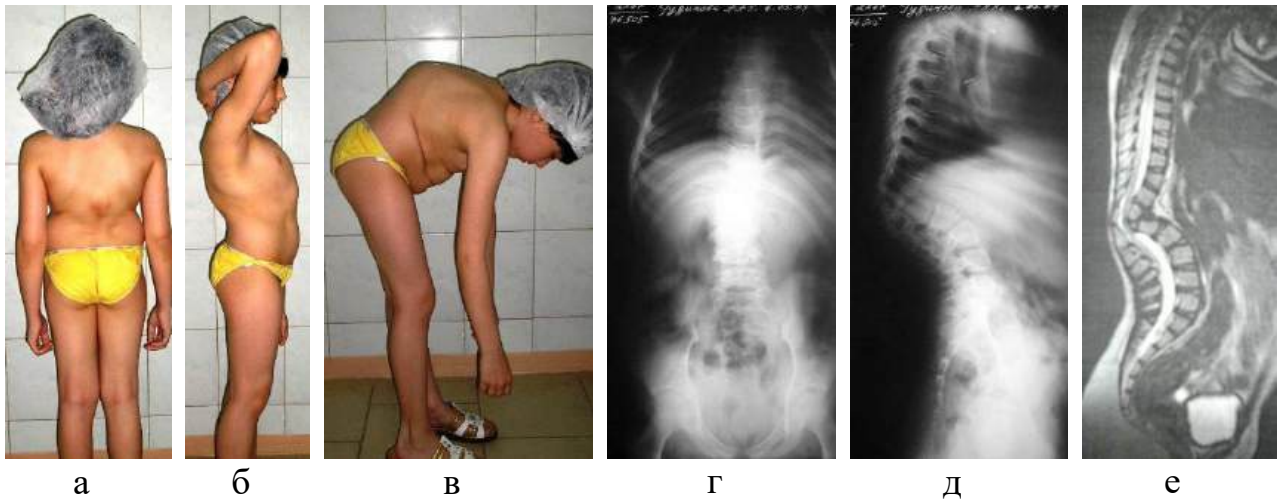


Рис. 3.1. Фотовідбитки та рентгенограми пацієнтки Г. до хірургічного втручання:

а-в) зовнішнього вигляду;

г) у передньо-задній; д) бічний ; е) МРТ

На основі проведеного клініко-рентгенологічного обстеження, хворій діагностовано: вроджений грудо-поперековий кіфоз 3 ст. та встановлені показання до проведення 2 етапів втручання. Першим етапом 14.05.2009 року виконано резекцію клиноподібного Th12 напівхребця та корекцію кіфотичної деформації хребта транспедикулярною металоконструкцією на рівні Th9–L3 і виконанням заднього аутоспондилодеза. Через 17 днів виконано 2 етап операції: передній міжтіловий спондилодез із фіксацією кейджем (рис. 3.2).

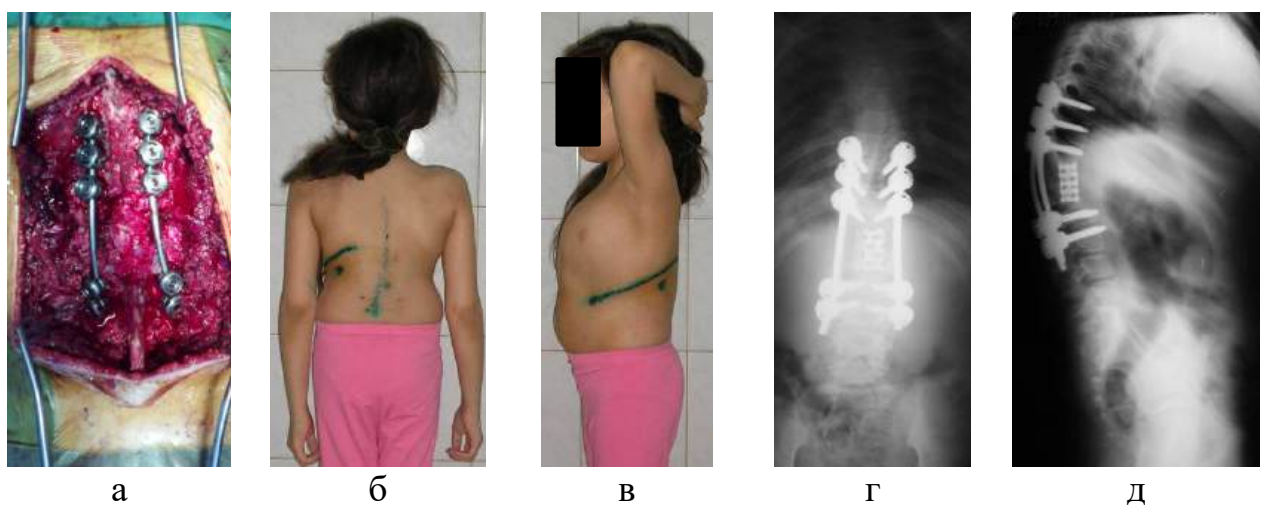


Рис. 3.2. Фотовідбитки інтраопераційної рани (а), зовнішнього вигляду (б-в) хворої Г. і рентгенограм у передньо-задній (г) та бічній проекціях (д) після хірургічного лікування

Вимірювання післяопераційних рентгенограм показали, що сколіотичний компонент деформації зменшився до 3° , величина грудного кіфозу складає 52° , вершинний кут деформації – 30° . Інтра- та післяопераційних ускладнень не виявлено.

На контрольному огляді через рік (рис. 3.3) скарг не було. На контрольних рентгенограмах не виявлено ознак нестабільності металоконструкції або втрати корекції.

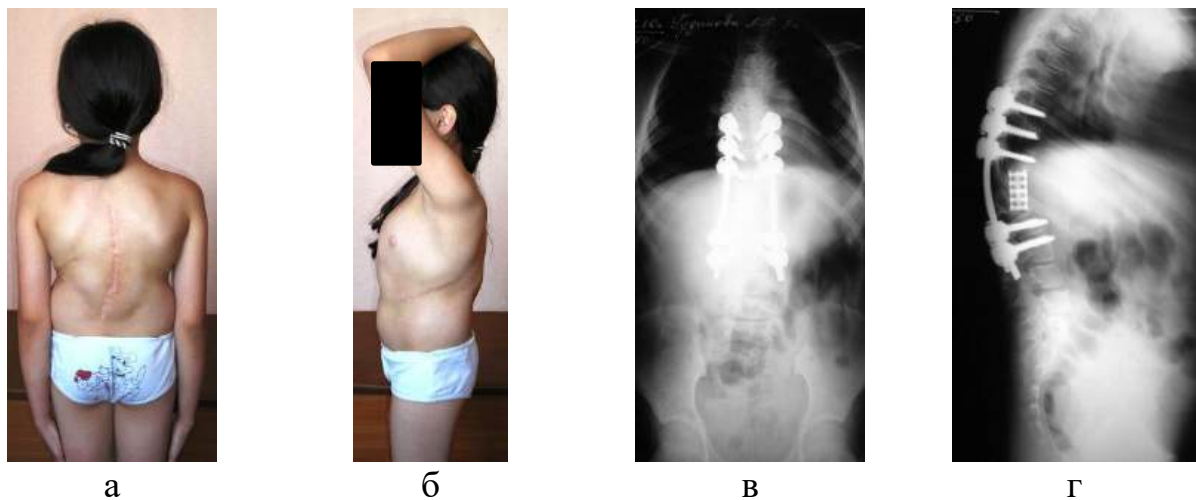


Рис. 3.3. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої Г. і рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) через рік після хірургічного лікування

Пацієнтка К., 16 років, додаткові клиноподібні напівхребці між Th5–Th6 та Th11–Th12. Виконано передню вертебректомію напівхребця на рівні Th11–Th12 зі здійсненням переднього аутоспондилодезу та корекцію кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th8–L3 зі заднім аутоспондилодезом. Обидва етапи були виконані в один день. Величина грудного кіфозу до та після операції складала 65° та 30° відповідно, локального кіфозу – 80° та 25° відповідно. Величина поперекового лордозу до та після операції складала 96° та 50° відповідно, сколіотичного компонента – 25° та 8° відповідно. Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

Пацієнт К., 14 років, клиноподібний напівхребець L2. Виконано передню вертебректомію з фіксацією міжтіловим кейджем і корекцію кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні L2–L4 із заднім аутоспондилодезом. Обидва етапи були виконані в один день. Величина грудного кіфозу до та після операції складала 22° та 20° відповідно, локального кіфозу – 18° та 5° відповідно. Величина поперекового лордозу до та після операції складала 50° та 48° відповідно, сколіотичного компонента – 8° та 2° відповідно. Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

Пацієнтка П., 12 років, клиноподібні напівхребці Th7–Th9. Виконано 2 етапи хірургічного лікування. Спочатку здійснено парціальну корпоректомію Th7–Th9 хребців. Через 20 дні проведено 2 етап втручання: корекція кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th4–Th12 із виконанням заднього аутоспондилодезу і ламінектомії Th8 хребця. Величина грудного кіфозу до та після операції складала 53° та 27°, локального кіфозу – 68° та 32°, величина поперекового – 42° та 30°, сколіотичного компонента – 18° та 4°, відповідно. Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

Корекція кіфотичної деформації за допомогою вертебректомії виконаної виключно із заднього доступу була виконана 2 пацієнтам.

Пацієнтка Д., 8 років, госпіталізована в клініку дитячої ортопедії ІПХС зі скаргами на кіфотичну деформацію хребта. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з верхівкою на рівні Th11–Th12 хребців. На рентгенограмах хребта, які виконали в передньо-задній та бічній проєкціях, виявлено вроджену кіфотичну деформацію, кут Cobb якої склав 75°, вершинний кут деформації – 63°. Сколіотичний компонент деформації склав 18°. Після проведення КТ-дослідження було виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з наявністю клиноподібних Th11 і Th12 напівхребців (рис. 3.4).

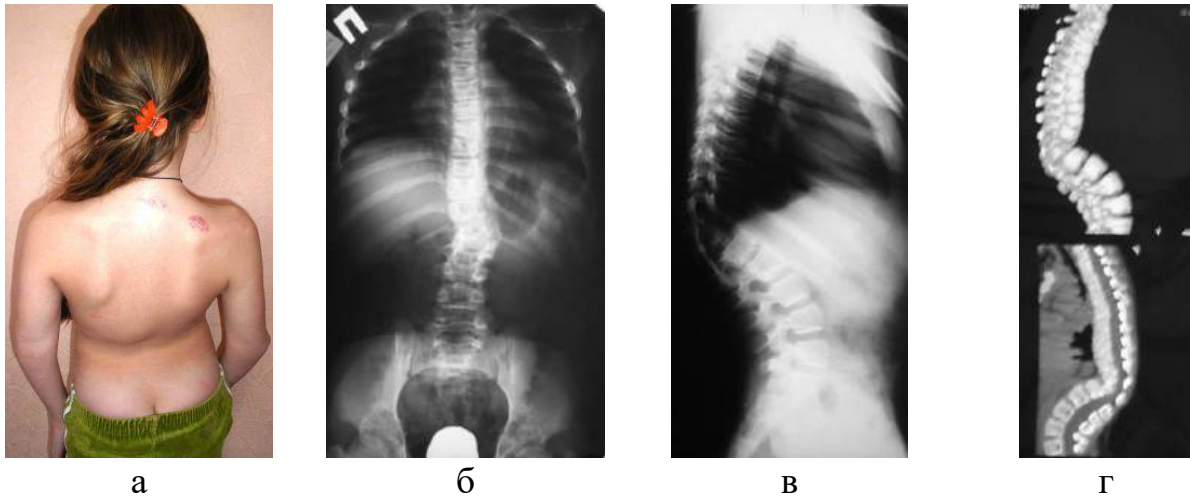


Рис. 3.4. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а) хворої Д. і рентгенограм у передньо-задній (б), бічній проекціях (в) та комп'ютерної томограми (г) до операції

Діагностовано: вроджений грудо-поперековий кіфоз 3 ст. і встановлені покази до проведення хірургічного втручання: резекція клиноподібного Th12 напівхребця, корекція кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th9–L3 та передній міжтіловий спондилодез кейджем. Операцію проведено 14.04.2010 р. (рис. 3.5). Хірургічне втручання було виконано в один етап лише з заднього доступу.

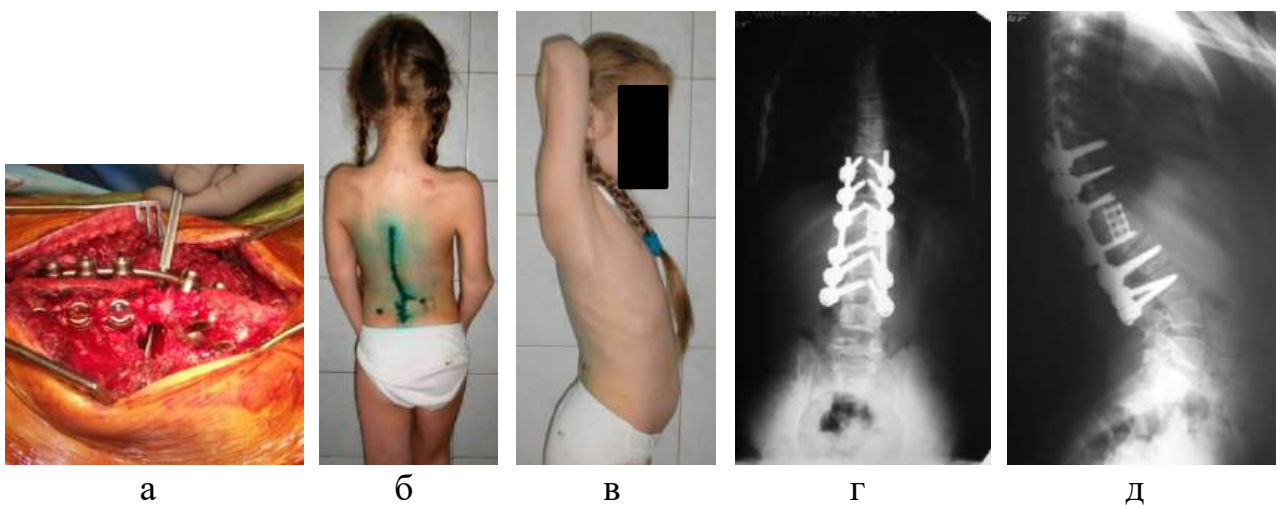


Рис. 3.5. Фотовідбитки інтраопераційної рани (а), зовнішнього вигляду (б-в) хворої Д. і рентгенограм у передньо-задній (г) та бічній проекціях (д) після лікування

Рентгенометричні вимірювання післяопераційних рентгенограм показали, що сколіотичний компонент деформації зменшився до 10° , величина грудного кіфозу – 42° , вершинний кут деформації – 25° . Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

На контрольному огляді через 1 рік (рис. 3.6) та через 15 років (рис. 3.7) скарг не було. На контрольних рентгенограмах не виявлено ознак нестабільності металоконструкції або втрати корекції.

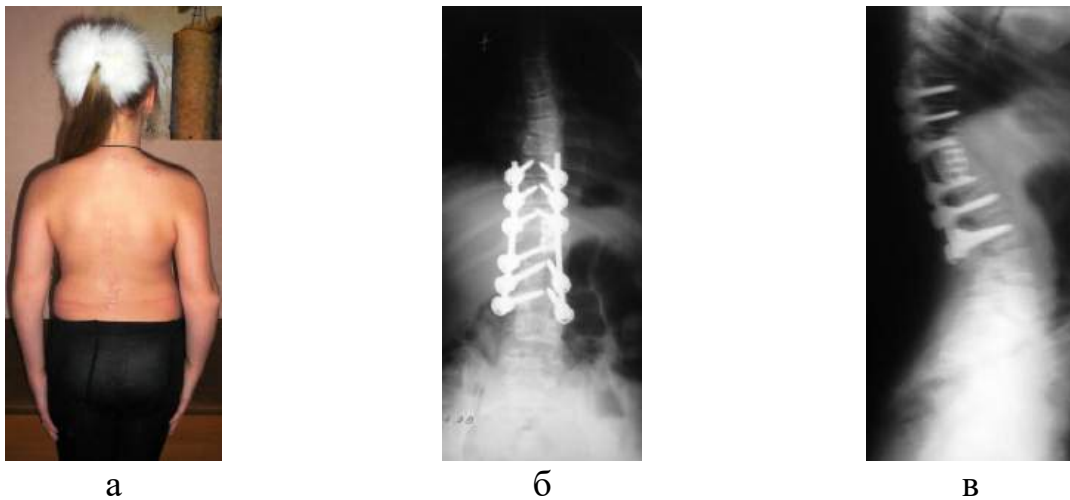


Рис. 3.6. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а) хворої Д. і рентгенограм у передньо-задній (б) та бічній проекціях (в) через рік після хірургічного лікування

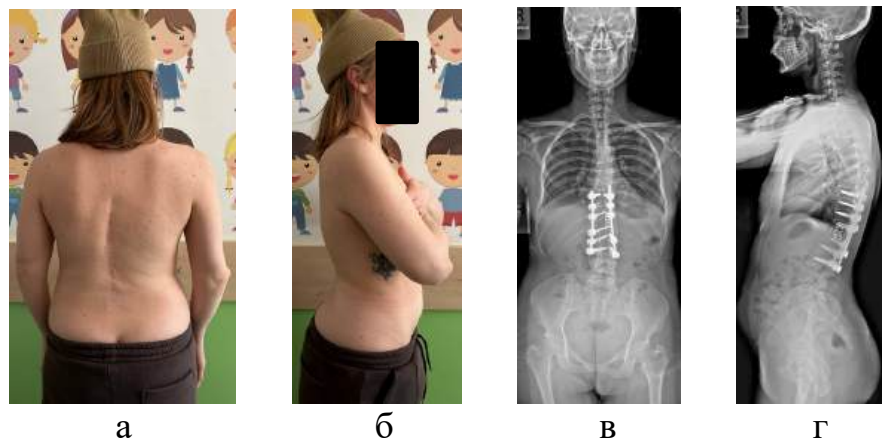


Рис. 3.7. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої Д. і рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) через 15 років після хірургічного лікування

Пацієнт Д., 9 років, із наявністю клиноподібного Th12 напівхребця виконана резекція клиноподібного Th12 напівхребця, корекція кіфотичної

деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th8–L3. У відділення пацієнт був госпіталізований із вираженим неврологічним дефіцитом. У проксимальних і дистальних відділах нижніх кінцівок сила м'язів складала – 0 балів. Відмічалась повна втрата глибокої та поверхневої чуттєвості нижче колінних суглобів. Порушення функції тазових органів не було виявлено. Величина грудного кіфозу до та після операції складала 63° та 30° відповідно, локального кіфозу – 53° та 21° відповідно. Величина поперекового лордозу до та після операції складала 75° та 49° відповідно, сколіотичного компонента – 10° та 5° відповідно. У найближчому післяопераційному періоді не виявлено покращення неврологічного дефіциту, з'явилося порушення функції тазових органів. Проте через рік після операції було відмічено повне відновлення чуттєвості та рухової функції нижніх кінцівок, повністю відновились функція тазових органів.

Ускладнення після комбінованої передне-задньої вертеброектомії виникли у двох пацієнтів. У одного пацієнта розвився перехідний кіфоз, у другого – втрата корекції та збільшення кіфозу у перехідному відділі хребта – Th12 – L1.

Пацієнт Б., 12 років, госпіталізований до клініки дитячої ортопедії ІПХС зі скаргами на деформацію хребта. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з вершиною на рівні Th9 хребця (рис. 3.8 а-б). На рентгенограмі хребта, яку виконали в передньо-задній та бічній проекціях, виявлено вроджена кіфотична деформація, кут Cobb якої склав 68°, а вершинний кут деформації – 41°. Величина сколіотичного компонента – 30° (рис. 3.8 в-г). Після проведення МРТ-дослідження діагностовано гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з наявністю клиноподібного Th9 напівхребця і 2 тип форми і розташування спинного мозку за SCSCS (рис. 3.8 д).

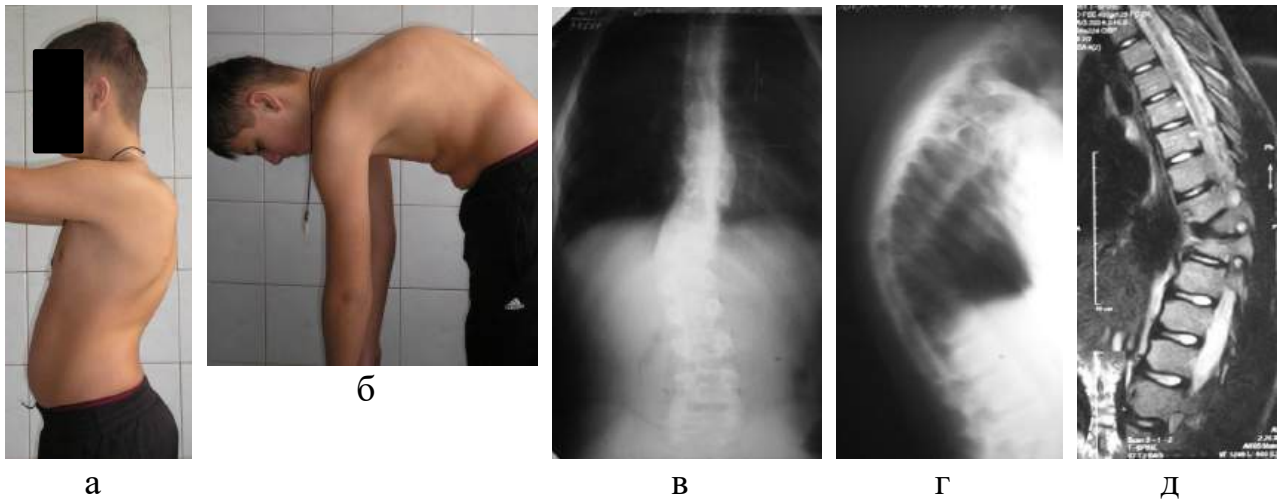


Рис. 3.8. Фотовідбитки хворого Б. до операції:
а-б) зовнішній вигляд;
рентгенограм у передньо-задній (в), бічній (г) проекціях та МРТ (д)

Діагностовано вроджений грудний кіфоз 3 ст. і рекомендовано проведення двоетапного хірургічного втручання – передня вертебректомія Th9 хребця з виконанням переднього аутоспондилодезу та корекція кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th6–Th12 із формуванням заднього аутоспондилодезу, яке було здійснене 18.04.2008 р. (рис. 3.9).

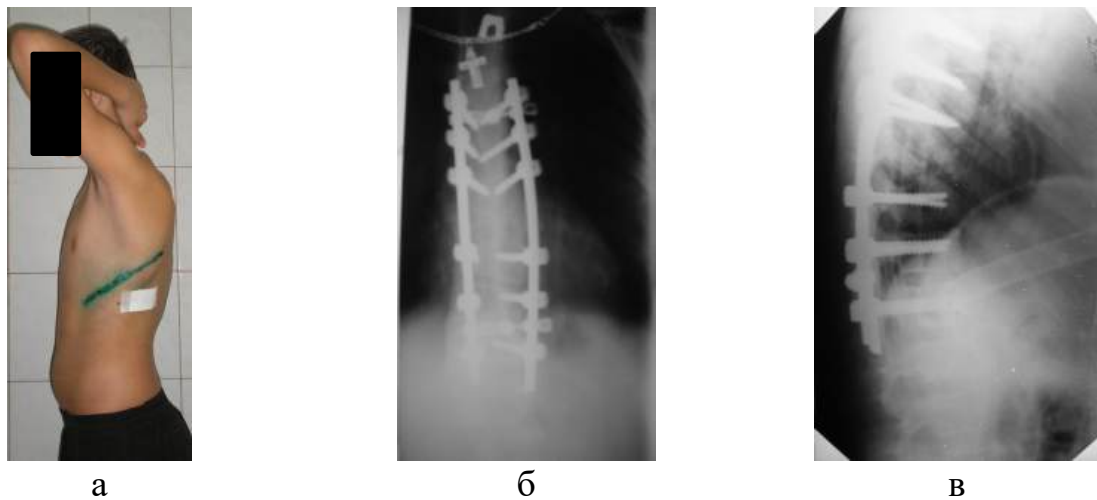


Рис. 3.9. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а) хворого Б. і рентгенограм у передньо-задній (б) та бічній проекціях (в) після лікування

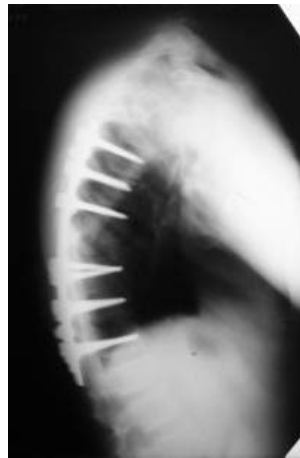
На післяопераційних рентгенограм сколіотичний компонент деформації усунений повністю, величина грудного кіфозу складає 21° , вершинний кут деформації – 13° , сколіотичний компонент зменшився до 16° . Без ускладнень.

На контрольному огляді через 1,5 року хворий скарг не пред'являв. Проте клінічно і на рентгенограмах було виявлено дистальний перехідний кіфоз (рис. 3.10). Величина грудного кіфозу збільшилась до 36° . Кут між нижньою замикальною пластиною Th12 і верхньою замикальною пластиною L1 хребця збільшився з 2° до 8° .

Прийнято рішення про проведення ревізійного хірургічно втручання: подовження інструментації хребта транспедикулярною металоконструкцією від Th6 до L3, яка виконана 17.12.2009 року. Після повторної операції величина грудного кіфозу склала 20° , вершинний кут деформації – 13° , сколіотичний компонент зменшився до 16° . Інтраопераційних ускладнень не було (рис. 3.11).



а



б



в

Рис. 3.10. Фотовідбитки рентгенограм хворого Б. у передньо-задній (а) та бічній проекціях (б-в) через 1,5 року після лікування



а



б



в

Рис. 3.11. Фотовідбитки рентгенограм хворого Б. у передньо-задній (а) та

бічній проекціях (б-в) після ревізійного лікування

Контрольний огляд відбувся через 7 місяців після ревізійного втручання. Скарг не було. На рентгенограмах хребта в передньо-задній та бічній проекціях стоячи прогресування деформації та ознак нестабільності металоконструкції не виявлено (рис. 3.12).

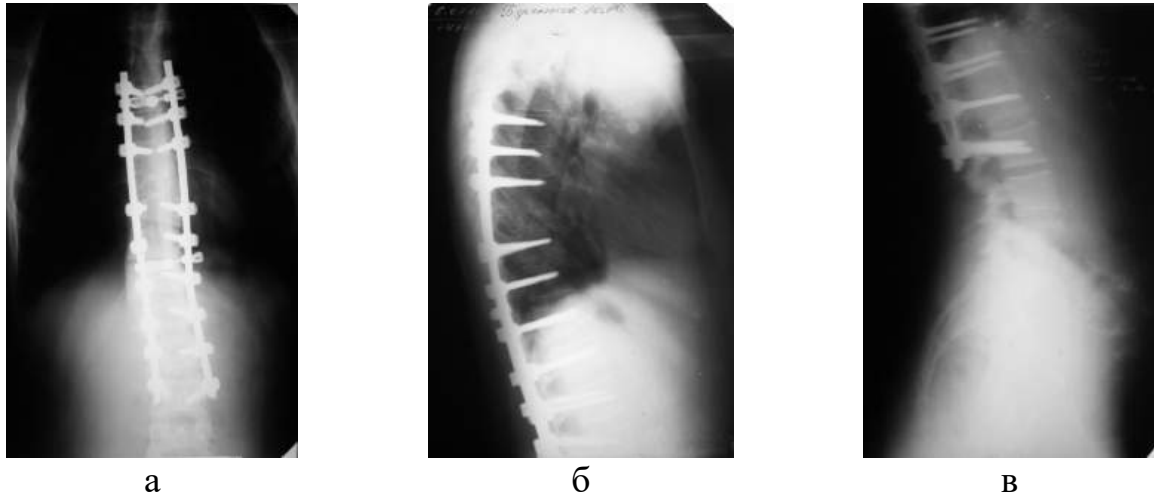


Рис. 3.12. Фотовідбитки рентгенограм хворого Б. у передньо-задній (а) та бічній проекціях (б-в) через 7 місяців після ревізійного хірургічного втручання

Пацієнт Я., 10 років, звернувся до клініки дитячої ортопедії ПХС зі скаргами на кіфотичну деформацію хребта. Під час огляду виявлено локальну нижньогрудну кіфотичну деформацію та відхилення осі хребта вліво з верхівкою на рівні хребців Th10–Th11. Додатково, під час обстеження хворого було діагностовано аплазію правої нирки.

На рентгенограмі хребта в передньо-задній проекції виявлено лівобічний сколіоз величиною 20° за Cobb, синостоз 11 та 12 ребер справа. На профільній рентгенограмі хребта відмічено клиноподібну деформацію та зрощення тіл Th10 та Th11 хребців. Величина вершинного кута деформації складала 65° . Кут грудного кіфозу — 76° (рис. 3.13 а-б).

На основі проведеного клініко-рентгенологічного обстеження, пацієнту діагностовано: вроджений нижньо-грудний кіфосколіоз 3 ст., синостоз 11 та 12

ребер зправа, аплазія правої нирки. Ураховуючи характер деформації хребта, величину клиноподібної деформації хребців, наявність синостозу ребер, а також вік пацієнта, було зроблено висновок про те, що це викривлення буде прогресувати та може призвести до компресії спинного мозку., тому було рекомендоване хірургічне втручання: передній міжтіловий кістковий аутоспондилодез і задня фіксація транспедикулярним імплантатом хребцевих сегментів Th8–Th11, яке виконане 17.01.2008 р. (рис. 3.13 в-г).

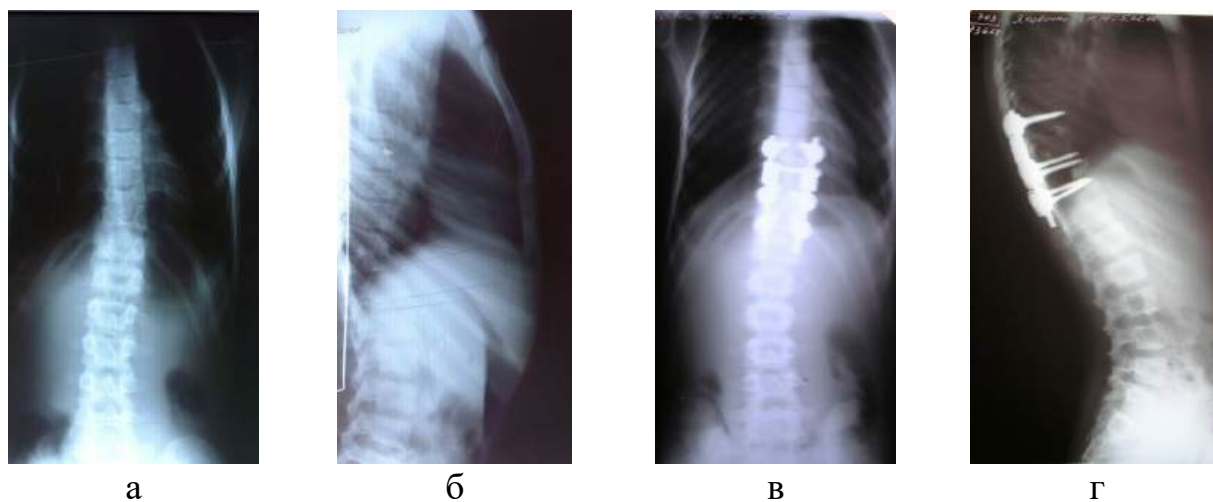


Рис. 3.13. Фотовідбитки рентгенограм хворого Я. передопераційні у передньо-задній (а) та бічній (б) проекціях та після хірургічного втручання передньо-задній (в) та бічній (г) проекціях

На контрольних рентгенограмах хребта, що були зроблені після операції, сколіотичне викривлення зменшилось до 4° , величина грудного кіфозу складає 45° , вершинний кут — 15° .

Через рік після лікування, скарг у хворого не було. Під час клінічного огляду відмічено збільшення грудного кіфозу. На рентгенограмах хребта металевий імплантат стабільний, відмічені ознаки перебудови кісткових аутоотрансплантатів. Кут грудного кіфозу складає 48° , вершинний кут деформації — 16° .

Через 2 роки у хворого скарг не має. Клінічний огляд: деяке збільшення грудного кіфозу. Рентгенографія хребта показала, що величина грудного кіфозу складає 62° , вершинного кута — 18° (рис. 3.14 а-б). Відмічено формування

проксимального перехідного кіфозу, кут якого складає 13° . Протягом наступних років після хірургічного лікування, обстеження пацієнта не виявляло значної динаміки змін клінічних і рентгенологічних показників.

Через 5 років після лікування, імплантат стабільний, кут сколіотичного викривлення — 6° , грудний кіфоз — 60° , вершинний кут — 18° . Кут проксимального перехідного кіфозу склав 15° (рис. 3.14 в-г).

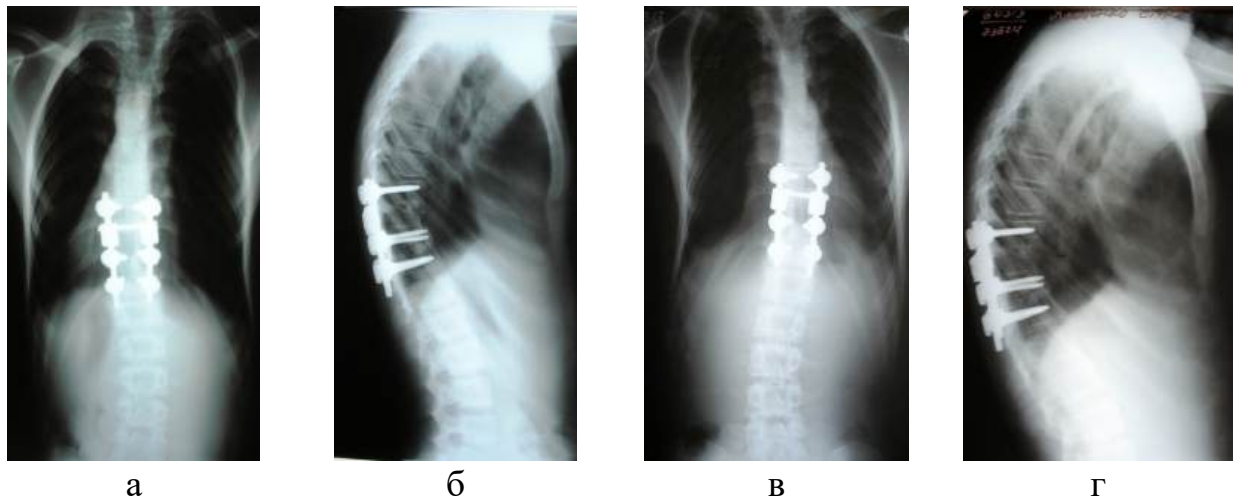


Рис. 3.14. Фотовідбитки післяопераційних рентгенограм хворого Я. через 2 роки після хірургічного втручанняу передньо-задній (а) та бічний (б) проекціях та через 5 років після хірургічного втручання передньо-задній (в) та бічний (г) проекціях

3.2 Аналіз результатів хірургічного лікування пацієнтів методом коригуючої остеотомії

Коригуюча остеотомії хребта з корекцією кіфотичної деформації транспедикулярною металоконструкцією була виконана 6 пацієнтам, двом з яких транспедикулярна фіксація проводилась в режимі, що зростає.

Хворий Б., 18 років, з наявністю клиноподібних Th12 і L1 напівхребців виконано коригуючу клиноподібну остеотомію Th12 і L1 і корекцію кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th9–L4. Величина грудного кіфозу до та після операції складала 75° та 30° , локального кіфозу — 71° та 32° , величина поперекового лордозу до та після операції складала 57° та 28° ,

сколіотичного компонента – 12° та 1° відповідно. Інтра- та післяопераційних ускладнень не виявлено.

Хворий П., 12 років, із наявністю клиноподібного L1 напівхребця виконано остеотомію на рівні L1 та корекцію кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th10–L4. Величина грудного кіфозу до та після операції складала 87° та 37° , локального кіфозу – 72° та 42° , поперекового лордозу – 65° та 47° , сколіотичного компоненту – 6° та 5° , відповідно. Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

Пацієнтка С., 7 років, госпіталізована в клініку дитячої ортопедії ПХС 19.09.2018 року зі скаргами на кіфотичну деформацію хребта. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з верхівкою на рівні Th7–Th8 хребців (рис. 3.15 а-б).

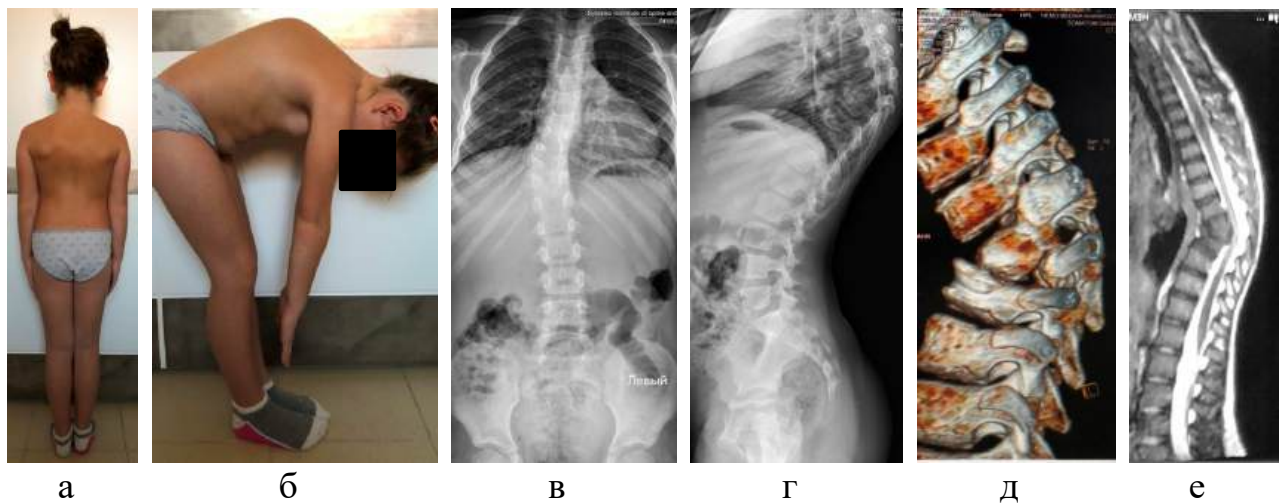


Рисунок 3.15. Фотовідбитки зовнішнього вигляду хворої С. до у передньо-задній (а), бічній (б) проекціях, передопераційні рентгенограми у передньо-задній (в) та бічній (г) проекціях і комп'ютерної (д) та магнітно-резонансної (е) томограми до операції

На рентгенограмі хребта виявлена вроджена кіфотична деформація, кут Cobb якої склав 51° , а вершинний кут деформації – 75° (рис. 3.15 в-г). Після проведення КТ-дослідження діагностовано гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з наявністю клиноподібного Th8 напівхребця (рис. 3.15 д). За

даними МРТ у хворою був 3 тип форми і розташування спинного мозку за SCSCS (рис. 3.15 е).

На основі проведеного клініко-рентгенологічного обстеження, хворій діагностовано: вроджений грудний кіфоз 3 ст. та встановлені покази до проведення хірургічного втручання: коригуюча клиноподібна остеотомія Th8 хребця та корекція кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th2–L2 у режимі, що зростає, яке було проведене 25.09.2018 р. (рис. 3.16).

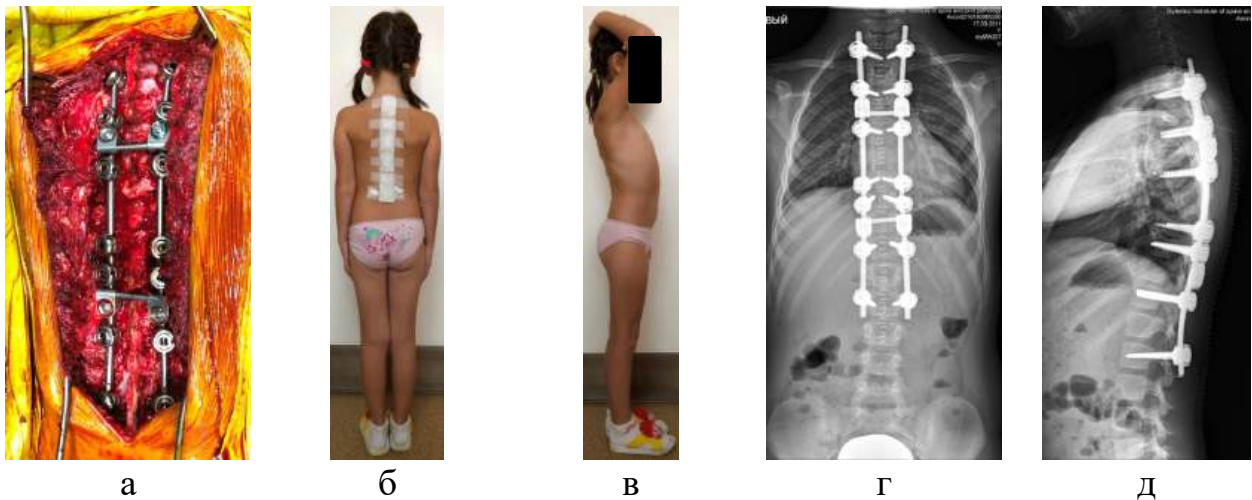


Рис. 3.16. Фотовідбитки інтраопераційної рани (а), зовнішнього вигляду (б-в) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (г) та бічній проекціях (д) після лікування

Вимірювання післяопераційних рентгенограм показали, що величина грудного кіфозу складає 20° , вершинний кут деформації – 27° . Ураховуючи, що фіксація хребта була в режимі, що зростає, у післяопераційному періоді була рекомендована фіксація тулуба пластиком корсетом Шено коли хвора знаходиться у вертикальному положенні. Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

На контрольному огляді через 3 місяці (рис. 3.17) та через 2 роки (рис. 3.18) скарг не було. На рентгенограмах не виявлено ознаки нестабільності металоконструкції або втрати корекції.

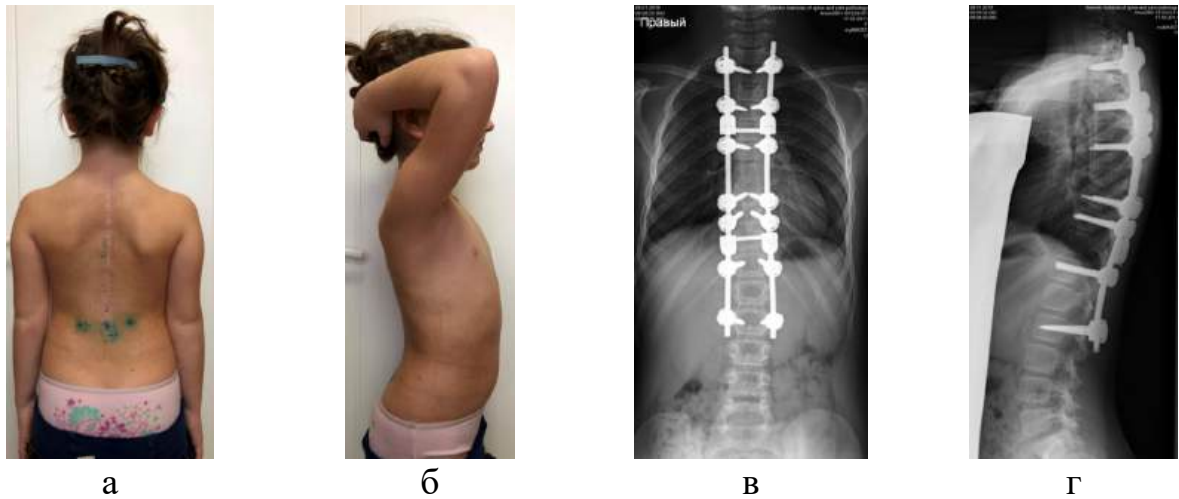


Рис. 3.17. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) через 3 міс. після втручання

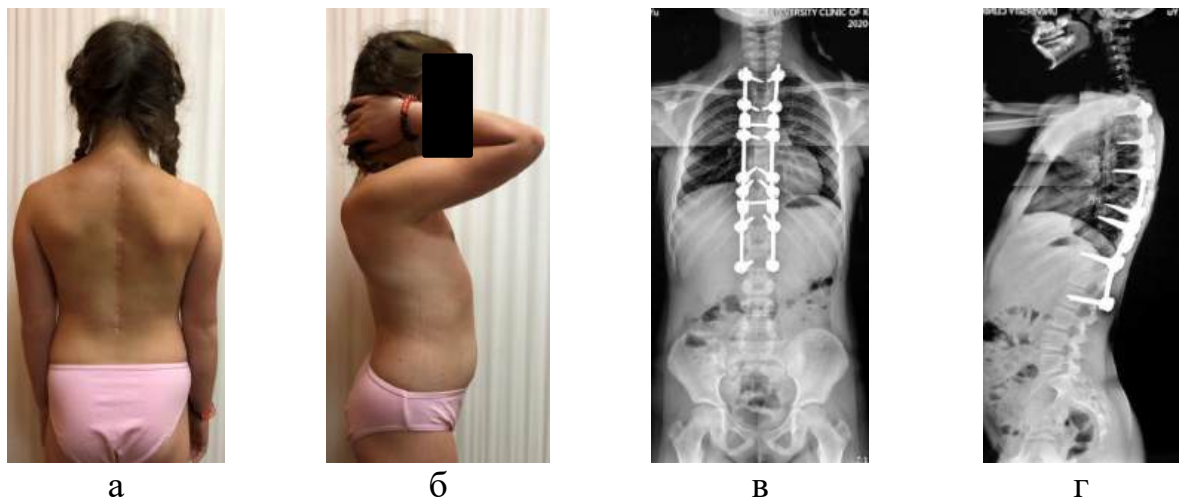


Рис. 3.18. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) через 2 роки після операції

На контрольному огляді через 2 роки 4 місяці на рентгенограмах було виявлено відсутність запасу фіксуючих стрижнів для подальшого зростання (рис. 3.19). Скарг під час клінічного огляду не було.

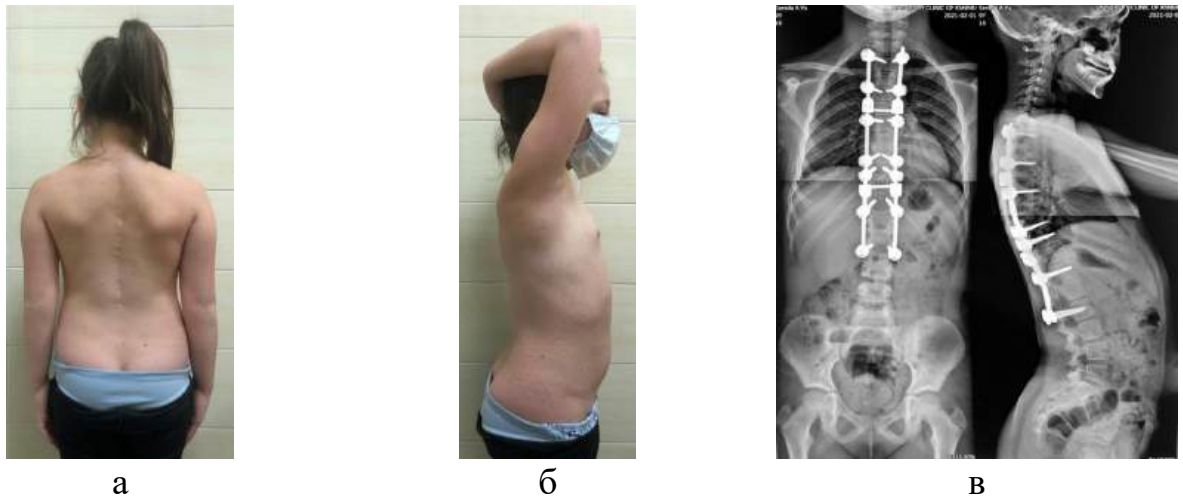


Рис. 3.19. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній та бічній проекціях (в) через 2 роки 4 міс. після операції

Було вирішено виконати ревізійне втручання для можливості подальшого зростання хребта. Операцію проведено 04.02.2021 р.: ревізія, заміна фіксуєчих стрижнів на більш довші (рис 3.20).

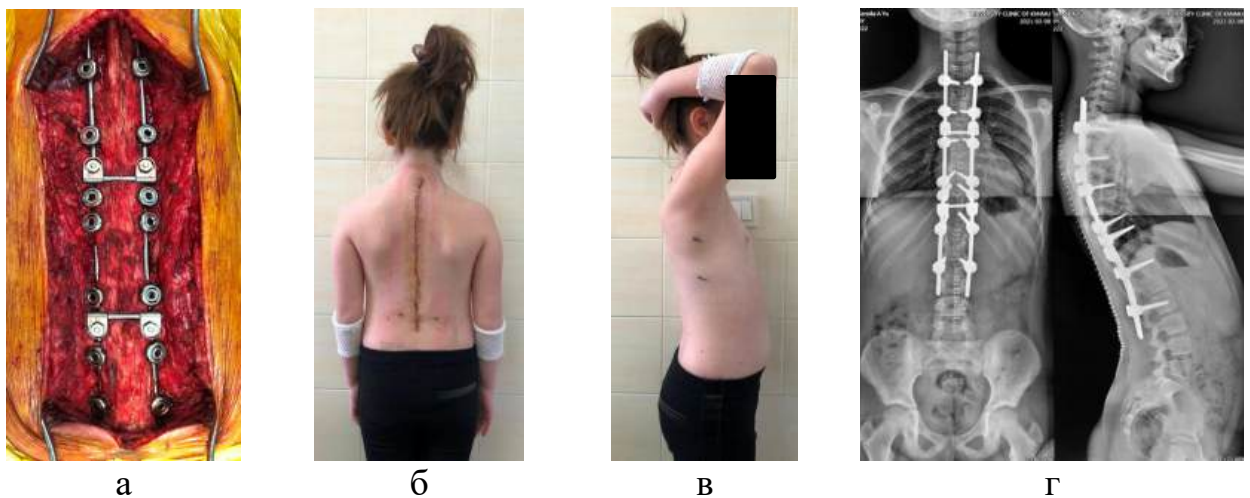


Рис. 3.20. Фотовідбитки інтраопераційної рани (а), зовнішнього вигляду (б-в) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній та бічній проекціях (г) після повторної операції

На контрольному огляді та рентгенограмах через 1 (рис. 3.21) та 4 роки (рис. 3.22) після 2 операції скарг не було, а також не виявлено ознак нестабільності металоконструкції або втрати корекції.

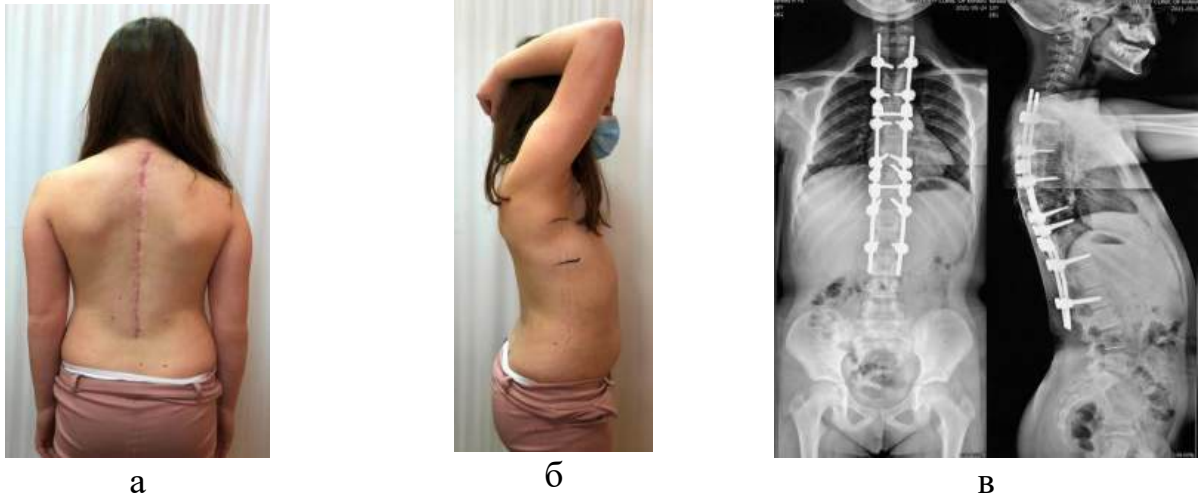


Рис. 3.21. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній та бічній проекціях (в) через рік після повторної операції

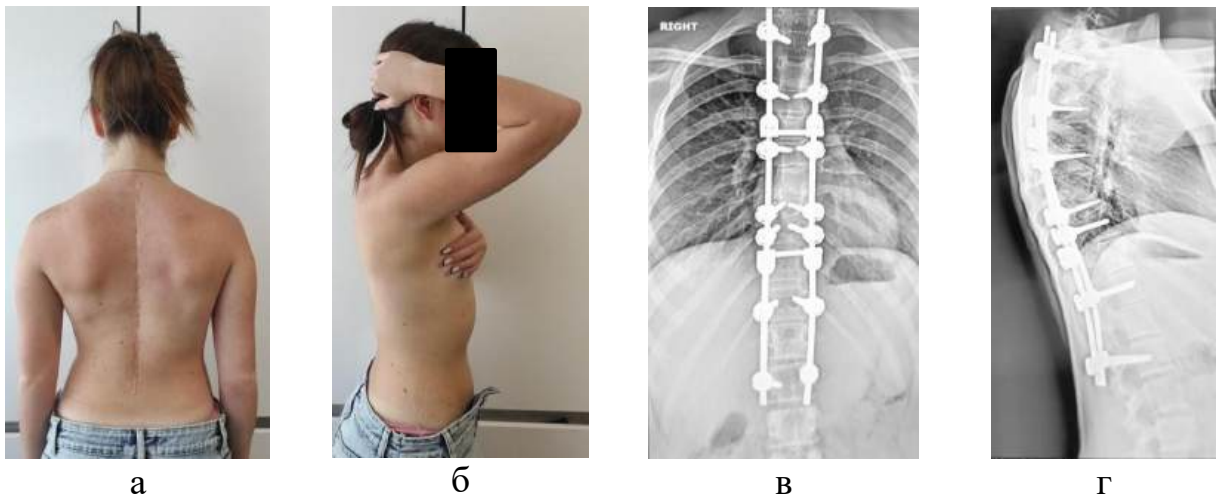


Рис. 3.22. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) через 4 роки після повторного лікування

На контрольному огляді та рентгенологічному обстеженні через 4 роки і 9 місяців (рис. 3.23) вирішено виконати завершальний етап хірургічного лікування.

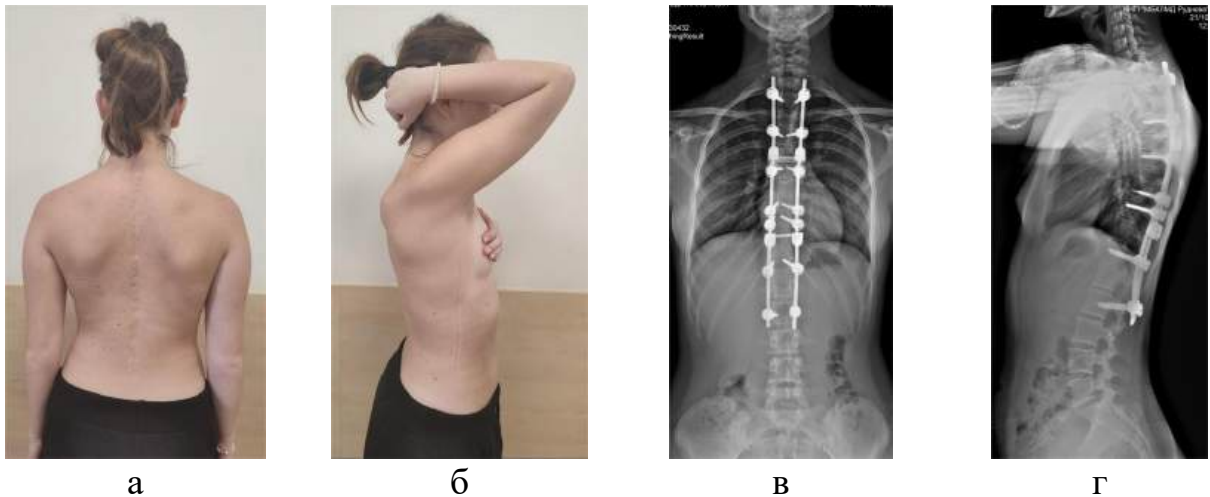


Рис. 3.23. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) через 2 роки і 9 місяців після повторного хірургічного лікування

23.10.2025 року була проведена операція в обсязі: ревізія, заміна транспедикулярних гвинтів та фіксуючих стрижнів, задній аутоспондилодез. При резивії було виявлено перелом різьбової частини транспедикулярного гвинта у Th7 хребці зправа і перелом правого фіксуючого стрижня в місці фіксації останнього поперечною балкою (рис. 3.24).

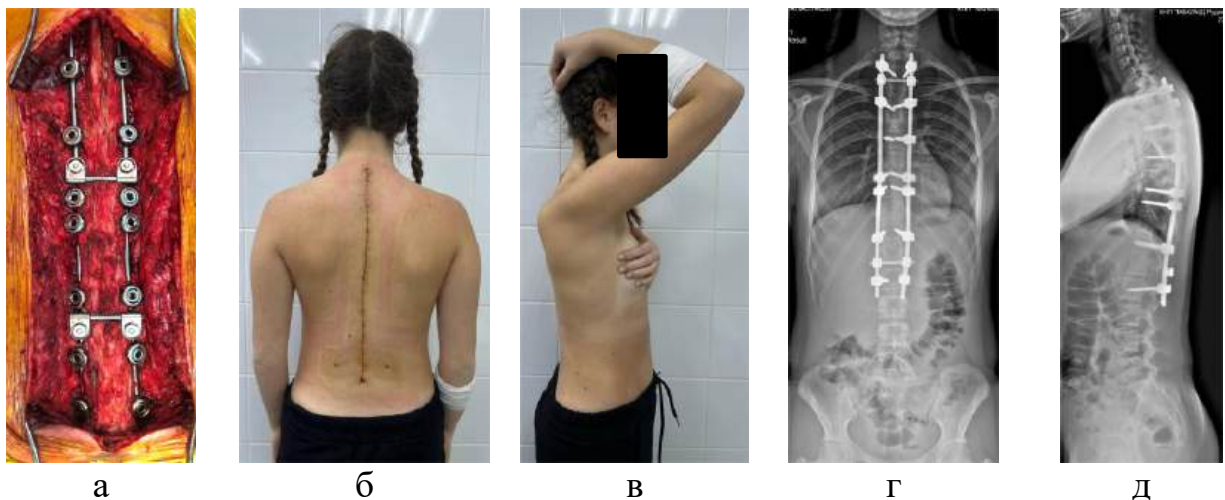


Рис. 3.24. Фотовідбитки інтраопераційної рани (а), зовнішнього вигляду (б-в) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (г) та бічній проекціях (д) після завершальної операції

Пацієнтка С., 14 років, була госпіталізована в клініку дитячої ортопедії ІПХС зі скаргами на кіфотичну деформацію хребта, періодичний біль у грудно-

поперековому відділі, що посилюється при тривалій ході, фізичних навантаженнях. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з верхівкою на рівні Th11–Th12 хребців (рис. 3.25).

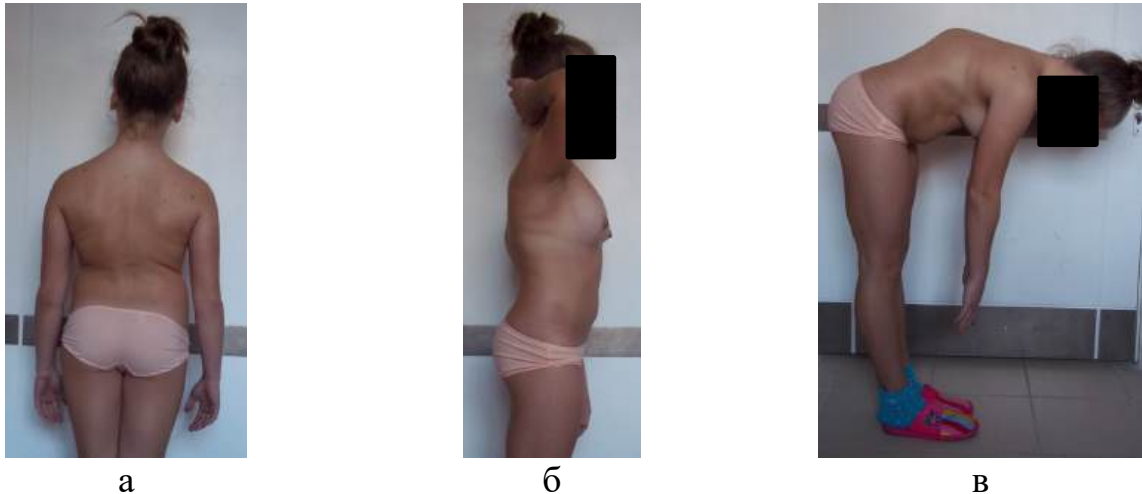


Рис. 3.25. Фотовідбитки зовнішнього вигляду хворої С. до втручання

На рентгенограмі хребта виявлена вроджена кіфотична деформація з наявністю клиноподібних Th11 і Th12 напівхребців. Величина грудного кіфозу за Cobb склала – 68° , а кут локального кіфозу – 67° . Величина поперекового лордозу до операції була – 75° . Сколіотичний компонент складав – 22° (рис. 3.26).

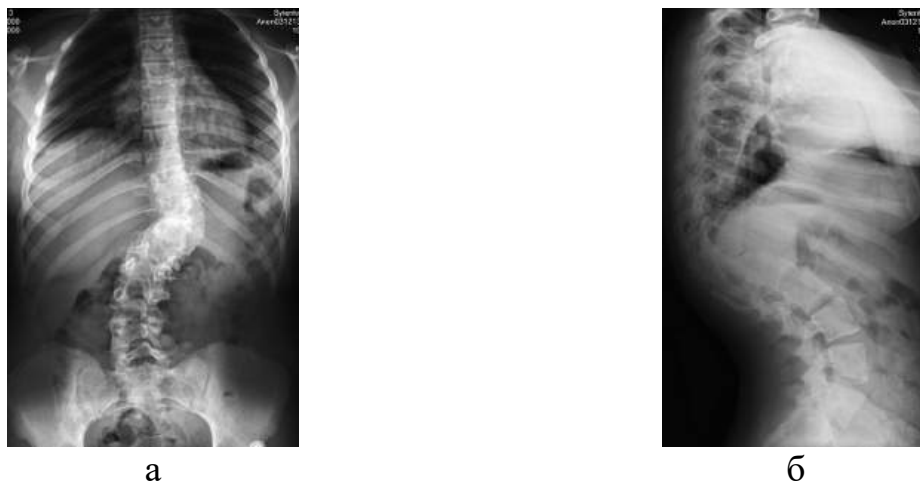


Рис. 3.26. Фотовідбитки рентгенограм хворої С. у передньо-задній (а), бічній (б) проекціях до операції

04.12.2013 року хворій була проведена операція: коригуюча клиноподібна остеотомія Th11-Th12 напівхребців та корекція кіфотичної деформації хребта

транспедикулярною конструкцією на рівні Th7–L3. В післяопераційному періоді величина грудного кіфозу склала 17° , локального кіфозу – 20° , величина поперекового лордозу – 54° , величина сколіотичного компоненту зменшилась до 2° (рис. 3.27). Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

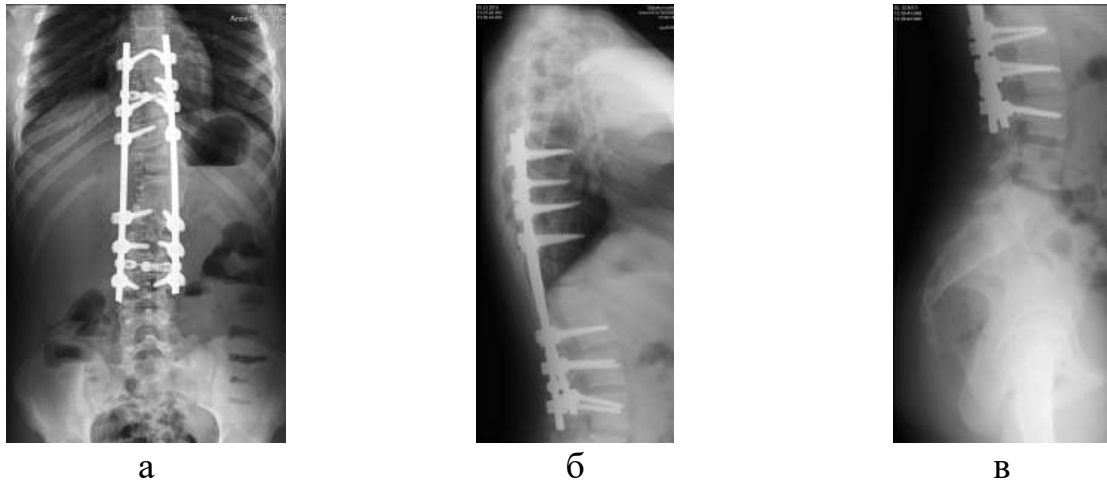


Рис. 3.27. Фотовідбитки рентгенограм у передньо-задній (а) та бічній проекціях (б-в) після операції

На контрольному огляді через 2 роки 7 місяців хвора скарг не пред'являє. Втрати корекції або ознак нестабільності металоконструкції на контрольних рентгенограмах не було виявлено (рис. 3.28).

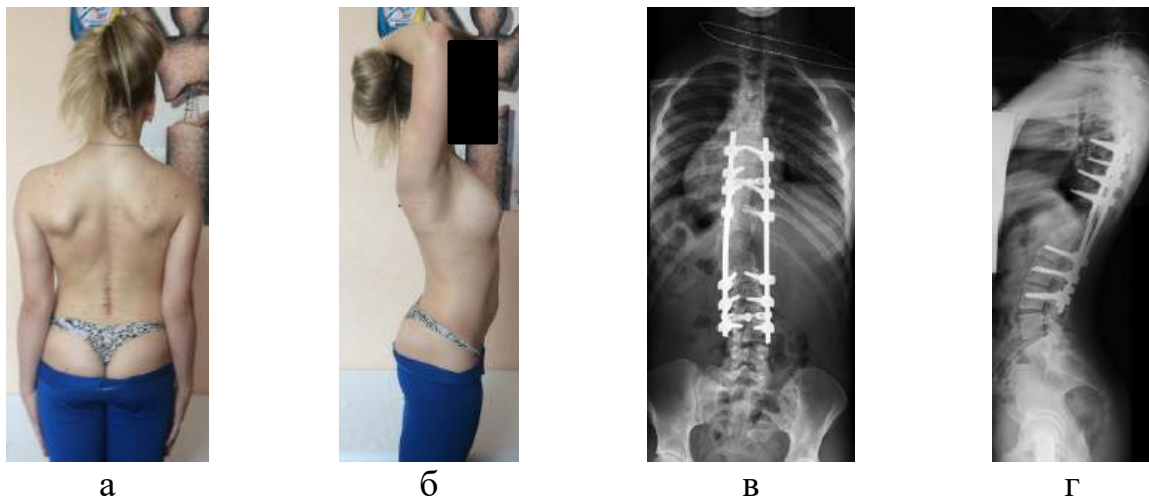


Рис. 3.28. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) та рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) на контрольному огляді через 2 роки 7 місяців

У двох пацієнтів, яким було виконано остеотомію патологічного хребця, виникли ускладнення у вигляді нестабільності конструкції та втрати корекції.

Пацієнтка С., 5 років, була госпіталізована до клініки дитячої ортопедії ІППС зі скаргами на деформацію хребта. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з верхівкою на рівні Th7–Th8 хребців (рис. 3.29 а-б). На рентгенограмах хребта, виявлено вроджену кіфотичну деформацію, кут Cobb якої склав 59° , вершинний кут деформації – 82° (рис. 3.29 в-г). Після проведення КТ-дослідження діагностовано гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з наявністю клиноподібного Th8 напівхребця (рис. 3.29 д). За даними МРТ було виявлено 3 тип форми і розташування спинного мозку за SCSCS (рис. 3.29 е).

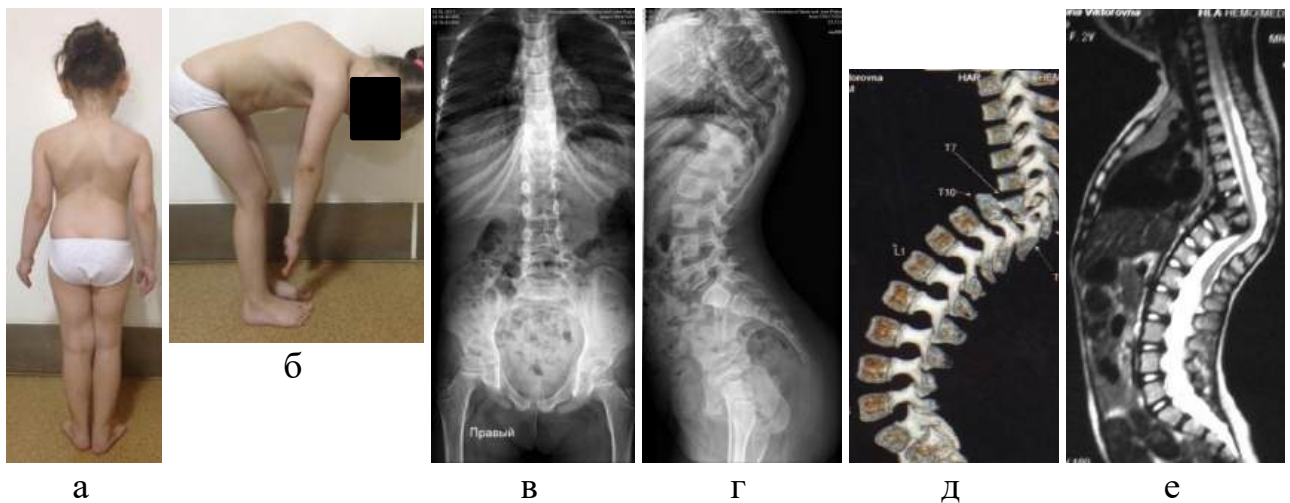


Рис. 3.29. Фотовідбитки хворої С. до втручання:

(а) зовнішнього вигляду та рентгенограми у передньо-задній (в), бічній (г) проєкціях і комп'ютерної (д) та магнітно-резонансної томограми (е) до операції

На основі проведеного клініко-рентгенологічного обстеження, хворій встановлено діагноз: вроджений грудний кіфоз 3 ст. та рекомендоване хірургічне втручання: коригуюча клиноподібна остеотомія Th8 хребця та корекція

кіфотичної деформації хребта транспедикулярною конструкцією на рівні Th2–L3 у режимі, що зростає, яке було проведено 18.05.2017 р. (рис. 3.30).

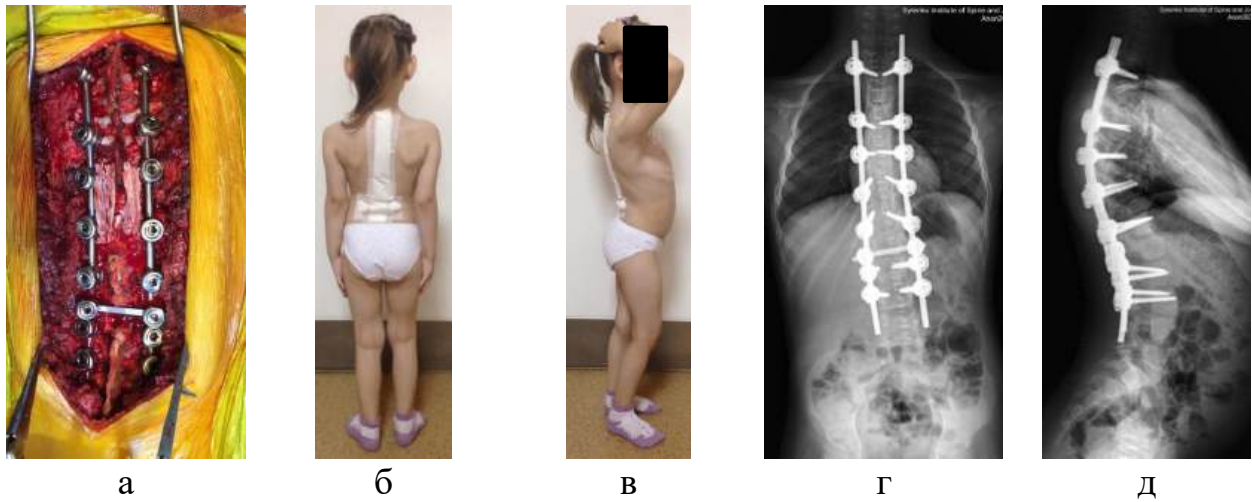


Рис. 3.30. Фотовідбитки інтраопераційної рани (а), зовнішнього вигляду (б-в) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (г) та бічній проекціях (д) після хірургічного лікування.

Вимірювання післяопераційних рентгенограм показали, що сколіотичний компонент деформації усунений повністю, величина грудного кіфозу складає 41° , вершинний кут деформації – 47° . Ураховуючи, що фіксація хребта була в режимі, що зростає, у післяопераційному періоді рекомендовано фіксацію тулуба пластиковим корсетом Шено коли хвора знаходиться у вертикальному положенні.

Через 13 місяців після хірургічного втручання на контрольному огляді хвора скаржилась на періодичний біль у грудному відділі хребта, наявність субфібрильної температури тіла. На контрольних рентгенограмах виявлено ознаки нестабільності гвинтів у Th2 хребці. На наш погляд це було пов'язано з тим, що під час операції зважаючи на ранній вік хворої під час фіксації Th2 хребця були використані транспедикулярні гвинти діаметром 4 мм, які згодом мігрували з корнів дуг. Було прийнято рішення про виконання повторного втручання: 21.06.2018 р. проведено реінструментацію хребта транспедикулярною металоконструкцією – замінено транспедикулярні гвинти в Th2 хребці на гвинти більшого діаметра, із різьбовою частиною 5 мм (рис. 3.31). Після

ревізійного втручання хвора спостерігалась протягом 2 років. Інтра- та післяопераційних ускладнень не було виявлено.

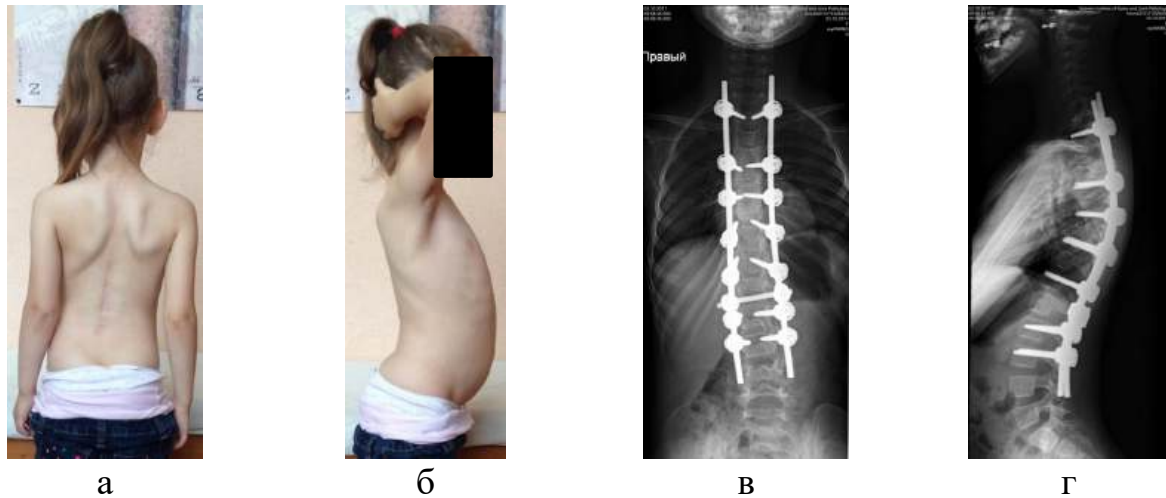


Рис. 3.31. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а-б) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) через 13 місяців після лікування

Проте у 2020 році в ділянці п/о рубця у верхньогрудному відділі з'явилась функціонуюча нориця, яка через декілька місяців самостійно закрилась. У 2022 році пацієнтка повторно відмітила наявність нориці в ділянці п/о рубця, яка функціонувала близько року. При цьому з неї виділявся прозорий ексудат, але не було ознак запалення м'яких тканин навколо нориці і підвищення температури тіла. На контрольних рентгенограмах, зроблених у липні 2023 року, визначається нестабільність металоконструкції у вигляді міграції транспедикулярних гвинтів із Th2 хребця (рис. 3.32 а-б).

Ураховуючи нестабільність металоконструкції і повторний епізод млявого перебігу інфекції, рекомендовано ревізійне втручання. У КНП “МБКЛМД Руднева” ДМР 12.07.2023 р. виконано операцію, під час якої виявлено наявність нестабільності металоконструкції у верхньогрудному відділі. Тому було частково її видалено – гвинти з Th2, L2 та L3 хребців. Остаточна протяжність фіксації – Th4–Th12 (рис. 3.32 в-д). Після ревізійного втручання в післяопераційному періоді ознаки інфекції регресували.

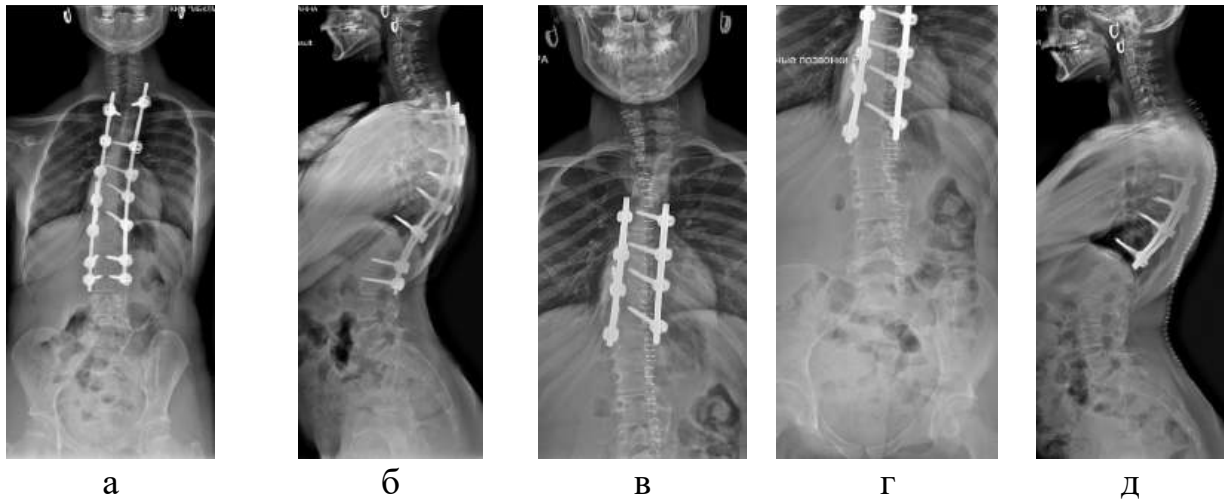


Рис. 3.32. Фотовідбитки рентгенограм хворої С. у передньо-задній (а) та бічній проекціях (б) через 5 років після хірургічного лікування (міграція тренспедикулярних гвинтів) та рентгенограми у передньо-задній (в-г) та бічній проекціях (д) після ревізійного хірургічного втручання

На контрольному огляді через 7 місяців під час проведення рентгенографії хребта виявлено наявність дистального перехідного сколіозу (3.33).

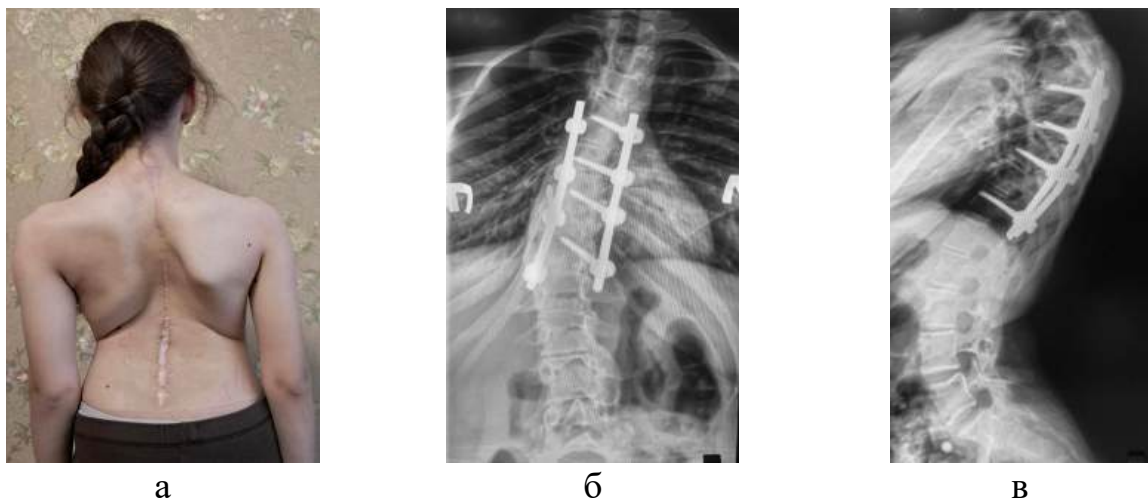


Рис. 3.33. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (б) та бічній проекціях (в) через 7 місяців після ревізійної операції

Через наявність дистального перехідного сколіозу було вирішено додатково фіксувати тулуб пластиком корсетом Шено (3.34). Наразі хворій 14 років, зовнішня фіксація продовжується.



Рис. 3.34. Фотовідбитки зовнішнього вигляду в корсеті (а) хворої С. і рентгенограм у передньо-задній (б) та бічній проекціях (в) через 1,5 роки після ревізійної операції

Хвора Т., 13 років, звернулася до клініки дитячої ортопедії ІПХС зі скаргами на кіфотичну деформацію хребта. Під час огляду діагностовано кіфотичну деформацію хребта та викривлення лінії остистих відростків вліво з верхівкою на рівні хребців Th11–Th12 (рис. 3.35 а-б). На рентгенограмі хребта виявлено сколіотичний компонент деформації – 15° , а також кіфотичну деформацію, кут Cobb якої склав 79° , а вершинний кут деформації – 54° (рис. 3.35 в-г). При проведенні КТ-дослідження на верхівці деформації виявлено задньо-бічний сегментований клиноподібний напівхребець Th11 (рис. 3.35 д).

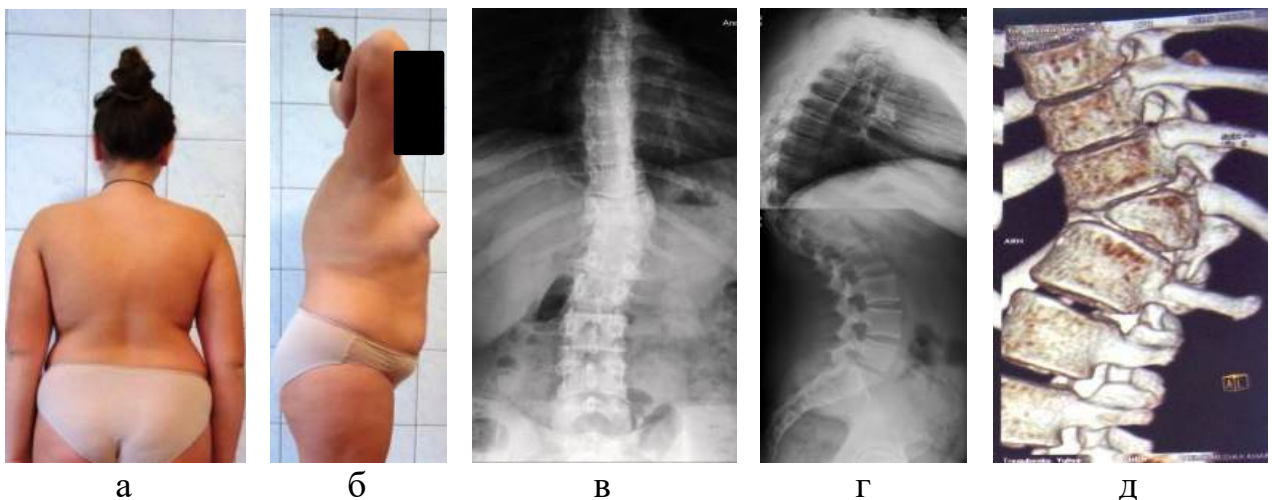


Рис. 3.35. Зовнішній вигляду хворої Т. (а-б) та рентгенограми у передньо-задній (в), бічній (г) проекціях і комп'ютерної томограми (д) до хірургічного лікування

Під час клініко-рентгенологічного обстеження, хворій діагностовано: вроджений грудний кіфоз 3 ст. і рекомендоване хірургічне втручання: коригуюча клиноподібна остеотомія Th11 хребця, корекція кіфотичної деформації хребта полісегментарною транспедикулярною металоконструкцією на рівні Th8–L2, яке було проведене 02.10.2013 р. Вимірювання післяопераційних рентгенограм показали, що сколіотичний компонент деформації усунений повністю, величина грудного кіфозу складає 33° , вершинний кут деформації – 34° (рис 3.36 а-в). Через рік після хірургічного втручання у хворої скарг не було. Рентгенометричні показники не змінилися (рис 3.36 г-д).

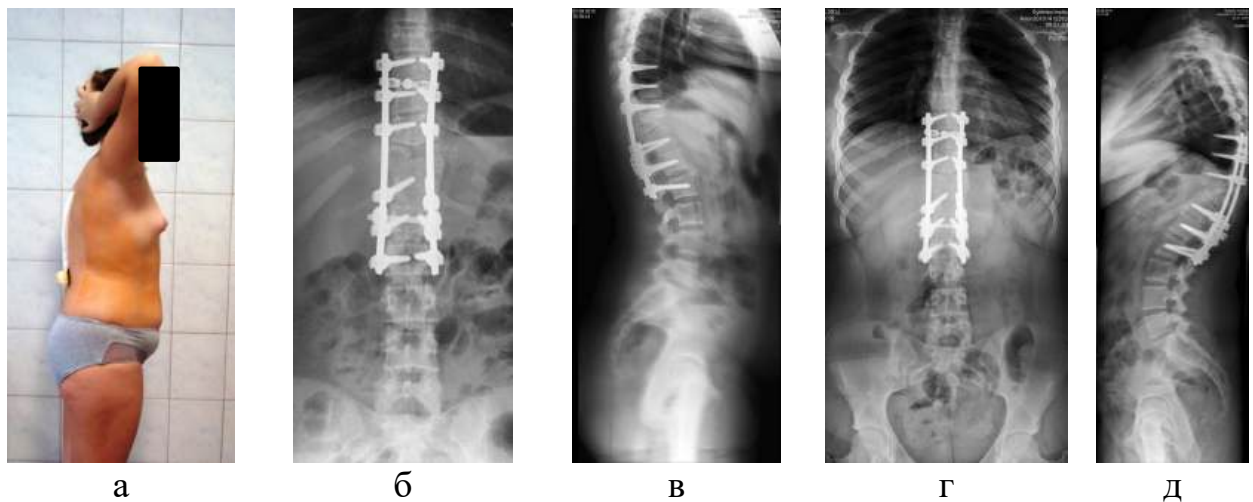


Рис. 3.36. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а) хворої Т. і рентгенограм у передньо-задній (б) та бічній проекціях (в) після хірургічного лікування та через рік (г-д).

Через 15 місяців після хірургічного лікування хвора скаржилася на біль у спині, який виник після різкого «кладання». При проведенні рентгенометрії було виявлено нестабільність металоконструкції у вигляді перелому одного з фіксуючих стрижнів (рис. 3.37 а-б), через що, 11.02.2015 р. проведене хірургічне втручання: ревізія та заміна фіксуючих стрижнів. Протягом операції не виявлено ознак металозу м'яких тканин, гвинти стоять задовільно, відмічаються ознаки псевдоартрозу на рівні Th11 хребця, коригуючу остеотомію якого проводили на першому етапі лікування в 2013 році (рис. 3.37 в). Дефектоскопічна експертиза

зламаною фіксуючою стрижню показала, що причиною порушення його цілісності став втомний перелом.

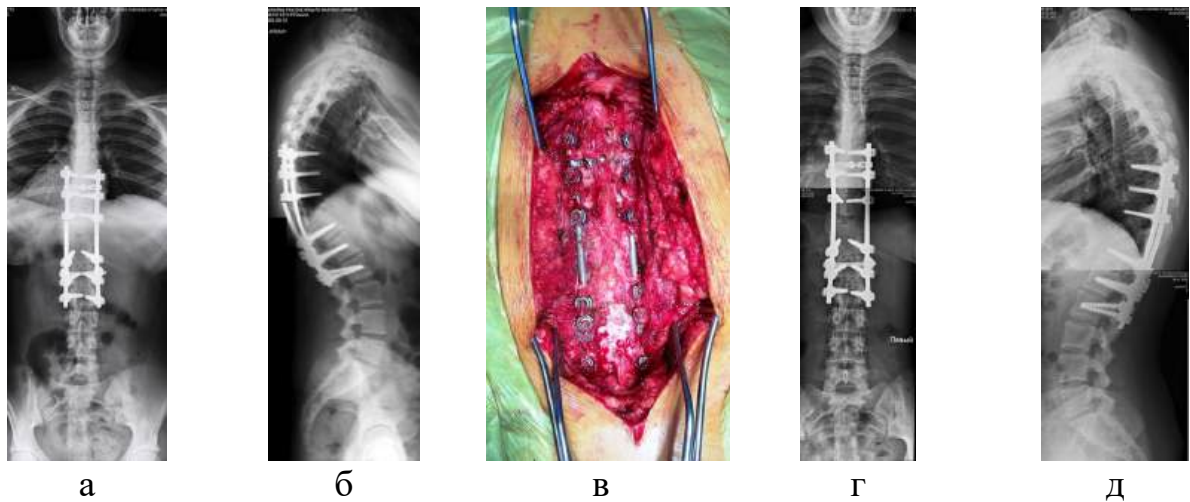


Рис. 3.37. Фотовідбитки рентгенограм хворої Т. через 15 місяців після операції у передне-задній (а) та бічній (б) проекціях (перелом фіксуючого стрижня); вид операційної рани під час проведення ревізійного хірургічного втручання (в); рентгенограм у передне-задній (г) та бічній (д) проекціях через 6 місяців після заміни фіксуючих стержнів

На контрольному огляді через 6 місяців після ревізійного хірургічного втручання скарг у хворої не було. На рентгенограмі конструкція стабільна. Величина грудного кіфозу складає 50° , вершинний кут – 23° (рис. 3.37 г-д).

На контрольному огляді через 2 роки після ревізійного хірургічного втручання хвора скарг не пред'являла. На контрольних рентгенограмах не виявлено ознак нестабільності металоконструкції або втрати корекції (рис. 3.38).



Рис. 3.38. Фотовідбитки зовнішнього вигляду (а) хворої Т. і рентгенограм у передньо-задній (б) та бічній (в) проекціях через 2 роки після заміни фіксуючого стрижня

Після нахилу тулуба 01.01.2019 р. вперед хвора відчула гострий біль у спині, який виник після «клатання». На рентгенограмах виявлено нестабільність металоконструкції, у вигляді перелому фіксуючих стрижнів. Повторний перелом стрижнів відбувся на тому самому рівні, що і вперше (рис. 3.39).

Виконано повторне ревізійне втручання 18.04.2019 р.: ревізія та заміна фіксуючих стрижнів (рис. 3.40). На контрольних рентгенограмах після операції конструкція стабільна. Величина грудного кіфозу складає 50° , вершинний кут деформації – 23° . Інтраопераційних ускладнень не було.

Проведено хірургічне втручання 26.06.2019 р.: передній міжтіловий спондилодез кейджем із передньою фіксацією тіл на рівні Th10–Th12. Інтраопераційних ускладнень не було (рис. 3.41).

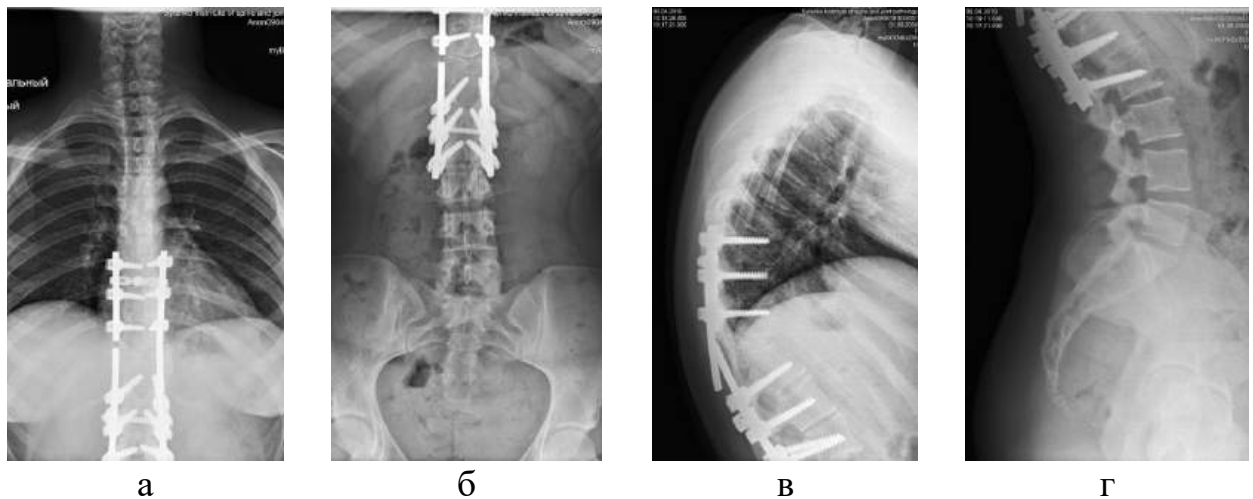


Рис. 3.39. Фотовідбитки рентгенограм хворої Т. у передньо-задній (а-б) та бічній (в-г) проекціях через 4 роки після заміни фіксуючого стрижня

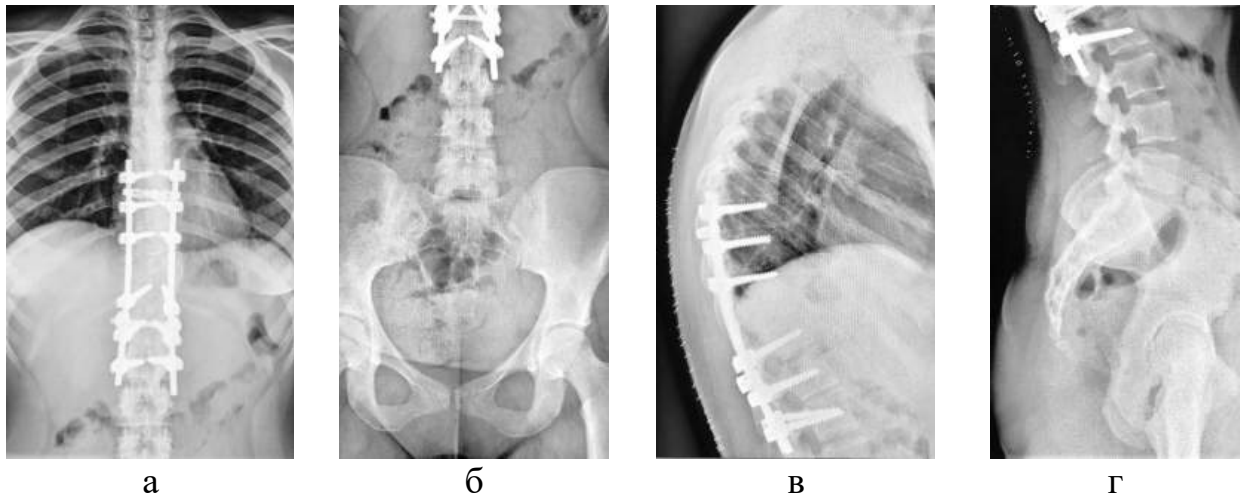


Рис. 3.40. Фотовідбитки рентгенограм хворої Т. у передньо-задній (а-б) та бічній (в-г) проекціях після повторного ревізійного хірургічного втручання

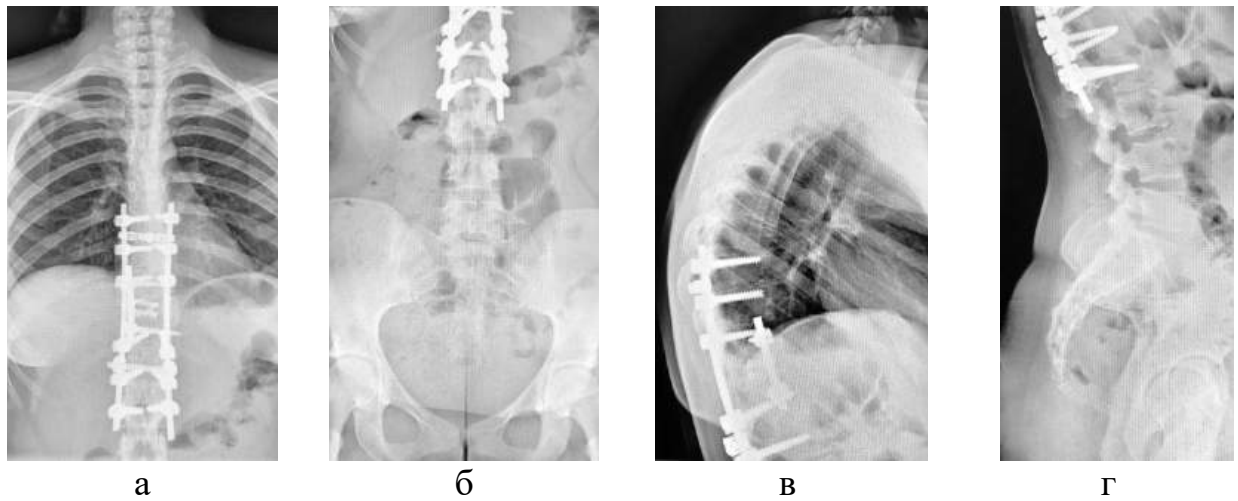


Рис. 3.41. Фотовідбитки рентгенограм хворої Т. у передньо-задній (а-б) та бічній (в-г) проекціях після переднього міжтілового спондилодезу

На контрольних рентгенограмах через 1 рік після переднього міжтілового спондилодезу не було виявлено ознак нестабільності металоконструкції або втрати корекції (рис. 3.42).

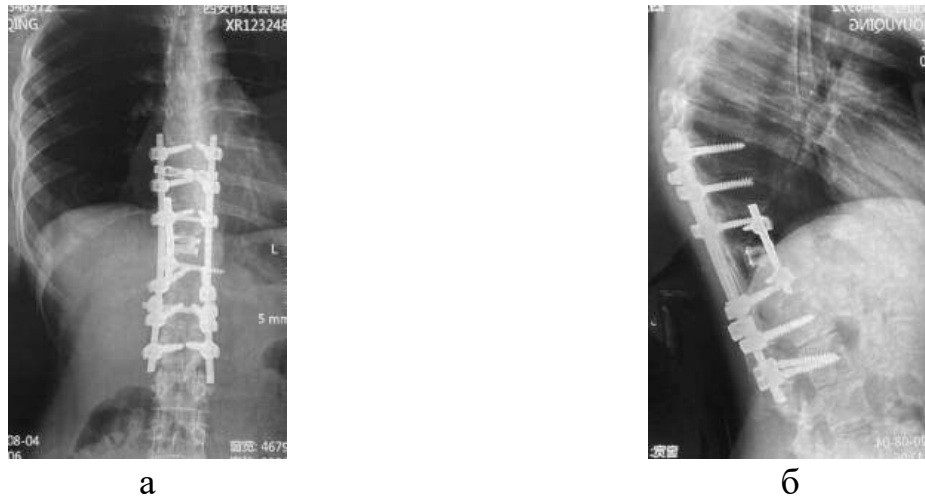


Рис. 3.42. Фотовідбитки рентгенограм хворої Т. у передньо-задній (а) та бічній (б) проекціях через рік після переднього міжтілового спондилодезу

3.3 Аналіз результатів лікування пацієнтів з вродженим кіфозом

Проаналізовано результати лікування пацієнтів з вродженим кіфозом методом вертебректомії (ВЕ) і корегуючої остеотомії (КО). Аналіз зміни основних рентгенометричних показників деформації хребта наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Аналіз зміни рентгенометричних показників викривлення хребта методами ВЕ та КО

Показник	Група	Період спостереження		Зміна показника $\Delta(M \pm SD)$ 95%CI	t, p	Hedges_g 95% CI
		До	Після			
Грудний кіфоз	ВЕ	71,6 $\pm$ 12,6	34,6 $\pm$ 11,0	-37,0 $\pm$ 11,8 [-46,0; -28,0]	t=-9,4 p<0,001	-2,8 [-4,3; -1,3]
	КО	69,8 $\pm$ 13,3	29,7 $\pm$ 9,5	-40,2 $\pm$ 13,0 [-53,8; -26,5]	t=-7,6 p=0,001	-2,6 [-4,3; -0,9]
Локальний кіфоз	ВЕ	60,0 $\pm$ 24,0	24,1 $\pm$ 14,4	-35,9 $\pm$ 17,8 [-50,8; -21,0]	t=-5,7 p=0,001	-1,8 [-2,9; -0,7]
	КО	70,0 $\pm$ 9,7	33,3 $\pm$ 9,8	-36,7 $\pm$ 10,3 [-47,5; -25,8]	t=-8,7 p<0,001	-3,0 [-4,9; -1,1]
Поперековий лордоз	ВЕ	64,0 $\pm$ 17,7	43,8 $\pm$ 11,1	-20,3 $\pm$ 14,9 [-32,7; -7,8]	t=-3,9 p=0,006	-1,2 [-2,1; -0,3]
	КО	67,2 $\pm$ 6,9	47,2 $\pm$ 11,1	-20,0 $\pm$ 5,7 [-25,9; -14,1]	t=-8,7 p<0,001	-3,0 [-4,9; -1,1]
Сколіотичний компонент	ВЕ	20,6 $\pm$ 12,8	6,2 $\pm$ 4,4	-14,3 $\pm$ 12,2 [-23,7; -5,0]	t=-3,5 p=0,008	-1,1 [-1,8; -0,3]

	КО	10,8±8,3	2,4±2,1	-8,4±8,2 [-18,6; 1,8]	t=-2,3 p=0,084	-0,8 [-1,7; 0,1]
--	----	----------	---------	--------------------------	-------------------	---------------------

Як було показано вище, до лікування рентгенометричні показники викривлення хребта були однаковими ($p > 0,05$). Після лікування спостерігаються значущі зміни цих показників. У групі ВЕ величина грудного кіфозу із середньої величини $(71,6 \pm 12,6)^\circ$ знизилась до $(34,6 \pm 11,0)^\circ$, що становило зменшення на $(37,0 \pm 11,8)^\circ$, 95% довірчий інтервал $[-46,0; -28,0]$ показав статистично значущу зміну, що також підтверджено результатом парного t-тесту – $t(8) = -9,4$; $p < 0,001$. Коефіцієнт ефекту Hedges $g = -2,8$; 95% CI $[-4,3; -1,3]$ показує високу клінічну ефективність втручання.

Для групи КО також визначено значне зменшення грудного кіфозу з $(69,8 \pm 13,3)^\circ$ до $(29,7 \pm 9,5)^\circ$, що становило $(-40,2 \pm 13,0)^\circ$; 95% CI $[-53,8; -26,5]$. Зміна статистично значуща ($t(5) = -7,6$; $p = 0,001$) з високим клінічним значущим ефектом – $g = 2,6$; 95%CI $[-4,3; -0,9]$.

Зміни локального кіфозу в обох групах також були значними. В групі ВЕ локальний кіфоз з $(60,0 \pm 24,0)^\circ$ зменшився до $(24,1 \pm 14,4)^\circ$, що в середньому становило зміну на $(-35,9 \pm 17,8)^\circ$; 95%CI $[-50,8; -21,0]$. Зміна статистично значуща ($t(7) = -5,7$; $p = 0,001$) зі стійким клінічним ефектом $g = 1,8$; 95% CI $[-2,9; -0,7]$.

В групі КО локальний кіфоз з $(70,0 \pm 9,7)^\circ$ зменшився до $(33,3 \pm 9,8)^\circ$, що в середньому становило $(-36,7 \pm 10,3)^\circ$; 95% CI $[-47,5; -25,8]$, зміни статистично значущі $t(5) = -8,7$; $p < 0,001$ зі стійким клінічним ефектом $g = -3,0$; 95% CI $[-4,9; -1,1]$. Відмітимо, що клінічний ефект в групі КО більший, ніж в групі ВЕ.

Поперековий лордоз при лікуванні грудного кіфозу також зазнає змін. В групі ВЕ кут лордозу з $(64,0 \pm 17,7)^\circ$ зменшився до $(43,8 \pm 11,1)^\circ$, що становило в середньому $(-20,3 \pm 14,9)^\circ$ і було статистично значущим ($t(7) = -3,9$; $p = 0,006$). В групі КО кут лордозу з $(67,2 \pm 6,9)^\circ$ зменшився до $(47,2 \pm 11,1)^\circ$, величина зміни аналогічна, і становить $(-20,0 \pm 5,7)^\circ$, статистично значуща ($t(5) = -8,7$; $p < 0,001$).

Відмітимо, що клінічний ефект зміни в групі КО ($g = 3,0$) вдвічі більший, ніж в групі ВЕ ($g = 1,2$).

Сколіотичний компонент в групі ВЕ статистично значущо ($t(7) = -3,5$; $p = 0,008$) знизився в середньому на $(-14,3 \pm 12,2)^\circ$ з $(20,6 \pm 12,8)^\circ$ до $(6,2 \pm 4,4)^\circ$. Ефект зміни високий і значущий ($g = 1,1$; 95% CI $[-1,8; -0,3]$).

В групі КО також спостерігається помітне зменшення сколіотичного компонента з $(10,8 \pm 8,3)^\circ$ до $(2,4 \pm 2,1)^\circ$, але виходячи з того, що вихідні значення були нижче, зміна менша ($-8,4 \pm 8,2$; 95% CI $[-18,6; 1,8]$) і статистично не значуща, але показник клінічного ефекту $g = 0,8$, на межі значущості 95% CI $[-1,7; 0,1]$.

Оцінка зміни основних рентгенологічних показників наведена в табл. 3.3

Таблиця 3.3
Результат дисперсійного аналізу (mixed ANOVA)

Показник	Ефекти	df1	df2	F	η^2g
Грудний кіфоз	Групи	1	13	0,394	0,022
	Час	1	13	142,559	0,750
	Група:час	1	13	0,240	0,005
Локальний кіфоз	Групи	1	12	1,503	0,090
	Час	1	12	78,609	0,584
	Група:час	1	12	0,009	0,000
Поперековий лордоз	Групи	1	12	0,293	0,019
	Час	1	12	39,082	0,416
	Група:час	1	12	0,002	0,000
Сколіотичний компонент	Групи	1	12	3,455	0,144
	Час	1	12	13,717	0,321
	Група:час	1	12	0,934	0,031

Грудний кіфоз за фактором часу $F(1,13) = 142,6$; $\eta^2g = 0,750$) показав сильну зміну. Але за фактором динаміки змін між групами (Група:час) ($F(1,13) = 0,240$; $\eta^2g \approx 0$) відмічено відсутність різниці. Обидві групи змінюються однаково.

Аналогічні дані отримані при аналізі порівняння динаміки зміни локального кіфозу. Для фактору часу ($F(1,12) = 78,609$; $\eta^2g = 0,584$) виявлено дуже сильний загальний ефект часу, що свідчить про суттєву зміну показника

між періодами вимірювання незалежно від групової належності. Ефект Група:час ($F(1,12) = 0,009$; $\eta^2g \approx 0$) показує, що зміна показника з часом є однаковою в обох групах.

Порівняння динаміки зміни поперекового лордозу також показала ідентичність груп ($F(1,12) = 0,002$; $\eta^2g \approx 0$) та стійку зміну показника у часі ($F(1,12) = 39,082$; $\eta^2g = 0,416$).

Сколіотичний компонент сильно змінюється у часі ($F(1,12) = 13,7$; $\eta^2g = 0,3$), різниця динаміки зміни в групах ($F(1,12) = 0,934$; $\eta^2g = 0,031$) є мінімальною та не має практичного значення.

Оцінювали показники тазового балансу (табл. 3.4):

PI: Pelvic Incidence (нахил таза);

PT: Pelvic Tilt (скіс таза);

SS: Sacral Slope (нахил крижів).

Таблиця 3.4

Зміни параметрів тазового балансу у дітей з уродженим кіфозом

Показник	Група	Період спостереження		Зміна показника $\Delta(M \pm SD)$ 95%CI	t, p	Hedges_g 95% CI
		До	Після			
Pelvic Incidence	BE	40.0 $\pm$ 4.3	39.7 $\pm$ 3.9	-0.3 $\pm$ 1.1 [-1.2; 0.5]	t=-0.9 p=0.397	-0.3 [-0.9; 0.3]
	KO	37.5 $\pm$ 15.1	38.0 $\pm$ 14.9	0.5 $\pm$ 1.6 [-1.2; 2.2]	t=0.7 p=0.490	0.3 [-0.4; 0.9]
Pelvic Tilt	BE	8.3 $\pm$ 5.0	6.6 $\pm$ 4.3	-1.8 $\pm$ 1.2 [-2.7; -0.9]	t=-4.4 p=0.002	-1.3 [-2.2; -0.4]
	KO	9.7 $\pm$ 3.7	5.5 $\pm$ 4.3	-4.2 $\pm$ 1.9 [-6.2; -2.1]	t=-5.3 p=0.003	-1.8 [-3.1; -0.5]
Sacral Slope	BE	31.7 $\pm$ 6.3	33.1 $\pm$ 5.6	1.4 $\pm$ 1.4 [0.3; 2.5]	t=3.0 p=0.016	0.9 [0.2; 1.6]
	KO	27.8 $\pm$ 12.3	32.5 $\pm$ 11.3	4.7 $\pm$ 2.3 [2.3; 7.0]	t=5.1 p=0.004	1.7 [0.5; 3.0]

Зміни нахилу таза (PI) не відбулися, що підтверджується середньою не значущою зміною менше, ніж на 1°. Але відмічена статистично значуща зміна кута скосу таза (PT) як в групі BE – на (6.6 $\pm$ 4.3)°, так і в групі KO – на (5.5 $\pm$ 4.3)°. В обох групах відмічено клінічно значущий великий ефект зміни PT ($g > 1,2$).

В групі ВЕ зміни кута нахилу крижів (SS) становили в середньому $(1.4 \pm 1.4)^\circ$ із великим значущім ефектом ($g = 0.9$; 95% CI [0.2; 1.6]). В групі КО вихідний кут нахилу крижі був менший, ніж в групі ВЕ, зміни були більш помітними – на $(4.7 \pm 2.3)^\circ$, відповідно розмір ефекту $g = 1.7$ оцінений як дуже великий.

Хоча групи пацієнтів були малими, і діти сильно відрізнялися по віку, можна зробити узагальнюючі висновки щодо зміни параметрів тазового балансу.

Лікування грудного кіфозу хірургічними методами впливає на параметри тазового балансу, оскільки являються частиною компенсаційних механізмів підтримки сагітального балансу. Pelvic incidence (PI) є анатомічно фіксованим параметром і не змінюється внаслідок лікування кіфозу, оскільки він визначається морфологією таза і не залежить від позиційних змін. Зміни PI у дітей змінюється по мірі росту, але не внаслідок оперативного втручання, і вимірювання у короткий проміжок часу. Pelvic Tilt (PT) часто зменшується після корекції кіфозу, оскільки знижується потреба в ретроверсії таза (задньому нахилі) як компенсації за надмірний кіфоз. Sacral Slope (SS) збільшується, відновлюючи більш природний нахил крижів.

Аналізуючи ускладнення хірургічного лікування пацієнтки Т., 13 років, а саме перелом фіксуєчих стержнів, який виник через 1,5 року після оперативного втручання, можна зробити висновок, що основною причиною нестабільності металоконструкції стало відсутність заднього кісткового блоку на вершині кіфотичної деформації, де виконувалась коригуюча остеотомія. Додатковим обтяжуючим фактором була надмірна вага хворої. Проведення першого ревізійного втручання по заміні фіксуєчих стрижнів не принесло очікуваний результат, тому що, під час виконання повторної операції не був сформований задній кістковий блок, через що 4 роки по тому стався повторний перелом фіксуєчих стрижнів. Було виконано повторне ревізійне втручання по заміні фіксуєчих стержнів і додатково був проведений передній міжтіловий спондилодез з фіксацією кейджем.

Всі ускладнення, що стались у хворої С., 5 років, на нашу думку виникли в першу чергу через необхідність проведення хірургічного втручання у ранньому віці, а також використання металоконструкції у режимі, що зростає, для збереження зростання хребта.

За літературними даними середня частота виникнення дистального перехідного кіфозу складає 6-9% [84]. Факторами, що можуть вплинути на виникнення дистального перехідного кіфозу є: неправильний вибір нижнього інструментованого хребця, фіксація вище стабільного сагітального хребця, значна гіперкорекція кіфотичної деформації, проведення операцій в ранньому віці і високий потенціал зростання [85].

Аналізуючи виникнення дистального перехідного кіфозу у пацієнта Б., 12 років, треба сказати, що при плануванні оперативного лікування, перед кожним хірургом стоїть задача мінімізуючи об'єм втручання, отримати максимальний результат. Тому не дивлячись на те, що стабільним сагітальним хребцем при проведенні доопераційної рентгенометрії був L2 і саме він мав бути нижнім інструментованим хребцем, для збереження більшої кількості рухомих сегментів було прийнято рішення обрати Th12 в якості нижньої границі фіксації, що в кінцевому підсумку призвело до виникнення ускладнення і як наслідок необхідності проведення ревізійної операції.

Wang зі співавторами [87] проаналізували частоту та причини виникнення проксимального перехідного кіфозу (РЖК) у хворих з вроджені деформації хребта після резекції напівхребця і короткої інструментації хребта. Коротка інструментація передбачала фіксацію не більше 4 хребців. РЖК у післяопераційному періоді розвинувся у 18,9% хворих (7 з 37). Але жодному хворому не знадобилось проведення ревізійного хірургічного втручання. Основними факторами розвитку проксимального перехідного кіфозу були: великий сегментарний кіфоз у післяопераційному періоді, локалізація напівхребця у нижньогрудному або грудо-поперековому відділі та положення гвинтів у верхньому інструментованому хребці. Аналізуючи виникнення проксимального перехідного кіфозу у пацієнта Я., 10 років, можна припустити,

що коротка інструментація у поєднанні з величиною сегментарного кіфозу (76°) та віком хворого (10 років) призвели до виникнення у віддаленому післяопераційному періоді вищевказаного ускладнення. А вчасно призначена зовнішня фіксація тулуба корсетом Шено дала змогу уникнути ревізійної операції.

Висновки

1.Проведення остеотомії та вертебректомії хребта давало можливість досягти основних задач, а саме корекції локального кіфозу та уникнення явищ неврологічного дефіциту.

2.Величина корекції кіфотичної деформації при обох видах хірургічного лікування була однаковою.

3.Основними причинами післяопераційних ускладнень стали тактичні помилки, які пов'язані з неадекватною оцінкою потенціалу росту хребта, а також нестабільністю імплантата, що виникав в результаті відсутності зрілого кісткового блока в місці проведення остеотомії або неправильного вибору протяжності фіксації.

4.Із метою зниження кількості цих ускладнень є доцільним проведення дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат» під час застосування різних варіантів фіксації та проведенні різних типів коригуючих втручань на хребті.

Матеріали розділу відображені у публікаціях:

1. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О. Хірургічне лікування уродженого кіфозу. Ортопедия, травматология и протезирование. - 2016.-№4.- С.22-27.

2. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О. Ретроспективний аналіз ускладнень після хірургічного лікування уродженого кіфозу у дітей. Ортопедия, травматология та протезування -2018.-№3.-С.39-45.

3. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О. Хірургічна корекція вродженого кіфозу у дітей. Клінічний випадок. Хірургія дитячого віку (Україна) №1(78)/2023, с. 135-139.

4. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О. Аналіз результатів лікування грудного ідіопатичного сколіозу з кутом Cobb 80-100°. Хірургія дитячого віку (Україна) №2(79)/2023, с. 28-34.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат» у разі різних типів фіксації хребта транспедикулярними конструкціями після резекції напівхребця

Розрахунок моделі 1 – із кейджем замість тіла хребця Th12 та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2.

Аналіз НДС розрахункової моделі (рис. 4.1) показав, що фіксація стержнями хребців Th10, Th11 та L1, L2 призводить до перерозподілу напруженого стану в блоці хребців Th11–L3. Розподіл НДС нерівномірний, так, максимальні значення напруження Мізеса спостерігаються в блоці хребців L2–L3 та дорівнюють 7,2 МПа в суглобових масах хребця L2.

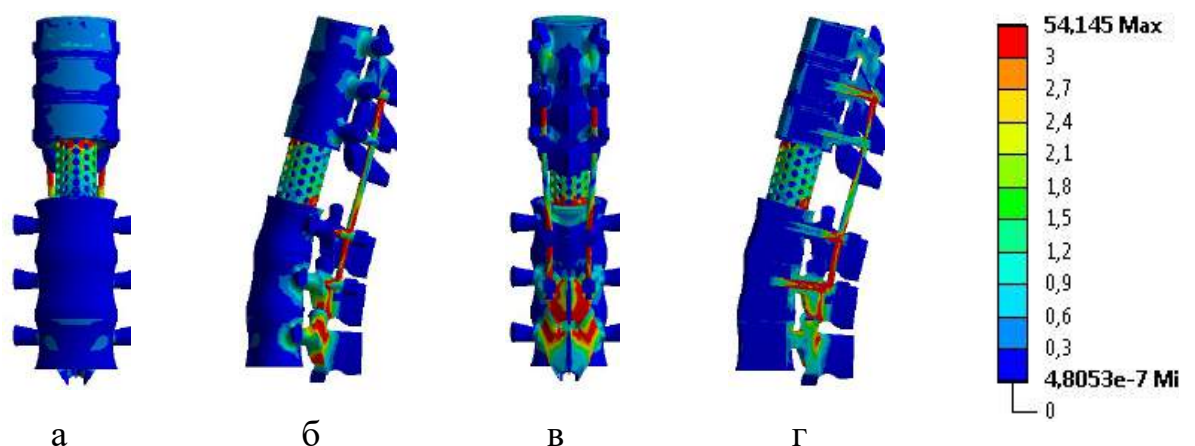


Рис. 4.1. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

Для верхнього (над Th12) блока хребців найбільш напруженим є хребець Th9, де напруження Мізеса в дугах хребця досягають величини 3,6 МПа. Напруження в тілі хребця Th11 визначали на позначці 1,0 МПа, аналогічна ситуація і для верхньої поверхні тіла хребця L1 – 1,6 МПа.

У блоці хребців Th10–L2 основне навантаження несе фіксуюча конструкція та кейдж. Найбільш напруженими місцями кісткової тканини є ділянки входу гвинтів у кістку. На межі гвинт–кістка найбільша величина напруження Мізеса спостерігається в хребці L2 та дорівнює 4,0 МПа. На рис. 4.2 показано розподіл напруження у фіксуючій конструкції. Максимальне значення напруження в стрижнях досягають величини 31,4 МПа (рис. 3.14, б) та розташовані під кріпильними гвинтами хребця Th10 (Th11 для першого варіанта моделі). В кейджі, у його верхній частині, рівень напруженого стану досягає величини 9,0 МПа, а в нижній задній частині – 6,5 МПа.

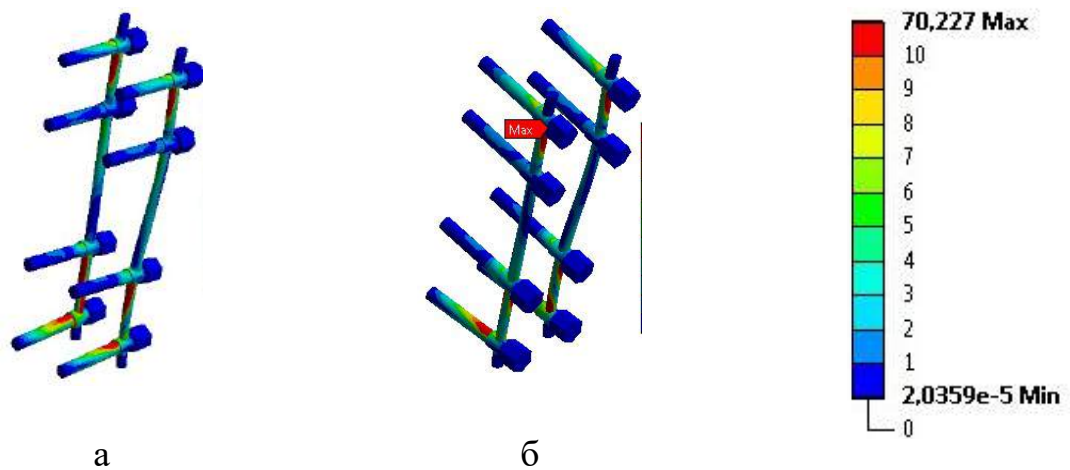


Рис. 4.2. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд: а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання кейджа, як міжтілової опори не приводить до зміни характеру розподілу НДС у блоці хребців Th9–L3;
- більш жорстка конструкція кейджа призводить до підвищення напруженого стану на нижній поверхні тіла хребця Th11 та верхній поверхні тіла хребця L1;
- підвищення жорсткості за рахунок використання кейджа переднього опорного комплексу призводить до пониження напруженого стану в стрижнях фіксуючої конструкції;

– максимальні напруження у фіксуючій конструкції розташовані в стержнях під механізмом кріплення гвинтів хребця Th10.

Розрахунок моделі 2 – з кейджем замість тіла хребця Th12 та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2 із додатковими кістковими трансплантатами.

Аналіз НДС розрахункової моделі (рис. 4.3) показав, що відмінність від попереднього варіанта моделі незначна. Рівень напруженого стану змінився лише в зоні кріплення фіксуючих кісткових трансплантатів. Так, у блоці хребців Th9–Th11 рівень напруженого стану підвищився в суглобових масах Th11 та складає 3,5 МПа.

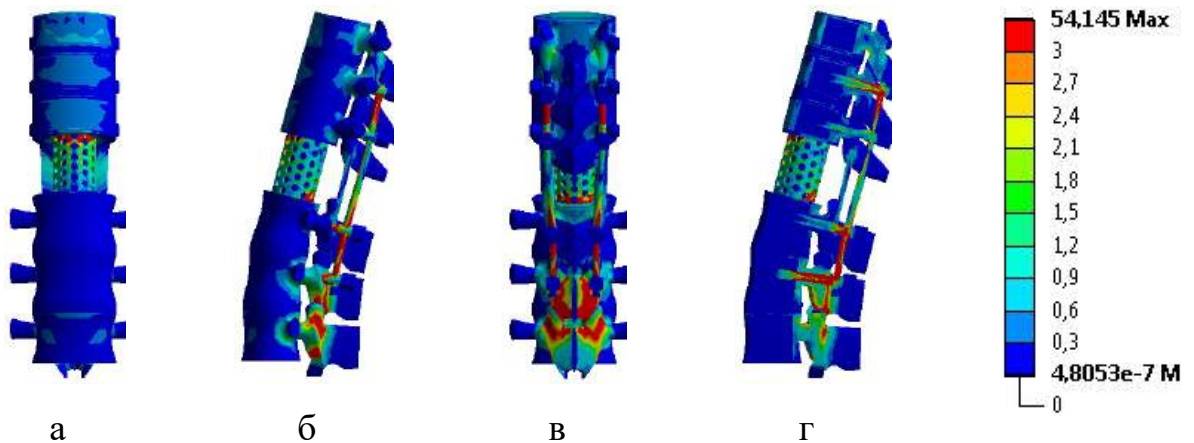


Рис. 4.3. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

У фіксуючій конструкції зміни напруженого стану також незначні. На межі гвинт–кістка величина напруження Мізеса в хребці L1 – 0,8 МПа (0,6 МПа для першого варіанта моделі). Максимальні значення напруг в стержнях практично не змінилося та дорівнюють 31,7 МПа (31,4 МПа для третього варіанта моделі) (рис. 4.4). Максимальні значення напруження Мізеса в кісткових трансплантатах знизилися на відміну від моделі зі збереженим хребцем Th12 та досягають величини 1,8 МПа (6,0 МПа для першого варіанта моделі).

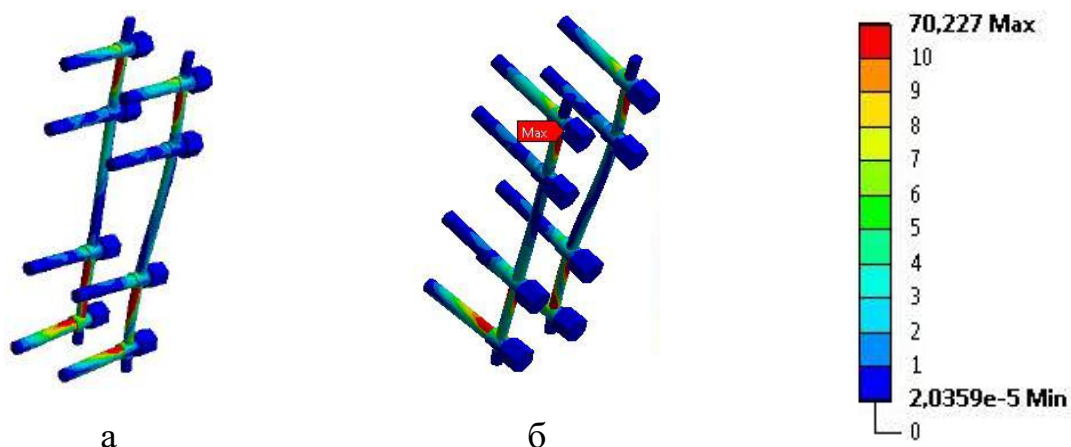


Рис. 4.4. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд:
а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання додаткових фіксуючих кісткових трансплантатів практично не приводить до змін напруженого стану;
- рівень напруженого стану підвищився в суглобових масах хребця Th11;
- рівень напруженого стану на межі гвинт–кістка не змінився;
- порівняно з моделлю зі збереженим тілом хребця Th12 додаткова опора у вигляді кісткових трансплантатів у розрахунковій моделі менш напружена.

Розрахунок моделі 1 – з кейджем замість тіла хребця Th12 і фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2 і з вільним ковзанням стрижнів у фіксуючих гвинтах хребців Th10 та L2.

В перший варіант моделі було внесено зміни, контакт між фіксуючими стрижнями та кріпильними гвинтами в хребцях Th10 та L2 допускає проковзування. Аналіз результатів показав, що загальний характер розподілу НДС розрахункової моделі не змінився (рис. 4.5). Основні відмінності в напруженому стані спостерігаються лише в хребці L1 та фіксуючій конструкції. Так, максимальні значення напруження Мізеса в пластинах дуг хребця L1 дорівнюють 1,4 МПа (0,4 МПа для першого варіанта моделі). Максимальні значення напруження Мізеса в суглобових масах хребця L1 дорівнюють 1,7 МПа (0,4 МПа для першого варіанта моделі).

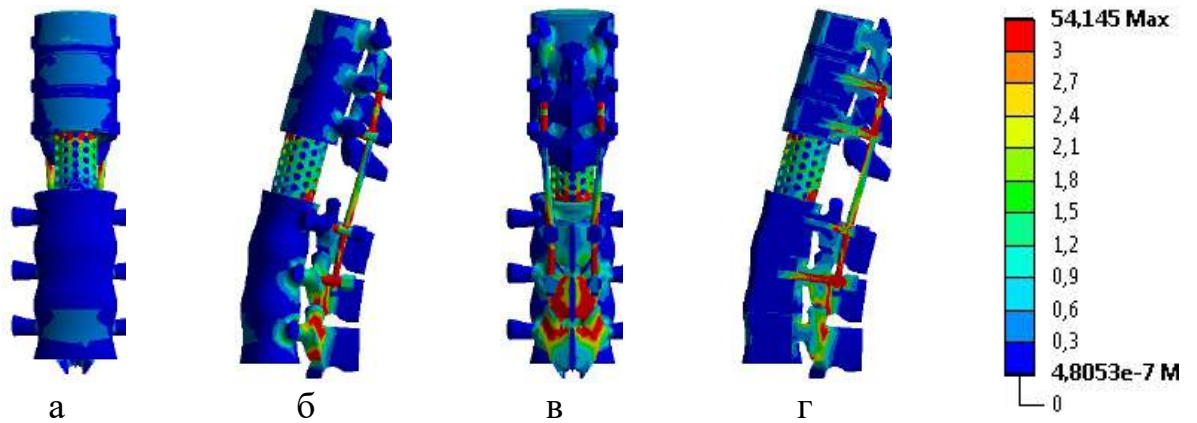


Рис. 4.5. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти та стержень у сагітальній площині

Для фіксуючої конструкції відбулася зміна як характеру розподілу, так і величини напруженого стану. На відміну від першої моделі, де зона концентрації напружень була в стрижнях у зоні кріпильних гвинтів хребця Th11, у цьому розрахунку ділянка концентрації напруження розташована в кріпильних гвинтах хребця L2 на межі контакту зі стрижнями. Максимальні значення напруження в цій зоні досягають величини 69,4 МПа (31,4 МПа для першого варіанта моделі) (рис. 4.6).

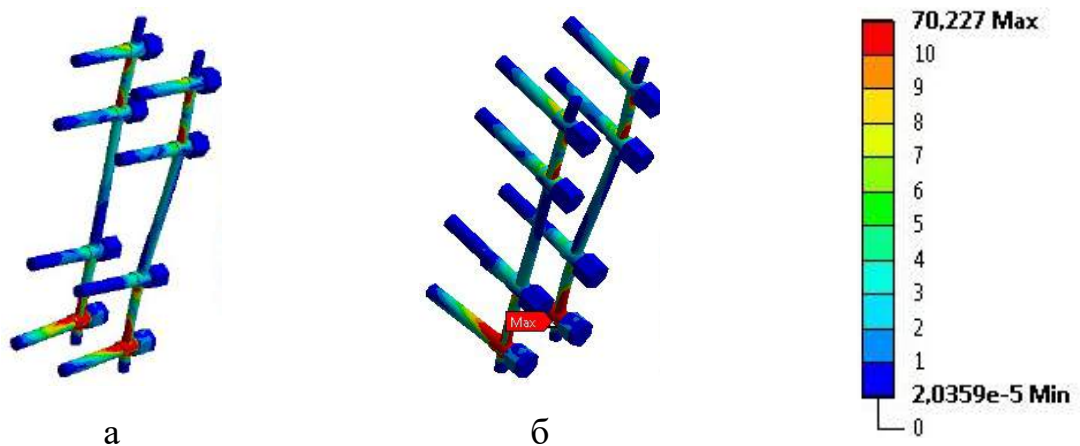


Рис. 4.6. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд: а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- Використання фіксуєної конструкції з можливістю проковзування стержнів змінює як характер розподілення НДС, так і рівень напруженого стану в основному в самій конструкції.
- Рівень напруженого стану у блоці хребців підвищився тільки в пластинах дуг хребця L1.
- На межі гвинт–кістка більш напруженими також є області контакту з кріпильними гвинтами хребця.
- Розташування зони концентрації напруг в фіксуєній конструкції відрізняється від моделі з жорсткою фіксацією стержнів. Максимальні значення напруг Мізеса в фіксуєній конструкції розташовані в кріпильних гвинтах хребця L2 в місці контакту зі стержнями.

Розрахунок моделі 2 – з кейджем замість тіла хребця Th12 та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2 з додатковими кістковими пластинами та з вільним ковзанням стрижнів у фіксуєних гвинтах хребців Th10 та L2.

В другий варіант моделі було внесено зміни, контакт між фіксуєними стрижнями та кріпильними гвинтами в хребцях Th10 та L2 допускає проковзування. Аналіз результатів показав, що загальний характер розподілу НДС розрахункової моделі не змінився (рис. 4.7). Основні відмінності в напруженому стані спостерігаються тільки в хребці L1 та фіксуєній конструкції. Так, максимальне значення напруг Мізеса в пластинах дуг хребця L1 дорівнюють 1,2 МПа (0,4 МПа для першого варіанта моделі). Максимальні значення напруг Мізеса в суглобових масах хребця L1 дорівнюють 1,7 МПа (0,8 МПа для першого варіанта моделі).

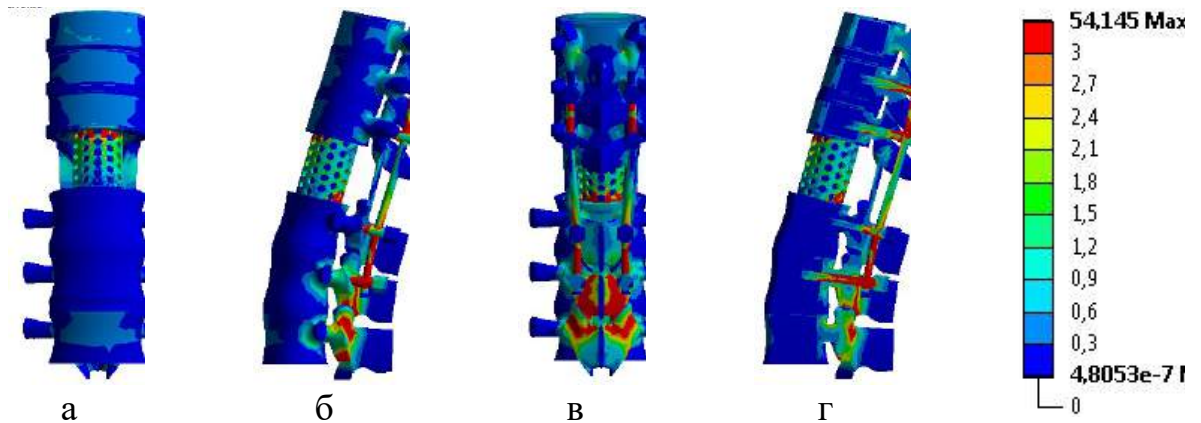


Рис. 4.7. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

Для фіксуючої конструкції відбулася зміна як характеру розподілу, так і величини напруженого стану. На відміну від другої моделі, де зона концентрації напруг була в стержнях в районі кріпильних гвинтів хребця Th11, в даному розрахунку область концентрації напруг розташована в кріпильних гвинтах хребця L2 на межі контакту зі стержнями. Максимальні значення напруг в цій області досягають величини 68,9 МПа (31,7 МПа для третього варіанта моделі) (рис. 4.8).

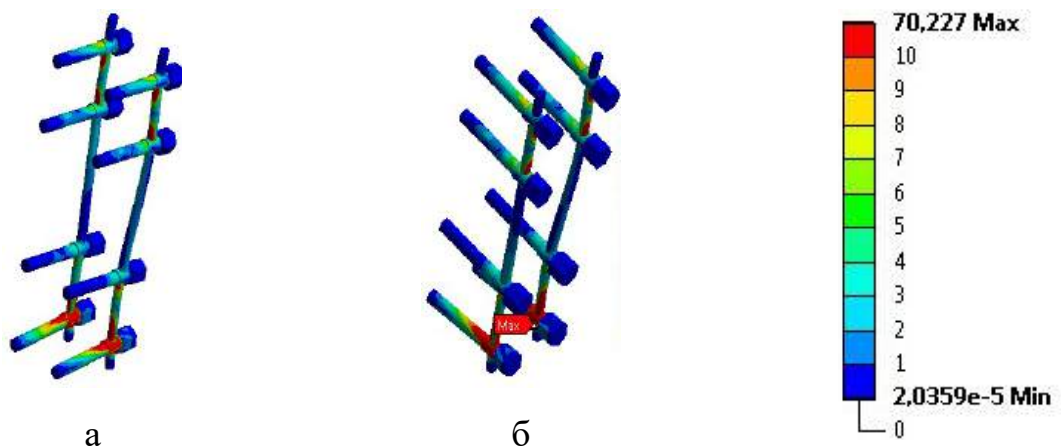


Рис. 4.8. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд: а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання фіксуєної конструкції з можливістю проковзування стрижнів змінює як характер розподілу НДС, так і рівень напруженого стану в основному в самій конструкції;
- рівень напруженого стану в блоці хребців підвищився лише в суглобових масах і пластинах дуг хребця L1;
- на межі гвинт–кістка більш напруженими також є зони контакту з кріпильними гвинтами хребця;
- розташування зони концентрації напруження у фіксуєній конструкції відрізняється від моделі з жорсткою фіксацією стрижнів. Максимальні значення напруження Мізеса у фіксуєній конструкції розташовані в кріпильних гвинтах хребця L2 у місці контакту зі стрижнями.

Дані про величини напружень в кісткових елементах моделей наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Величини напружень в кісткових елементах моделей I і II

Зона	Модел ь	Напруження, МПа						
		Th9	Th10	Th11	Th12	L1	L2	L3
Верх тіла хребця	I	1,3	0,9	0,8	0	1,6	0,5	0,8
	II	1,3	0,8	0,8	0	1,4	0,5	0,8
	I рост.	1,3	0,8	0,8	0	1,7	0,7	0,8
	II рост.	1,3	0,8	0,8	0	1,5	0,7	0,8
Низ тіла хребця	I	0,8	0,6	1,0	0	0,3	0,3	0,1
	II	0,8	0,6	1,0	0	0,3	0,3	0,1
	I рост.	0,8	0,6	1,0	0	0,3	0,3	0,1
	II рост.	0,8	0,6	1,0	0	0,3	0,3	0,1
Дуга хребця	I	3,6	1,5	1,6	0	1,7	2,6	3,3
	II	3,6	1,5	1,5	0	1,5	2,5	3,3
	I рост.	3,6	1,4	1,8	0	1,8	2,7	3,3
	II рост.	3,6	1,2	1,7	0	1,6	2,7	3,3
Пластина дуги	I	0,9	0,3	0,1	0	0,4	3,5	2,5
	II	0,9	0,3	0,1	0	0,4	3,5	2,5
	I рост.	0,9	0,3	0,2	0	1,4	3,5	2,5
	II рост.	0,9	0,3	0,5	0	1,2	3,5	2,5
Суглоб	I	1,4	0,8	0,2	0	0,4	7,2	5,0
	II	1,4	0,8	3,5	0	0,8	7,5	5,0
	I рост.	1,4	0,8	0,4	0	1,7	7,5	5,0
	II рост.	1,4	0,8	4,0	0	1,7	7,2	5,0

Нижче на діаграмах наведено напруження Мізеса в кісткових елементах розрахункових моделей I і II (рис. 4.9).

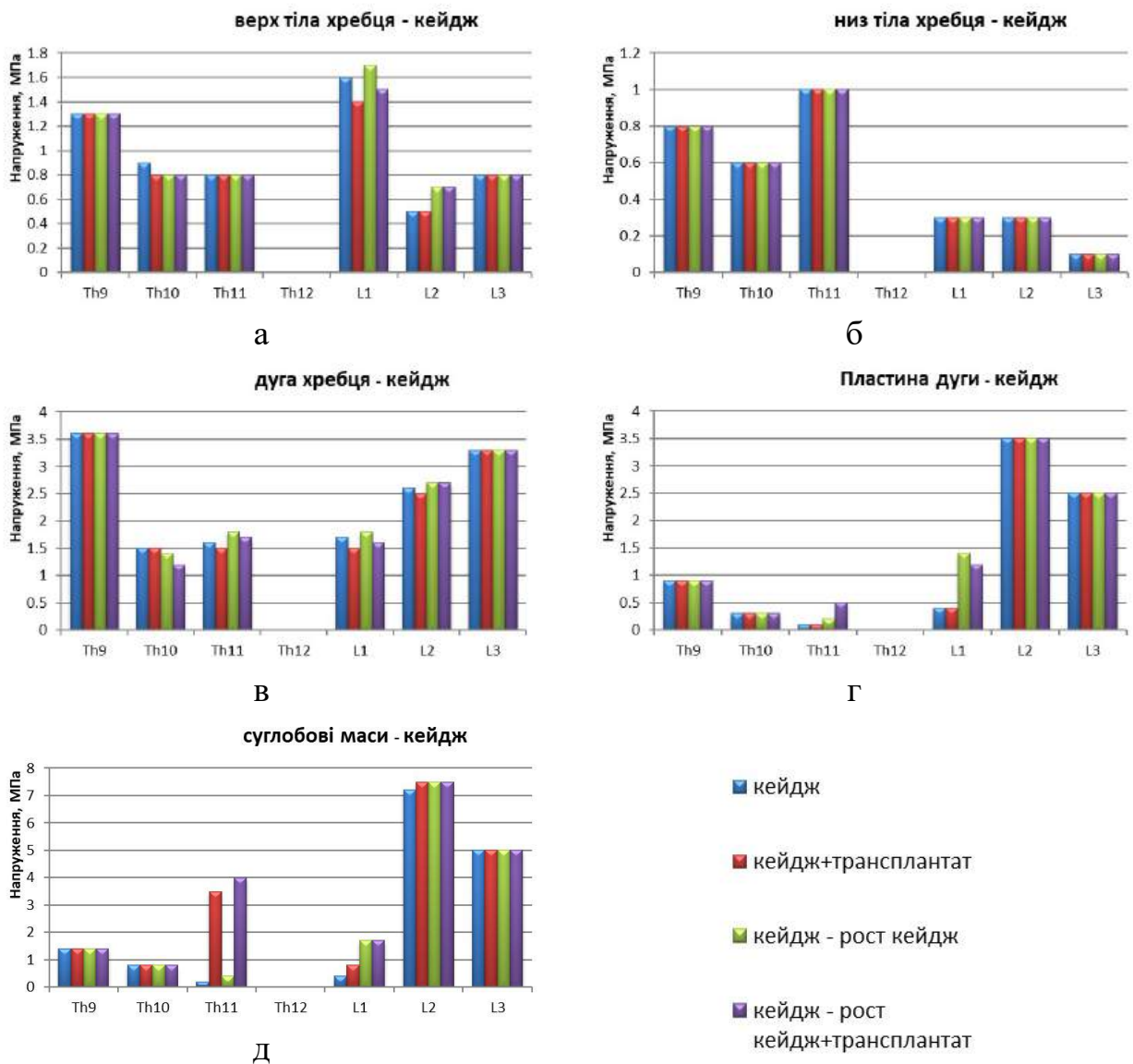


Рис. 4.9. Діаграма величин напружень Мізеса в розрахункових моделях у разі використання кейджа:

а) у верхній замикальній пластині тіла хребця; б) у нижній замикальній пластині тіла хребця; в) у дугах хребця; г) у пластині дуги хребця; д) у суглобових масах хребця.

Дані про величини напружень в елементах металевої конструкції наведено в табл. 4.2.

Діаграма, яка наведена на рис. 4.10 надає наочне уявлення про співвідношення величин напружень в гвинтах та міжтіловому кейджі моделей.

Таблиця 4.2

Величини напружень в елементах металевої конструкції моделей I і II.

Елементи конструкції		Напруження, МПа			
		Фіксовані стрижні		Рухомі стрижні	
елемент	зона	Модель I	Модель II	Модель I	Модель II
Гвинти	Th10	1,2	1,1	1,7	1,8
	Th11	0,8	0,8	1,2	1,0
	Th12	0	0	0	0
	L1	0,6	0,8	1,0	1,0
	L2	4	5	5,4	5,5
Кейдж	верх	9,0	8,5	9,4	9,0
	низ	6,5	6	7,5	6,7
Стрижні		31,4	31,7	29,4	28,9
Кісткові трансплантати			1,8		1,3

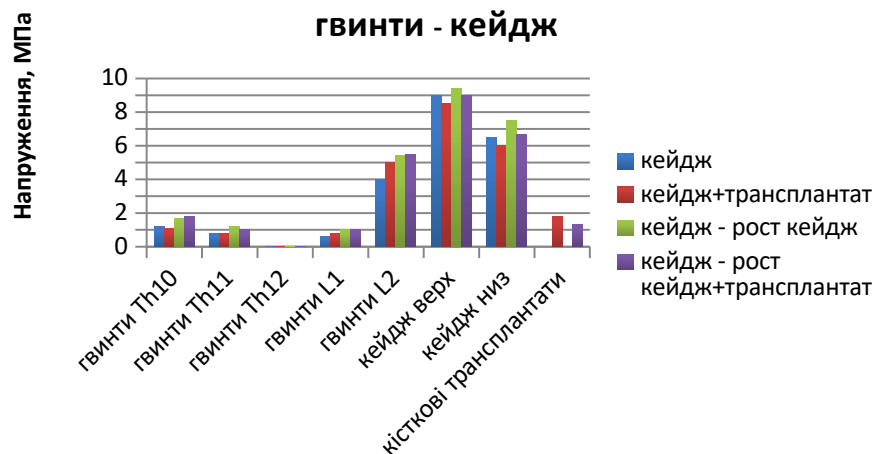


Рис. 4.10. Діаграма величин напружень в елементах металевої конструкції та кісткових трансплантатах.

Результати проведеного моделювання дозволяють зробити заключення про те, що при використанні транспедикулярної конструкції та міжтілового металевого кейджа додаткові кісткові трансплантати не здійснюють суттєвого впливу на розподіл напружень як в кісткових елементах моделей, так і елементах металевих конструкцій. Це можна пояснити тим, що хірургічна сталь має значно більш високий модуль пружності ніж кісткова тканина, завдяки чому значно менше деформується при однаковому навантаженні, а розташування металевих елементів в передньому і задньому опорних комплексах хребта фактично шунтує дію кісткових трансплантатів.

Використання транспедикулярної конструкції, що зростає (модель з можливістю «проковзування») не викликає суттєвих змін в напружено-деформованому стані кісткових елементів моделі. При цьому, в стрижнях та кріпильних гвинтах визначали зниження величин напружень в межах 10 % в порівнянні з варіантами жорсткої фіксації стрижнів. В даному випадку, здатність гвинтів зміщуватися відносно стрижнів в місцях кріплення призводить до того, що частина навантаження перекладається на передній опорний комплекс хребтового стовпа (наслідком є підвищення на 10 % рівня напружень на верхній поверхні хребця L1), яка нівелюється за рахунок амортизуючих властивостей міжхребцевих дисків.

Розрахунок моделі 3 – із трансплантатом (незрощений) замість тіла хребця Th12 та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2.

Аналіз НДС розрахункової моделі (рис. 4.11) показав, що рівень напруженого стану найближчий до першого варіанта моделі. Найбільші відхилення (до 0,5 МПа) для цих варіантів спостерігаються в суглобових масах хребця Th11, де рівень напруженого стану підвищився та складає 0,7 МПа, а також в суглобових масах хребця L1 – 1,1 МПа (0,4 МПа для першого варіанта моделі). В інших частинах моделі різниця в НДС значно менша.

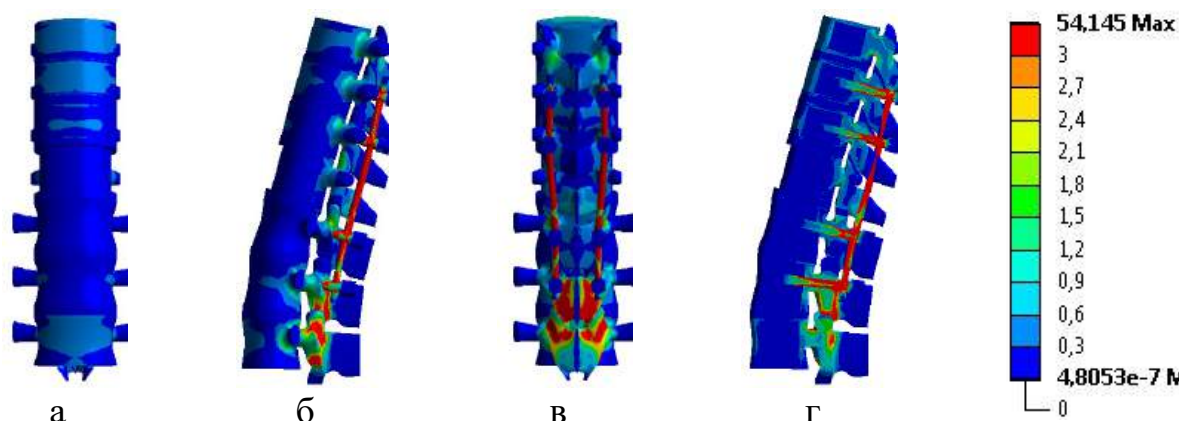


Рис. 4.11. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

У фіксуючій конструкції зміна напруженого стану більш значна. На межі гвинт–кістка величина напруження Мізеса підвищуються на всіх хребцях, найбільше зростання зафіксовано в хребці Th10 і досягає величини 4,1 МПа (0,8 МПа для першого варіанта моделі). Максимальні значення напруги в стрижнях також змінилося та дорівнюють 65,0 МПа (31,4 МПа для першого варіанта моделі) (рис. 4.12).

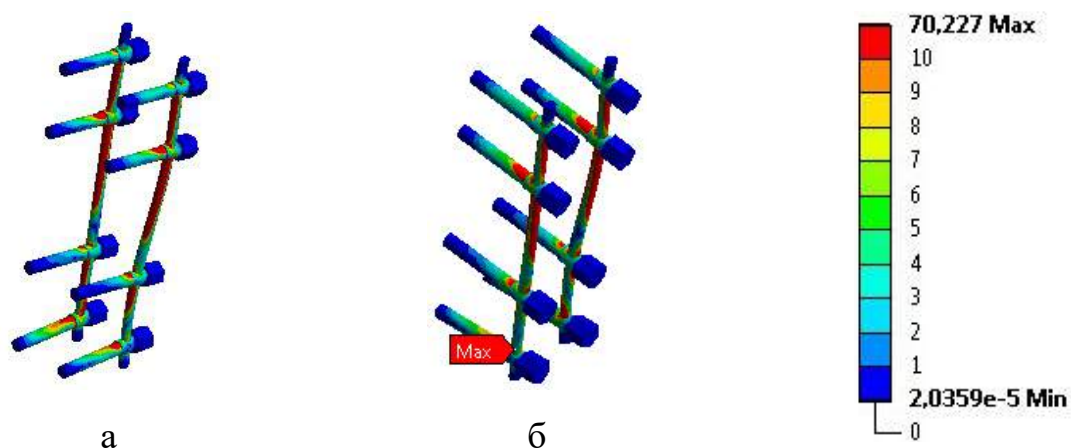


Рис. 4.12. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд: а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання міжтілового незрощеного кісткового трансплантата не приводить до великих змін напруженого стану в цілому, в порівнянні з моделлю зі зрощеним кістковим трансплантатом;
- рівень напруженого стану найбільш збільшився в хребці Th12, та L2 в порівнянні зі зрощеним кістковим трансплантатом;
- рівень напруженого стану на межі гвинт–кістка найбільш виріс в хребці Th10 в порівнянні з моделлю зі зрощеним трансплантатом;
- рівень напруженого стану в стрижнях підвищився в 1,4 рази.

Розрахунок моделі 4 – з трансплантатом (зрощений) замість тіла хребця Th12 та фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2.

Аналіз НДС розрахункової моделі (рис. 4.13) показав, що в результаті зрощення кісткових чіпсів відбувається набування міцності міжтілової опори і,

як наслідок, зниження рівня напруженого стану до показників першого варіанту моделі. Найбільші відхилення (до 0,5 МПа) для цих варіантів спостерігаються в дугах хребця Th11 де рівень напруженого стану підвищився та складає 2,1 МПа (1,6 МПа для першого варіанта моделі та пластини дуги хребця L2 – 4,0 МПа (3,5 МПа для першого варіанта моделі), при цьому на верхній поверхні тіла хребця L1 визначали зниження напружень до 0,7 МПа (1,6 МПа для першого варіанта моделі). В інших частинах для всіх варіантів моделей різниця в НДС значно менша.

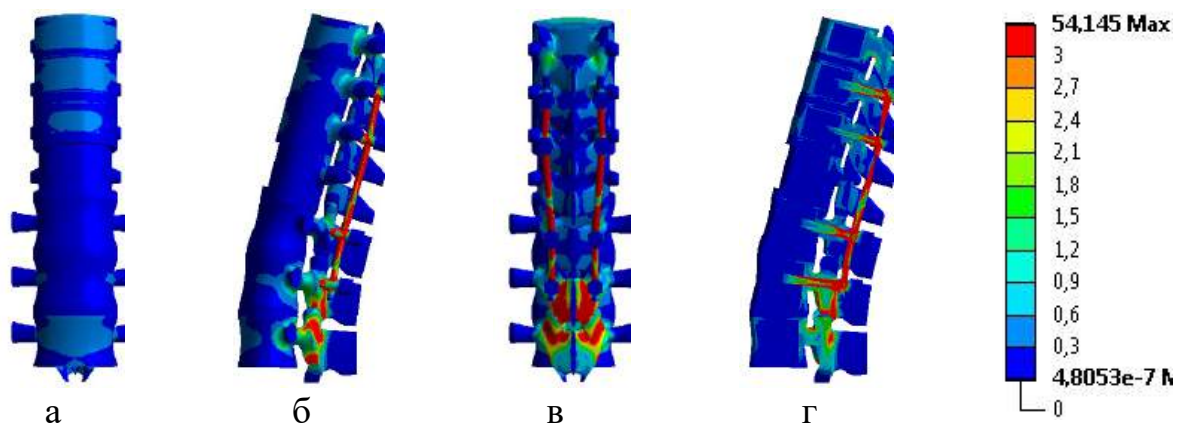


Рис. 4.13. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

У фіксуючій конструкції рівень напруженого стану також наблизився до показників моделі з металевим кейджем. На межі гвинт–кістка величина напруження Мізеса в хребці Th11 досягає величини 2,1 МПа (1,8 МПа для першого варіанта моделі), а в хребці L2 – 5,4 МПа (5,3 МПа для першого варіанта моделі). Максимальні значення напруги в стрижнях також змінилося та дорівнюють 45,0 МПа (31,4 МПа для першого варіанта моделі) (рис. 4.14).

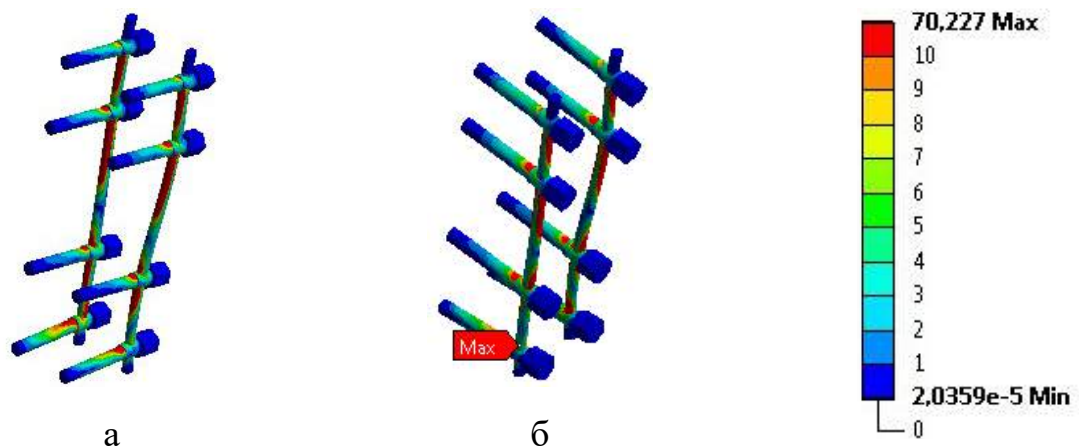


Рис. 4.14. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд: а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання міжтілового зрощеного кісткового трансплантата не приводить до великих змін напруженого стану в порівнянні з іншими варіантами розрахункових моделей;
- рівень напруженого стану найбільш змінився в хребці Th11, та L1;
- рівень напруженого стану на межі гвинт–кістка найбільш змінився в хребці Th11, та L2;

Розрахунок моделі 3 – з трансплантатом (незрощений) замість тіла хребця Th12, фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2 і з вільним ковзанням стрижнів у фіксуючих гвинтах хребців Th10 та L2.

У третій варіант моделі було внесені зміни, контакт між фіксуючими стрижнями та кріпильними гвинтами в хребцях Th10 та L2 допускає проковзування. Аналіз результатів показав, що загальний характер розподілу НДС розрахункової моделі не змінився (рис. 4.15). Основні відмінності в напруженому стані спостерігаються лише в хребці L2 та фіксуючій конструкції. Так, максимальні значення напруження Мізеса в суглобових масах хребця L2 дорівнюють 4,6 МПа (7,9 МПа для варіанта моделі без проковзування), а в зоні входу гвинтів в хребець L2 – 6,6 МПа (5,2 МПа для варіанта без проковзування моделі).

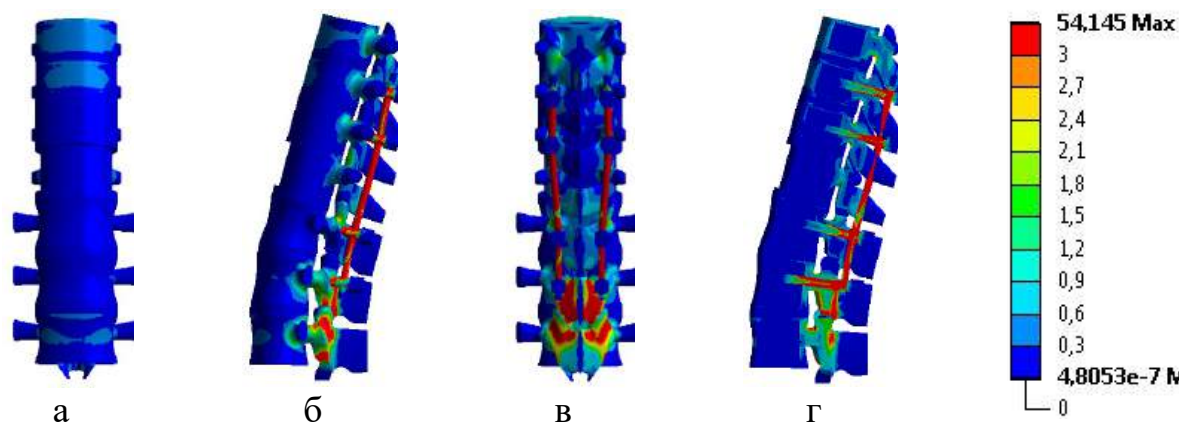


Рис. 4.15. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти та стержень у сагітальній площині

Для стрижнів фіксуючої конструкції максимальні значення напруження досягають величини 63,7 МПа (65,0 МПа для варіанта без проковзування моделі) (рис. 4.16).

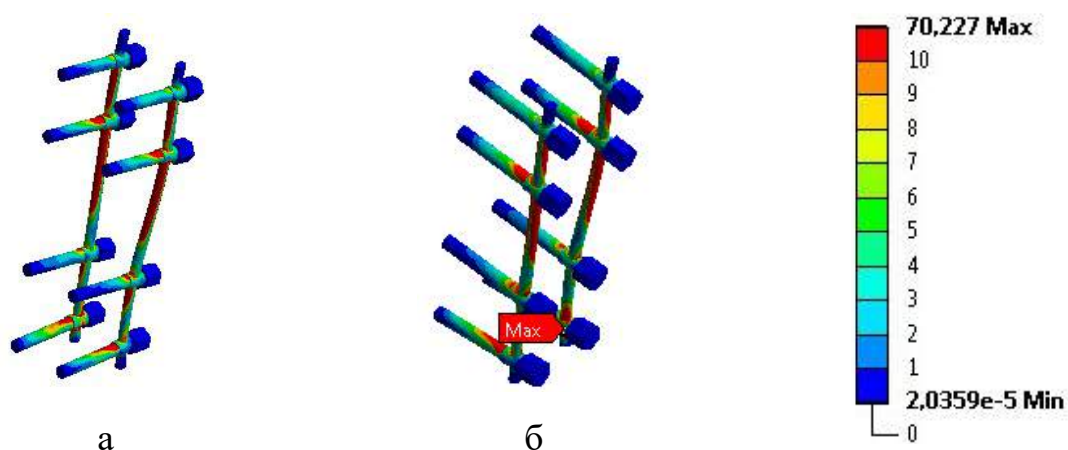


Рис. 4.16. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд: а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Розрахунок моделі 4 – з трансплантатом (зрощений) замість тіла хребця Th12, фіксацією хребців Th10, Th11 та L1, L2 і з вільним ковзанням стрижнів у фіксуючих гвинтах хребців Th10 та L2.

У четвертий варіант моделі було внесено зміни, контакт між фіксуючими стрижнями та кріпильними гвинтами в хребцях Th10 та L2 допускає проковзування. Аналіз результатів показав, що загальний характер розподілу НДС розрахункової моделі змінився не значно (рис. 4.17). Основні відмінності в

напруженому стані спостерігаються лише в хребці L2 та фіксуючій конструкції. Так, максимальні значення напруження Мізеса в суглобових масах хребця L2 дорівнюють 4,6 МПа (6,5 МПа для варіанта без проковзування моделі), а в зоні входу гвинтів в хребець L2 – 6,6 МПа (5,4 МПа для варіанта без проковзування моделі).

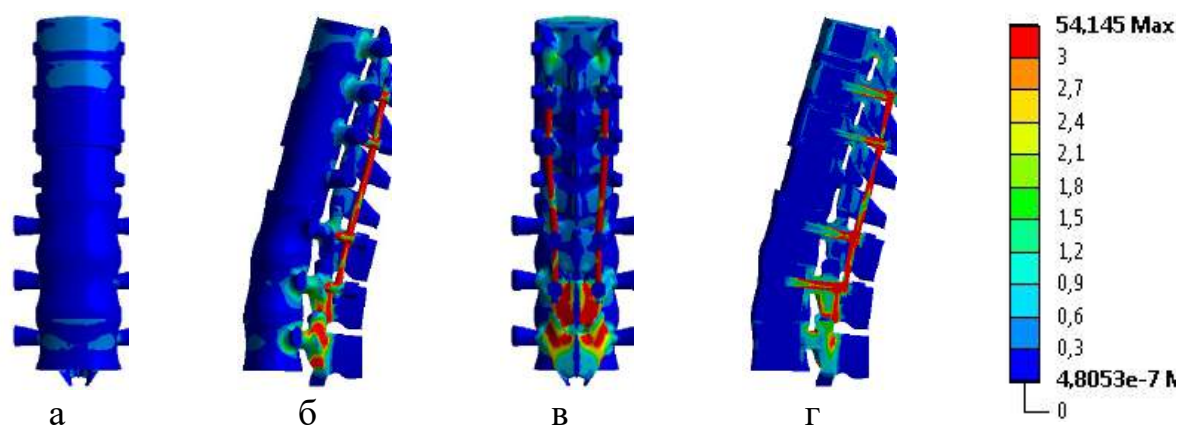


Рис. 4.17. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти та стержень у сагітальній площині

Для стрижнів фіксуючої конструкції максимальні значення напруження знизились і досягають величини 38,7 МПа (45,0 МПа для варіанта без проковзування моделі) (рис. 4.18).

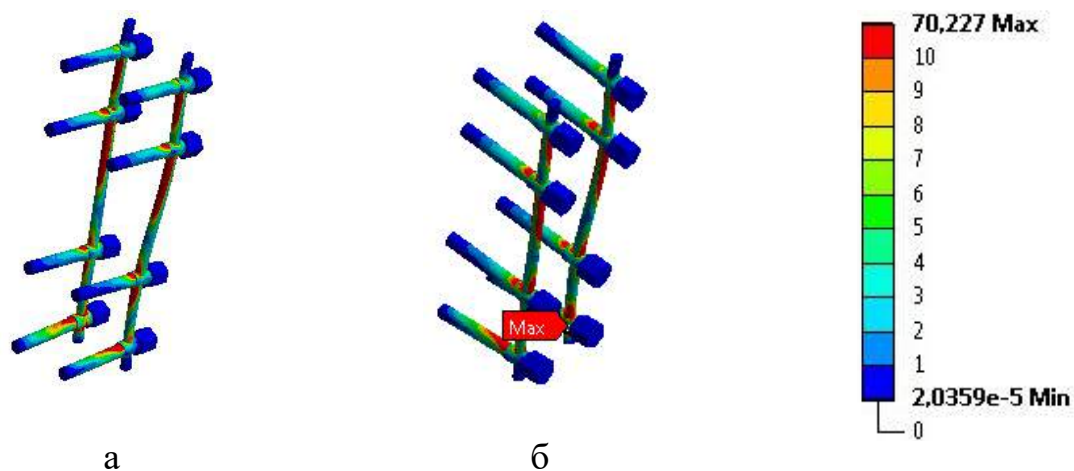


Рис. 4.18. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд: а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- Використання фіксуючої конструкції з можливістю проковзування стрижнів не змінює характер розподілення НДС.
- Рівень напруженого стану у блоці хребців суттєво зменшився тільки в суглобових масах хребця L2.
- На межі гвинт–кістка хребця L2 в області контакту з кріпильними гвинтами хребця спостерігається підвищення напруженого стану.
- Максимальні значення напруги Мізеса в стрижнях фіксуючій конструкції зменшились не суттєво.

Дані про величини напружень в кісткових елементах моделей з міжтіловими опорами на основі кісткових чіпсів наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Величини напружень в кісткових елементах моделей з міжтіловими опорами на основі кісткових чіпсів.

Зона	Модель	Напруження, МПа						
		Th9	Th10	Th11	Th12	L1	L2	L3
Верх тіла хребця	III	1,4	0,9	0,7	0,8	0,4	0,6	0,9
	IV	1,4	0,9	0,6	0,4	0,7	0,5	0,9
	III рост.	1,4	0,9	0,7	0,8	0,6	0,6	0,9
	IV рост.	1,4	0,9	0,6	0,5	0,7	0,6	0,9
Низ тіла хребця	III	0,9	0,6	0,3	0,5	0,3	0,4	0,1
	IV	0,9	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4	0,1
	III рост.	0,9	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,1
	IV рост.	0,9	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,1
Дуга хребця	III	3,9	1,7	2,5	0,9	1,0	2,1	3,2
	IV	3,7	1,5	2,1	0,8	1,1	2,1	3,2
	III рост.	3,9	1,8	2,5	1,0	1,1	2,3	3,2
	IV рост.	3,7	1,5	2,2	0,8	1,1	2,4	3,2
Пластина дуги	III	0,9	0,6	0,4	0,8	0,5	4,0	2,5
	IV	0,9	0,4	0,4	0,8	0,5	4,0	2,5
	III рост.	0,9	0,5	0,4	0,7	0,6	3,6	2,5
	IV рост.	0,9	0,4	0,4	0,6	0,7	4,0	2,5
Суглоб	III	1,3	0,8	0,7	2,1	1,1	7,5	5,0
	IV	1,3	0,8	0,5	0,6	0,7	6,5	5,0
	III рост.	1,8	0,8	0,7	1,7	1,1	4,6	5,0
	IV рост.	1,2	0,8	0,8	0,7	0,7	4,6	5,0

Нижче на діаграмах наведено напруження Мізеса в різних відділах хребців розрахункових моделей (рис. 4.19).

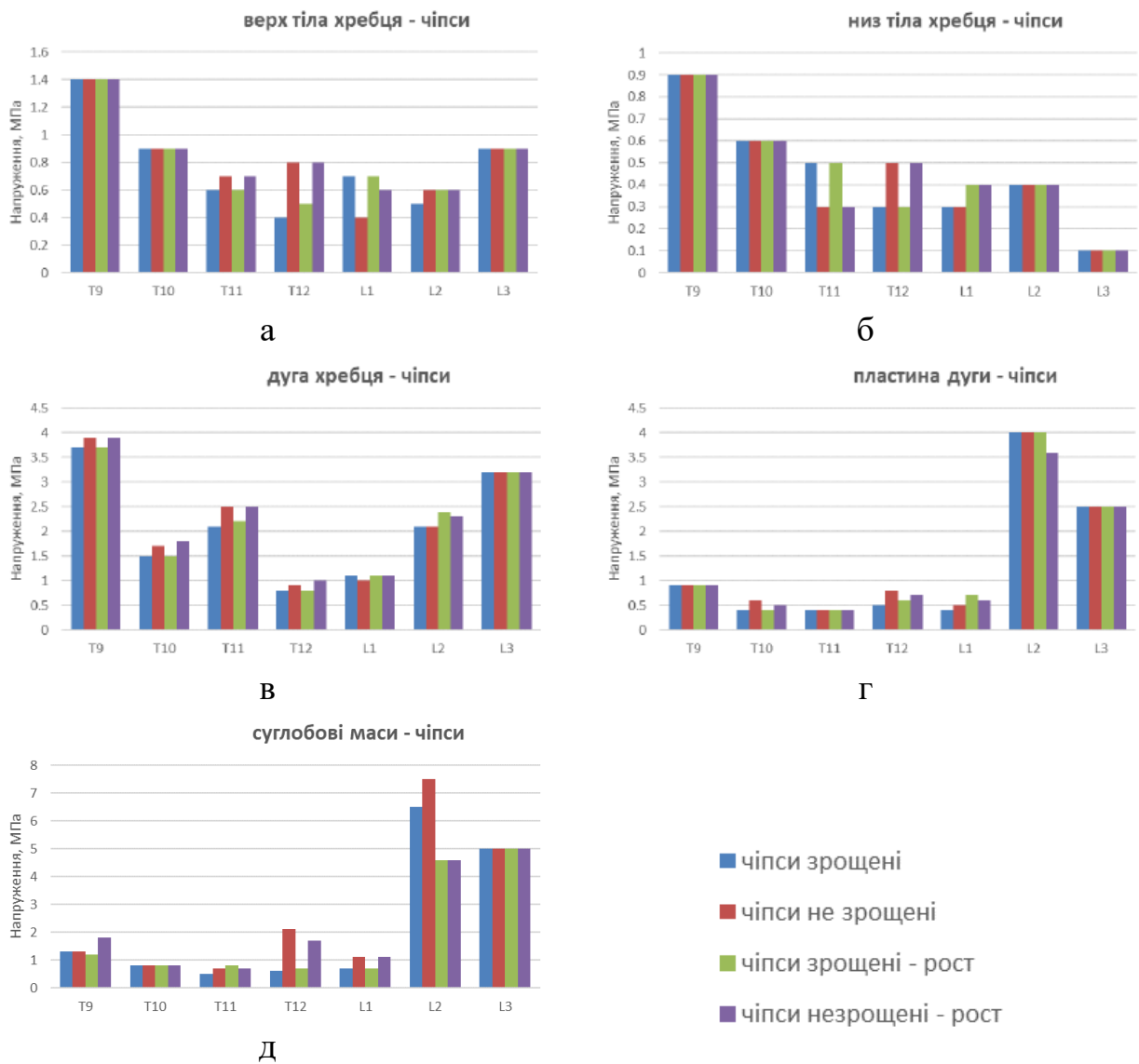


Рис. 4.19. Діаграма величин напружень Мізеса в розрахункових моделях у разі використання кейджа:

а) у верхній замикальній пластині тіла хребця; б) у нижній замикальній пластині тіла хребця; в) у дугах хребця; г) у пластині дуги хребця; д) у суглобових масах хребця.

Дані про величини напружень в елементах металевої конструкції та міжтіловій опорі моделей з міжтіловими опорами на основі кісткових чїпсів наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Величини напружень в елементах металевої конструкції та міжтіловій опорі моделей з міжтіловими опорами на основі кісткових чіпсів.

Елементи конструкції		Напруження, МПа			
		Фіксовані стрижні		Рухомі стрижні	
елемент	зона	Модель III	Модель IV	Модель III	Модель IV
Гвинти	Th10	2,1	2,1	1,7	1,8
	Th11	4,1	2,1	4,0	2,0
	Th12	0	0	0	0
	L1	1,9	1,6	1,8	1,8
	L2	5,2	5,4	6,6	6,6
Міжтілова опора	верх		0,3		0,4
	низ		0,2		0,4
Стрижні		65,0	45,0	63,7	38,7

Наочно порівняти співвідношення величин напружень в елементах металевої конструкції та міжтіловій опорі моделей з міжтіловими опорами на основі кісткових чіпсів дозволяє діаграма, яка наведена на рис. 4.20.

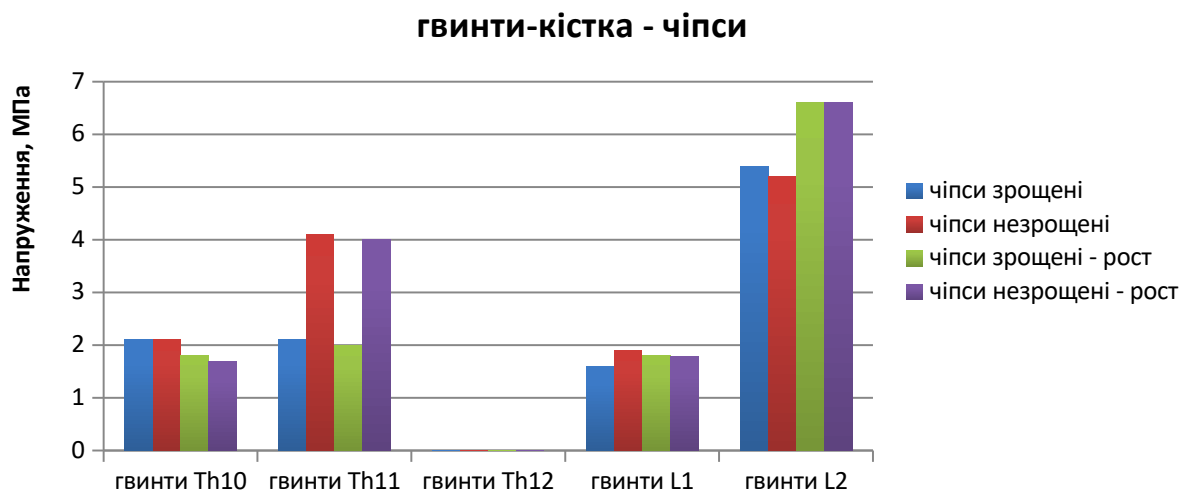


Рис. 4.20. Порівняння значень напружень Мізеса в розрахункових моделях у разі використання кейджа на межі гвинт-кістка

Дослідження моделей із заміною видаленого хребця Th12 міжтіловою опорою на основі кісткових чіпсів забезпечує рівень напружень як в кісткових елементах моделей, так і в елементах транспедикулярної конструкції, порівняний з моделями, в яких видалений хребець заміщували металевим кейджем. Але це відбувається тільки після набуття міжтіловою опорою

достатньої міцності в процесі зрощення чіпсів за рахунок проростання в них кісткової та з'єднувальної тканини. Отже, пацієнтам після виконання такого хірургічного втручання доцільно обмежити рухову активність на досить тривалий час.

4.2 Дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет–імплантат» у разі різних типів фіксації хребта транспедиккулярними конструкціями після коригуючої остеотомії напівхребця

Розрахунок моделі 5 – *коригуюча остеотомія хребця Th12 та фіксація хребців Th10, Th11 та L1, L2.*

Аналіз НДС розрахункової моделі (рис. 4.21) показав, що фіксація хребців Th10, Th11 та L1, L2 транспедиккулярною конструкцією призводить до перерозподілу напруженого стану в блоці хребців Th9–L3. Розподіл НДС нерівномірний, так як максимальні значення напруження Мізеса спостерігаються в блоці хребців L2–L3 та дорівнюють 7,0 МПа в суглобових масах хребця L2. Для верхнього (над Th12) блока хребців найбільш напруженим є хребець Th9, де напруження Мізеса в дужках хребця досягають величини 3,6 МПа. У тілі хребця Th12 рівень напруженого стану не перевищує 0,3 МПа.

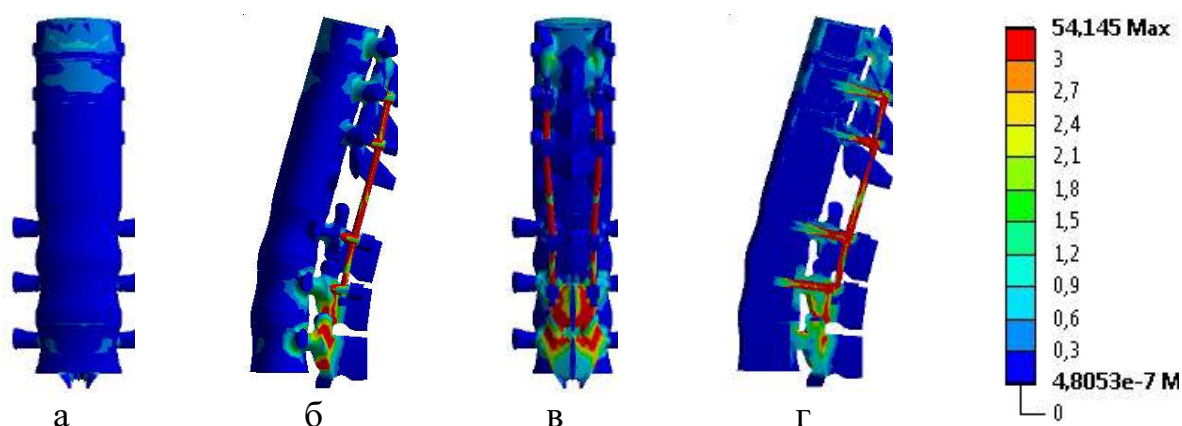


Рис. 4.21. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд:
а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, який проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

У блоці хребців Th10–L2 основне навантаження несе фіксуюча конструкція. Найбільш напруженими місцями кісткової тканини є зони входу

гвинтів у кістку. На межі гвинт–кістка найбільша величина напруження Мізеса спостерігається в хребці L2 та дорівнює 5,3 МПа. Максимальні значення напруження в стрижнях досягають величини 54,1 МПа та розташовані під кріпильними гвинтами хребця Th11. На рис. 4.22 показано розподіл напруження у фіксуючій конструкції.

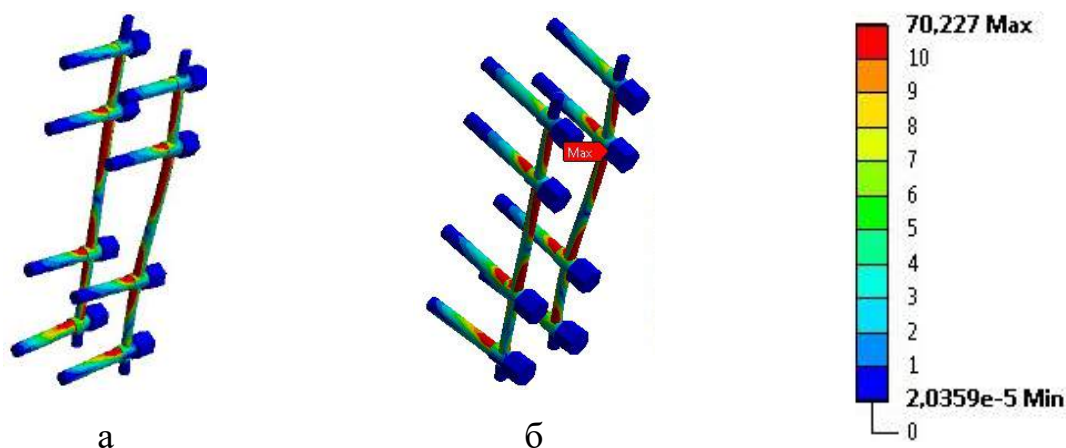


Рис. 4.22. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд: а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Після проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання фіксуючої конструкції призводить до нерівномірного розподілу НДС у блоці хребців Th9–L3;
- у разі вертикальному навантаження найбільш напруженими є фіксуєча конструкція та задній опорний комплекс;
- у хребцях над фіксуєчою конструкцією більш напруженими є дужки хребців, а нижче – суглобові маси та пластини дуг;
- максимальні напруження у фіксуєчій конструкції розташовані в стрижнях під механізмом кріплення гвинтів хребця Th11.

Розрахунок моделі 6 – коригуюча остеотомія хребця Th12 та фіксація хребців Th10, Th11 та L1, L2 із додатковими кістковими трансплантатами.

Аналіз НДС розрахункової моделі (рис. 4.23) показав, що відмінність від попереднього варіанта моделі незначна. Рівень напруженого стану змінився лише в районі кріплення фіксуючих кісткових трансплантатів, так у блоці хребців Th9–Th11 рівень напруженого стану підвищився в дужках хребця Th11 та складає 2,9 МПа (1,1 МПа в попередній моделі). У дужках хребця L1 напруження досягають величини 1,6 МПа (1,0 МПа в попередній моделі). У більшому ступені підвищення напруженого стану відбулося в суглобових масах, так для хребця Th11 рівень напруженого стану досягає величини 1,2 МПа (0,1 МПа для попереднього варіанта моделі), а у суглобових масах хребця L1 – 1,3 МПа (0,3 МПа для попереднього варіанта моделі).

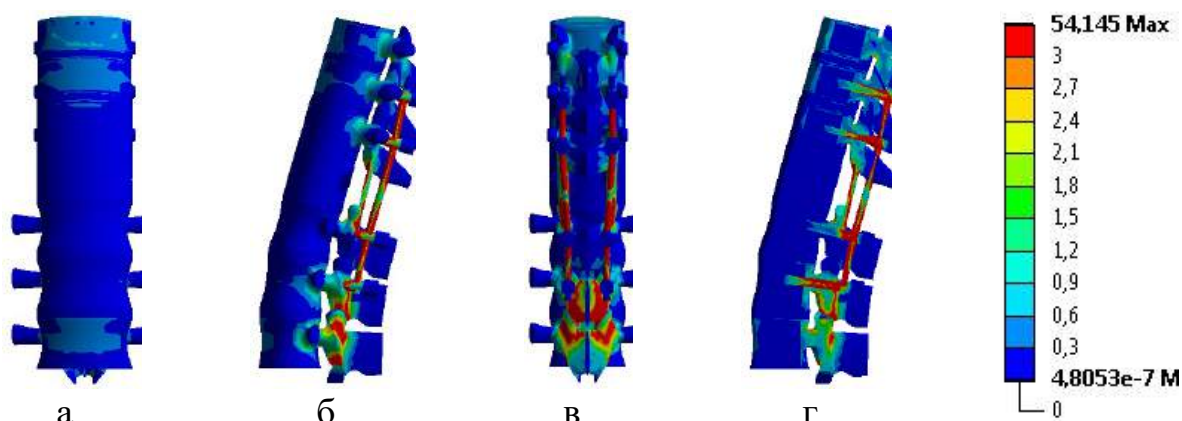


Рис. 4.23. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

У фіксуючій конструкції також відбулися зміни. На межі гвинт–кістка величина напруження Мізеса підвищилася в хребцях Th11, L1 та дорівнює для хребця Th11 2,5 МПа (1,3 МПа для першого варіанта моделі), для хребця L1 – 3,4 МПа (2,0 МПа для першого варіанта моделі). Максимальні значення напруження у стрижнях суттєво знизилися та дорівнюють 36,3 МПа (54,1 МПа для першого варіанта моделі) (рис. 4.24). Максимальні значення напруження Мізеса в кісткових пластинах досягають величини 6 МПа.

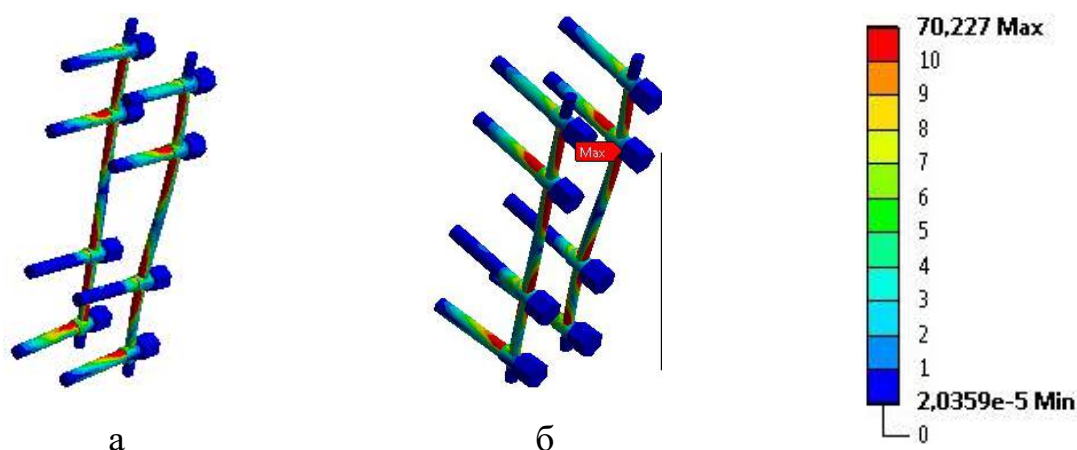


Рис. 4.24. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд:
а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання додаткових фіксуючих кісткових трансплантатів призводить до локальної зміни напруженого стану;
- рівень напруженого стану в зоні кріплення фіксуючих трансплантатів підвищився. Слід відмітити, що це підвищення в суглобових масах і дужках хребців Th11, L1 не перевищує рівні напруженого стану інших хребців;
- рівень напруженого стану на межі гвинт–кістка підвищився лише для хребців Th11 та L1;
- додаткова опора у вигляді кісткових трансплантатів дозволила суттєво знизити рівень напруженого стану в стрижнях фіксуючої конструкції.

Розрахунок моделі 5 – коригуюча остеотомія хребця Th12 та фіксація хребців Th10, Th11 та L1, L2 і з вільним ковзанням стрижнів у фіксуючих гвинтах хребців Th10 та L2.

У п'ятий варіант моделі внесені зміни, контакт між фіксуючими стрижнями та кріпильними гвинтами в хребцях Th10 та L2 допускає проковзування. Аналіз результатів показав, що загальний характер розподілу НДС розрахункової моделі не змінився (рис. 4.25). Основні відмінності в напруженому стані спостерігаються лише в хребці L1 та фіксуючій конструкції. Так, максимальні значення напруження Мізеса в пластинах дуг хребця L1

дорівнюють 1,3 МПа (0,4 МПа для варіанта без проковзування стрижнів). Максимальні значення напруження Мізеса в суглобових масах хребця L1 дорівнюють 1,8 МПа (1,3 МПа для варіанта без проковзування стрижнів).

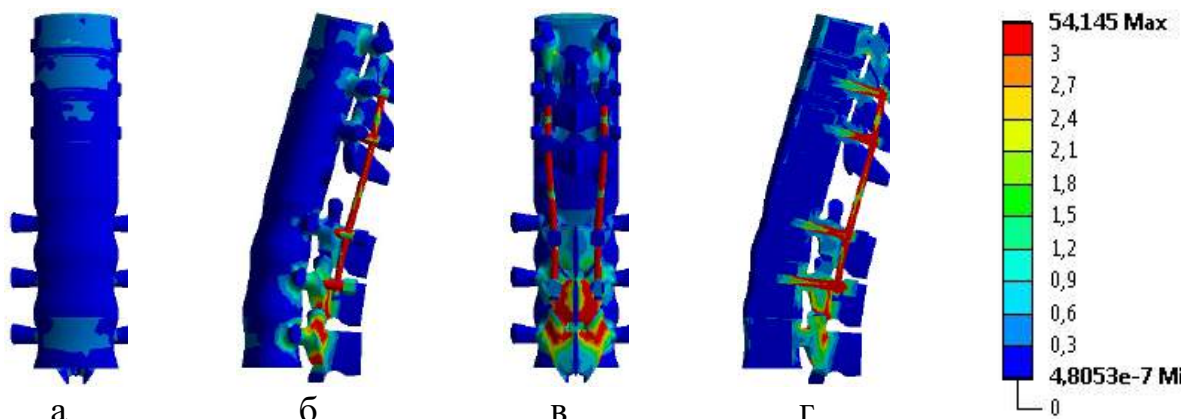


Рис. 4.25. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

Для фіксуючої конструкції відбулася зміна як характеру розподілу, так і величини напруженого стану. В порівнянні з моделлю варіанта без проковзування стрижнів, спостерігали підвищення рівня напружень на 0,5 МПа в зоні кріпильних гвинтів в хребцях грудного відділу хребта, в поперековому відділі відбувалося незначне зниження напружень до позначки 1,8 МПа (2,0 МПа в моделі без проковзування) в хребці L1, в хребці L2 навпаки спостерігали незначне підвищення до 5,5 МПа (5,2 МПа в моделі без проковзування). На відміну від моделі з жорстким закріпленням стрижнів, де зона концентрації напруження була в стрижнях у зоні кріпильних гвинтів хребця Th11, у цьому розрахунку ділянка концентрації напруження розташована в стрижнях на межі контакту з кріпильними гвинтами хребця L2. Максимальні значення напруження в цій ділянці досягають величини 51,2 МПа, що трохи нижче за модель без проковзування стрижнів (54,1 МПа) (рис. 4.26).

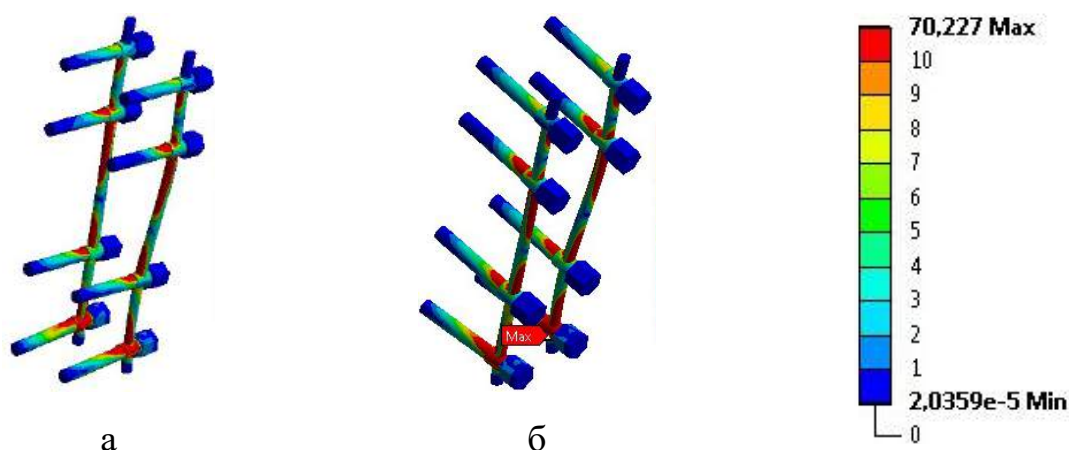


Рис. 4.26. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд:
а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання фіксуючої конструкції з можливістю проковзування стрижнів змінює як характер розподілу НДС, так і рівень напруженого стану в основному в самій конструкції;
- рівень напруженого стану в блоці хребців підвищився лише в пластинах дуг хребця L1;
- на межі гвинт–кістка більш напруженими також є ділянки контакту з кріпильними гвинтами хребця;
- розташування зони концентрації напруження у фіксуючій конструкції відрізняється від моделі з жорсткою фіксацією стержнів. Максимальні значення напруження Мізеса в фіксуючій конструкції розташовані в кріпильних гвинтах хребця L2 у місці контакту з гвинтами.

Розрахунок моделі 6 – коригуюча остеотомія хребця Th12 та фіксація хребців Th10, Th11 та L1, L2 із додатковими кістковими трансплантатами та з вільним ковзанням стрижнів у фіксуючих гвинтах хребців Th10 та L2.

У шостий варіант моделі було внесено зміни, контакт між фіксуючими стрижнями та кріпильними гвинтами в хребцях Th10 та L2 допускає ковзання. Аналіз результатів показав, що загальний характер розподілу НДС розрахункової моделі не змінився (рис. 4.27). Основні відмінності в

напруженому стані спостерігаються лише в хребцях Th11, L1 та у фіксуючій конструкції. Так, максимальні значення напруження Мізеса в пластинах дуг хребця L1 дорівнюють 1,3 МПа (1,2 МПа для варіанта моделі без проковзування). Максимальні значення напруження Мізеса в суглобових масах хребця Th11 дорівнюють 2,1 МПа (1,2 МПа для варіанта моделі без проковзування).

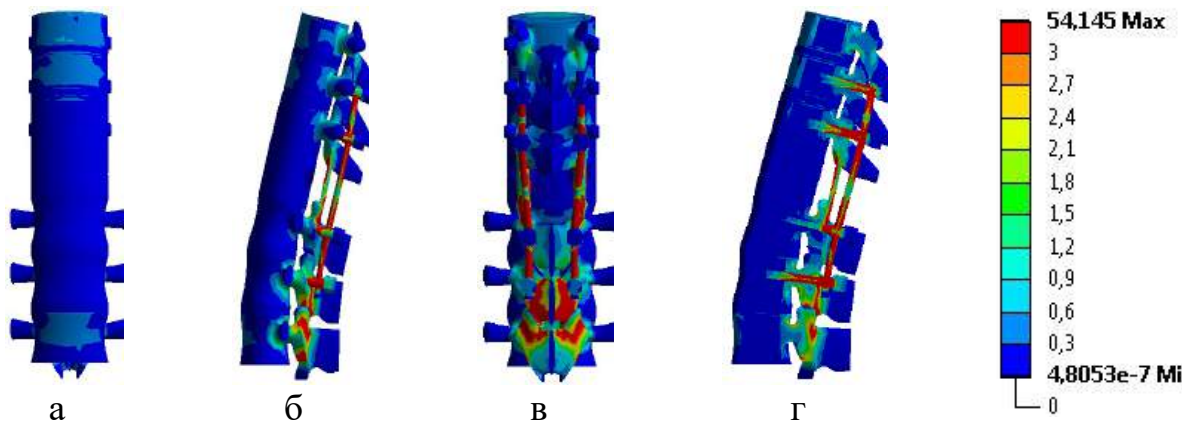


Рис. 4.27. Напруження Мізеса в розрахунковій моделі, вигляд: а) спереду; б) зліва; в) ззаду; г) перетин, що проходить через ліві гвинти і стрижень у сагітальній площині

Для фіксуючої конструкції відбулося змінення як характеру розподілу, так і величини напруженого стану. На відміну від другої моделі, де зона концентрації напруження була в стрижнях у зоні кріпильних гвинтів хребця Th11, у цьому розрахунку ділянка концентрації напруження розташована в стрижнях на межі контакту з кріпильними гвинтами хребця L2. Максимальні значення напруження в цій зоні досягають величини 34,5 МПа (36,3 МПа для другого варіанта моделі) (рис. 4.28).

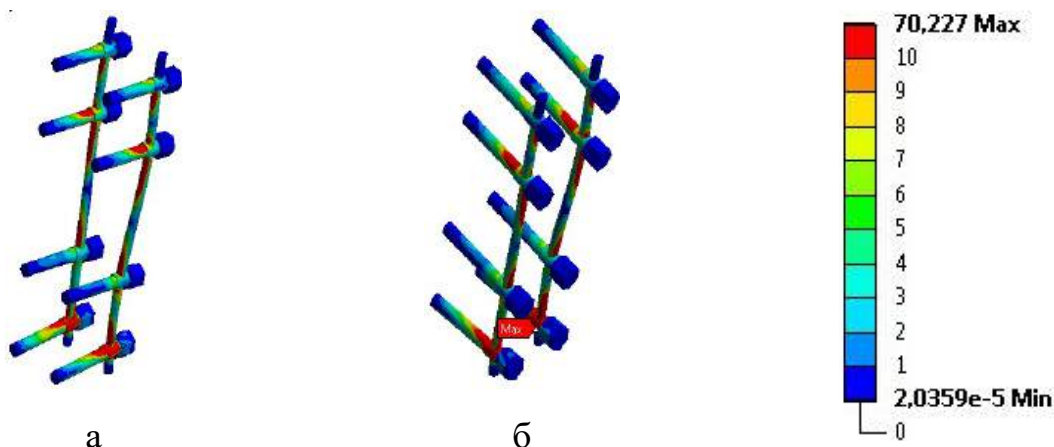


Рис. 4.28. Напруження Мізеса у фіксуючому пристрої, вигляд:
а) зліва-спереду; б) зліва-ззаду.

Із проведеного розрахунку стає зрозумілим, що:

- використання фіксуючої конструкції з можливістю проковзування стрижнів змінює як характер розподілення НДС, так і рівень напруженого стану в основному в самій конструкції;
- рівень напруженого стану в блоці хребців підвищився лише в суглобових масах хребця Th11 та пластинах дуг хребця L1;
- на межі гвинт–кістка більш напруженими також є ділянка контакту з кріпильними гвинтами хребця;
- розташування зони концентрації напруження у фіксуючій конструкції відрізняється від моделі з жорсткою фіксацією стрижнів. Максимальні значення напруження Мізеса в фіксуючій конструкції розташовані в кріпильних гвинтах хребця L2 в місці контакту зі стрижнями.

Дані про величини напружень в кісткових елементах моделей із збереженням тіла хребця Th12 наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

**Величини напружень в кісткових елементах моделей
із збереженням тіла хребця Th12**

Зона	Модель	Напруження, МПа						
		Th9	Th10	Th11	Th12	L1	L2	L3
Верх тіла хребця	V	1,3	0,9	0,6	0,3	0,6	0,6	0,8
	VI	1,3	0,9	0,7	0,3	0,4	0,5	0,8
	V рост.	1,3	0,8	0,6	0,4	0,5	0,7	0,8
	VI рост.	1,3	0,8	0,7	0,3	0,4	0,7	0,8
Низ тіла хребця	V	0,8	0,6	0,4	0,2	0,3	0,3	0,1
	VI	0,8	0,6	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1
	V рост.	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1
	VI рост.	0,8	0,6	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1
Дуга хребця	V	3,6	1,7	1,1	0	1,0	2,7	3,3
	VI	3,6	1,7	2,9	0	1,6	2,7	3,3
	V рост.	3,6	1,5	1,5	0	1,0	2,7	3,3
	VI рост.	3,6	1,5	2,9	0	1,9	2,7	3,3
Пластина дуги	V	0,9	0,6	0,1	0	0,4	3,0	2,5
	VI	0,9	0,4	0,5	0	0,4	3,5	2,5
	V рост.	0,9	0,3	0,2	0	1,3	3,5	2,5
	VI рост.	0,9	0,3	0,3		1,3	3,5	2,5
Суглоб	V	1,4	0,8	0,1	0	0,3	7,0	5,0
	VI	1,4	0,8	1,2	0	1,3	7,5	5,0
	V рост.	1,4	0,8	0,5	0	1,8	7,5	5,0
	VI рост.	1,4	0,8	2,1	0	2,5	7,5	5,0

Дані про величини напружень в елементах металевих конструкцій та кісткових трансплантатах моделей із збереженням тіла хребця Th12 наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

**Величини напружень в елементах металевих конструкцій та кісткових
трансплантатах моделей із збереженням тіла хребця Th12**

Елементи конструкції		Напруження, МПа			
		Фіксовані стрижні		Рухомі стрижні	
елемент	зона	Модель V	Модель VI	Модель V	Модель VI
Гвинти	Th10	1,2	1,2	1,7	1,7
	Th11	1,3	2,5	1,8	2,9
	Th12	0	0	0	0
	L1	2,0	3,4	1,8	3,2
	L2	5,3	5,2	5,5	5,3
Стрижні		54,1	36,3	51,2	34,5
Кісткові трансплантати			6,0		8,7

Нижче на діаграмах наведено напруження Мізеса в різних відділах хребців розрахункових моделей (рис. 4.29).

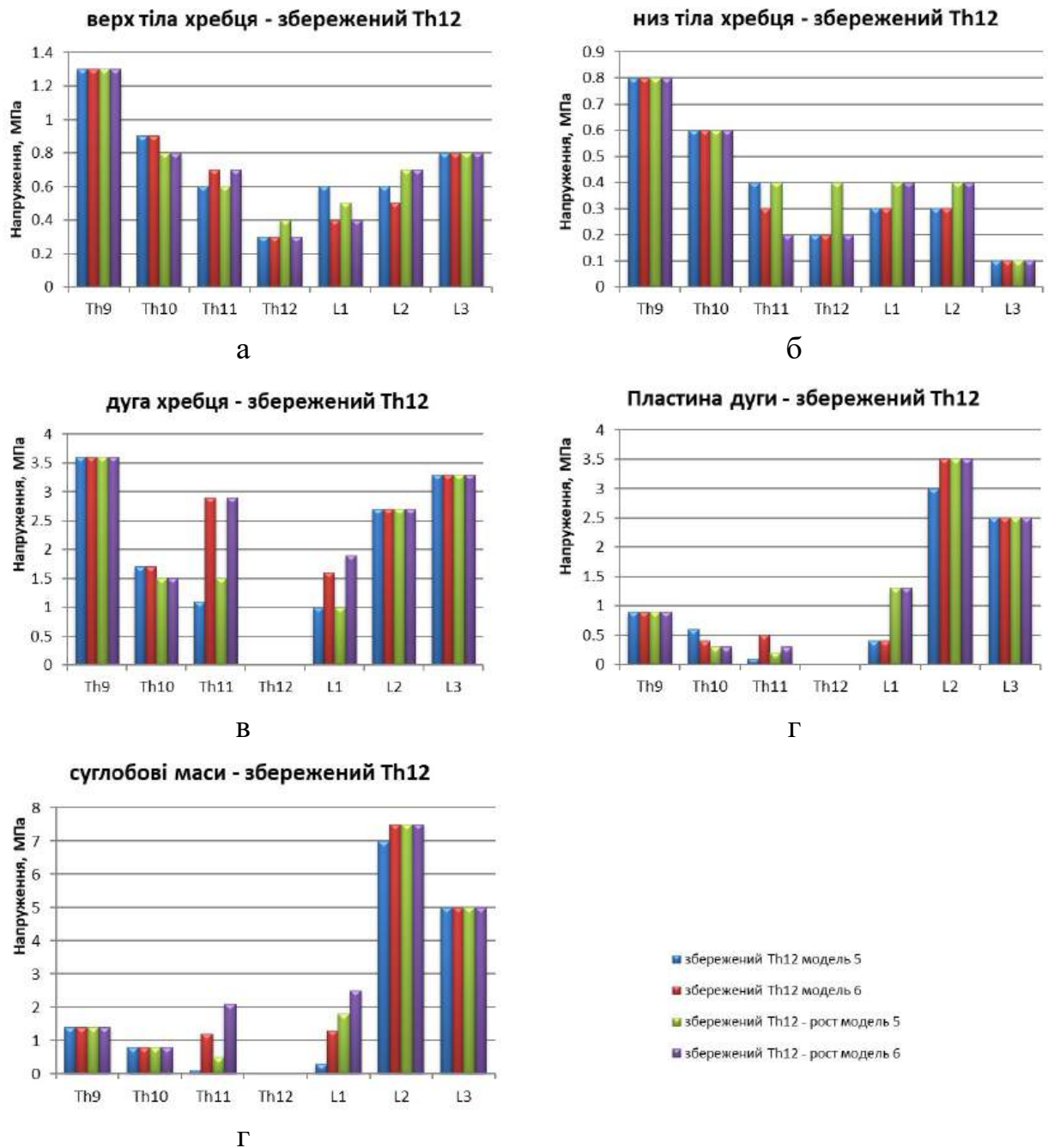


Рис. 4.29. Діаграма величин напружень Мізеса в розрахункових моделях за збереження Th12:

а) у верхній замикальній пластині тіла хребця; б) у нижній замикальній пластині тіла хребця; в) у дужках хребця; г) у пластині дуги хребця; д) у суглобових масах хребця Th12.

Діаграма, яка наведена на рис. 4.30, дозволяє наочно порівняти величини напружень в елементах металевих конструкцій та кісткових трансплантатах моделей із збереженням тіла хребця Th12.

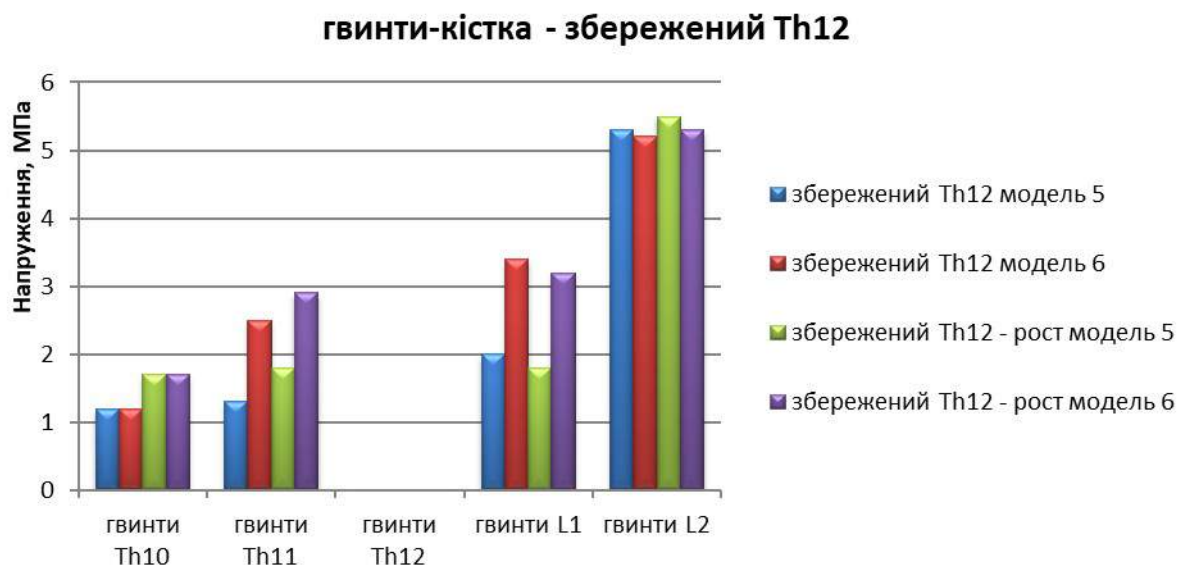


Рис. 4.30. Діаграма величин напружень в елементах металевих конструкцій та кісткових трансплантатах моделей із збереженням тіла хребця Th12.

На підставі аналізу результатів розрахунку напружено-деформованого стану моделей із збереженням хребця Th12 логічно зробити заключення про те, що встановлення додаткової опори між хребцями Th11 і L1 у вигляді кісткових трансплантатів дозволяє практично в двічі знизити рівень напружень в стрижнях транспедікулярної конструкції, що може суттєво підвищити її «виживаність» при тривалому спостереженні. При виконанні коригуючих остеотомій з додатковим кістковим трансплантатом визначається підвищення рівня напружень в зоні дуговідросткових суглобів хребців Th11 і L1, які безпосередньо контактують з кістковими трансплантатами і через них отримують додаткове навантаження. Однак це підвищення визначається в межах від 10% до 15 %, що не може суттєво вплинути на стан вищезгаданих хребців. Використання додаткових кісткових трансплантатів в доповнення до транспедікулярної конструкції, яка може зростати за рахунок рухомого з'єднання з кріпильними гвинтами, не викликає критичних змін напружено-деформованого стану моделі.

Таким чином, провівши аналіз отриманих даних з розділу «експериментальних досліджень», можна прийти до висновків, що при використанні транспедикулярної конструкції та міжтілового металевго кейджа додаткові кісткові трансплантати не здійснюють суттєвого впливу на розподіл напружень як в кісткових елементах моделей, так і елементах металевих конструкцій. Це можна пояснити тим, що хірургічна сталь має значно більш високий модуль пружності ніж кісткова тканина, завдяки чому значно менше деформується при однаковому навантаженні, а розташування металевих елементів в передньому і задньому опорних комплексах хребта фактично шунтує дію кісткових трансплантатів.

Використання транспедикулярної конструкції, що зростає (модель з можливістю проковзування) не викликає суттєвих змін в напружено-деформованому стані кісткових елементів моделі. При цьому, в стрижнях та кріпильних гвинтах визначали зниження величин напружень в межах 10 % в порівнянні з варіантами жорсткої фіксації стрижнів. В даному випадку, здатність гвинтів зміщуватися відносно стрижнів в місцях кріплення призводить до того, що частина навантаження перекладається на передній опорний комплекс хребтового стовпа (наслідком є підвищення на 10 % рівня напружень на верхній поверхні хребця L1), яка «гаситься» за рахунок амортизуючих властивостей міжхребцевих дисків.

Заміна видаленого хребця Th12 міжтіловою опорою на основі кісткових чіпсів забезпечує рівень напружень як в кісткових елементах моделей, так і в елементах транспедикулярної конструкції, порівняний з моделями, в яких видалений хребець заміщували металевим кейджем. Але це відбувається тільки після набуття міжтіловою опорою достатньої міцності в процесі зрощення чіпсів за рахунок проростання в них кісткової та з'єднувальної тканини. Отже, пацієнтам після виконання такого хірургічного втручання доцільно обмежити рухову активність на досить тривалий час.

Встановлення додаткової опори між хребцями Th11 і L1 у вигляді кісткових трансплантатів дозволяє практично в двічі знизити рівень напружень в стрижнях транспедікулярної конструкції, що може суттєво підвищити її «виживаність» при тривалому спостереженні. Проте це призводить до підвищення рівня напружень в зоні дуговідросткових суглобів хребців Th11 і L1, які безпосередньо контактують з кістковими трансплантатами і через них отримують додаткове навантаження. Однак це підвищення визначається в межах від 10% до 15 %, що не може суттєво вплинути на стан вищезгаданих хребців. Використання додаткових кісткових трансплантатів в доповнення до транспедікулярної конструкції, яка може зростати за рахунок рухомого з'єднання з кріпильними гвинтами, не викликає критичних змін напружено-деформованого стану моделі.

Висновки

1. Максимальні напруження у фіксуючій конструкції розташовані в місці видалення напівхребця.
2. Використання додаткових фіксуючих кісткових трансплантатів призводить до некритичних локальних зміни напруженого стану хребців Th11 і L1, в зонах їх контакту з кістковими трансплантатами.
3. Додаткова опора у вигляді кісткових трансплантатів дозволила вдвічі знизити рівень напруженого стану в стрижнях фіксуючої конструкції.
4. Додавання кісткових трансплантатів у моделі з кейджем не змінює рівень напруженого стану у фіксуючій конструкції, що робить їх використання в даній комбінації недоцільним.
5. Додавання кісткових трансплантатів у моделі з ковзаючими стрижнями суттєво не впливає рівень напруженого стану, як для моделей з жорсткою фіксацією, що не забезпечує достатню стабільність хребта при даному варіанті.

За матеріалами розділу опубліковано:

1. Мезенцев А.О., Петренко Д.Є., Демченко Д.О., Яресько О.В.
Дослідження напружено-деформованого стану системи «хребет-імплантат» при різних типах фіксації хребта після резекції напівхребця. Літопис травматології та ортопедії-2018.-№1-2.-С.38-43.

РОЗДІЛ 5

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХІРУРГІЧНИХ ВТРУЧАНЬ ПРИ ВРОДЖЕНОМУ КІФОЗІ У ДІТЕЙ

Проведені нами дослідження показали, що хірургічне лікування ВК показано у випадках, коли в пацієнта є ознаки неврологічного дефіциту, або виявлено прогресування деформації хребта чи за наявності його прогностично неблагоприємних аномалій (поєднання дефектів сегментації та формування хребця, сегментований напівхребець та ін.). Водночас вік хворого не повинен бути обмежуючим чинником під час вибору показань до проведення хірургічного втручання.

Цілями хірургічного втручання мають бути відновлення компенсованого положення тулуба у фронтальній та сагітальній площинах, збереження росту хребта, декомпресія спинного мозку в поєднанні з мінімізацією інтра- та після операційних ускладнень.

Існуючі на сьогодні методи оперативного лікування ВК не повністю відповідають вищевказаним критеріям. Через що, нами були удосконалені існуючі технології хірургічних втручань.

Комплексна корекція хребта можлива для здійснення остеотомій трьох опорних колон хребта. Показами до її застосування є наявність вираженої, ригідної деформації. Проведення таких хірургічних втручань пов'язане з високим ризиком виникнення неврологічних ускладнень, а також вірогідністю розвитку псевдоартрозів у зоні виконання остеотомії. На підставі результатів математичного моделювання нами був запропонований новий Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей на який був отриманий патент України на корисну модель №140267U [Патент України на корисну модель №140267U. МПК А61В17/56. Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей / Мезенцев А.О., Демченко Д.О., Петренко Д.Є. (Патентовласник: ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України"). Заявка № u201908148 від 15.07.2019. Опубл. 10.02.2020, Бюл. №3].

Корисна модель належить до медицини, а саме до ортопедії і травматології, і може бути використана при хірургічному лікуванні вродженого кіфозу у дітей.

Відомий спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей на основі вертебректомії та використанні транспедикулярної полісегментарної металоконструкції і металевого кейджа, що встановлюється у проміжок видаленого тіла хребця [15]. Однак даний спосіб лікування потребує виконання двох хірургічних доступів (передній та задній), що збільшує тривалість операції та інтраопераційну крововтрату. Підвищується ризик інтраопераційних ускладнень, а саме ризик пошкодження магістральних судин (аорти і полої вени), а після торакального доступу при вертебректомії не рідко спостерігаються легеневі ускладнення у післяопераційному періоді (плеврит).

Найбільш близьким аналогом є спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей, оснований на виконанні дорзального доступу до вершини деформації хребта, установці транспедикулярних опорних гвинтів, переважно на трьох рівнях вище і нижче розташованого аномального хребця, резекції задніх елементів і деканцеляції зазначеного хребця, та наступній корекції сагітального контуру хребта за допомогою двох, паралельно розташованих між собою в вертикальному напрямку металевих стрижнів, з'єднаних з транспедикулярними гвинтами [25]. Необхідність виконання тільки одного хірургічного доступу (дорзального) зменшує крововтрату, тривалість операції і попереджує ризик пошкодження магістральних судин, а також у порівнянні із задньою вертебректомією знижує ризик неврологічні ускладнення. В той же час, довготривале функціонування металоконструкції (стрижнів) не виключає втому, руйнування і міграцію її елементів. Це знищує функціональну надійність металоконструкції, потребує ревізійних хірургічних втручань, що негативно позначається на якості лікування даної патології.

В основу корисної моделі поставлена задача, що полягає у створенні способу хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей, який попереджує руйнування або міграцію елементів металоконструкції за рахунок можливості розвантаження її і сприяє, таким чином, підвищенню надійності функціонування

металоконструкції та її елементів в організмі дитини і якості лікування такого захворювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей, заснованому на виконанні дорзального доступу до вершини деформації хребта, установці транспедикулярних опорних гвинтів, переважно на три рівні вище і нижче розташованого аномального хребця, резекції задніх елементів і коригуючої остеотомії зазначеного хребця та наступній корекції сагітального контуру хребта за допомогою двох, паралельно розташованих між собою металевих стрижнів, з'єднаних з транспедикулярними гвинтами, згідно з корисною моделлю, додатково вимірюють довжину проміжку в осьовому напрямку між нижніми суглобовими відростками вищерозташованого і верхніми суглобовими відростками нижче розташованого суміжних з аномальним хребців, виконують резекцію частин ребер в зоні доступу з обох боків на величину проміжку між зазначеними суглобовими відростками, формують з них два кісткових аутотрансплантати і укладають їх в попередньо сформовані кісткові ложа в проекції суглобових відростків в проміжок між металевими стрижнями і з'єднують обидва стрижні між собою в декількох місцях вздовж їх осьових ліній восьмиподібними швами з можливістю притиску ними аутотрансплантатів до сформованих кісткових лож, а обидва вільні кінці кожного із швів фіксують стяжними вузлами.

Резекція частин ребер по обидві сторони в зоні доступу, формування з них двох аутотрансплантатів розрахункової довжини та укладання останніх в попередньо сформовані кісткові ложа в проекції суглобових відростків між металевими стрижнями створює додаткові опори для скоригованого сагітального контуру хребта, які сприяють розвантаженню елементів металоконструкції при функціонуванні її в організмі дитини і попереджують, таким чином, втомне руйнування та міграцію елементів зазначеної металоконструкції, що позитивно позначається на якості лікування такого захворювання. З'єднання обох стрижнів металоконструкції між собою в декількох місцях вздовж їх осьових ліній восьмиподібними нитяними швами з

можливістю притиску ними аутоотрансплантату до сформованих кісткових лож в проекції суглобових відростків, та фіксація вільних кінців кожного шва стяжними вузлами забезпечує належну стабільність розташування і фіксації аутоотрансплантатів і елементів металоконструкції (стрижнів і транспедикулярних гвинтів), що також позитивно позначається на надійності функціонування металоконструкції в організмі дитини і якості лікування такого захворювання. Аналогічних технічних рішень зі схожими ознаками при проведенні патентно-інформаційного пошуку не виявлено. Це свідчить про те, що запропоноване технічне рішення є новим та клінічно придатним.

Хірургічне втручання проводиться зі заднього доступу. Після виділення задніх елементів хребта, у тіла хребців вище та нижче зони коригуючої остеотомії, що планується, встановлюють транспедикулярні гвинти, а потім на одному з боків вкладають тимчасовий стабілізуючий стрижень. На рівні обраного на етапі передопераційного планування хребця, проводять широку ламінектомію, резекцію міжхребцевих суглобів, дужок хребців, а також рабін ребер на рівні аномального хребця. За допомогою кюретажних ложок видаляють губчасту кістку з хребця. При цьому, медіальні стінки дужок і задню стінку хребця зберігають. Потім знімають стабілізуючий стрижень і в головки гвинтів викладають попередньо відмодельовані фіксуючі стрижні, закриваючи зону остеотомії. Після стабілізації транспедикулярного імплантата кістковий дефект дужки закривають пластичним матеріалом. На попередньо сформовані кісткові лежа в проекції суглобових відростків вище та нижче розташованих суміжних з аномальним хребців викладають фрагменти ребер, які були резецировані під час доступу до тіла хребця. Восьмиподібними швами з'єднують між собою 2 стрижні з можливістю притиску ними фрагментів ребер до кісткових лож (рис. 5.1).

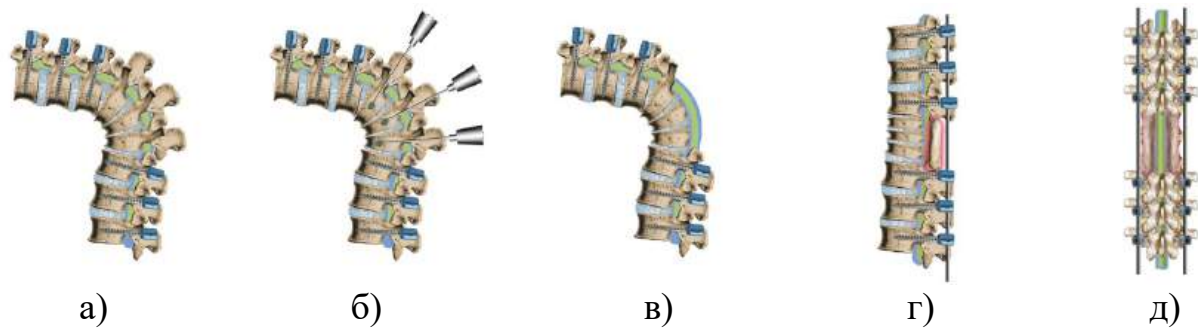


Рис. 5.1. Технологія виконання коригуючої остеотомії хребта за вродженого кіфозу: а) встановлення транспедикулярних гвинтів; б) видалення губчастої тканини хребців; в) видалення задніх елементів хребців; г, д) корекція викривлення за допомогою завчасно відмодельованих стрижнів

Переваги цієї технології, якщо порівняти з існуючими технологіями такі: коригуюча остеотомія тіла хребця зі збереженням елементів кісткової тканини, дозволяє здійснити корекцію хребта без додаткового встановлення в дефект кісткових трансплантатів і кейджів, що утворюються після корпоректомії, що у поєднанні з укладкою аутотрансплантатів на задні відділи фіксованих хребців зменшує ризик розвитку псевдоартрозів і перелому елементів металоконструкції.

На основі розробленого метода було проведено 3 хірургічних втручання

Пацієнтка Г., 16 років, госпіталізована до ортопедично-травматологічного відділення ННМК «УК» ХНМУ 28.01.2019 р. зі скаргами на кіфотичну деформацію хребта. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з верхівкою на рівні Th11 хребця (рис. 5.2).

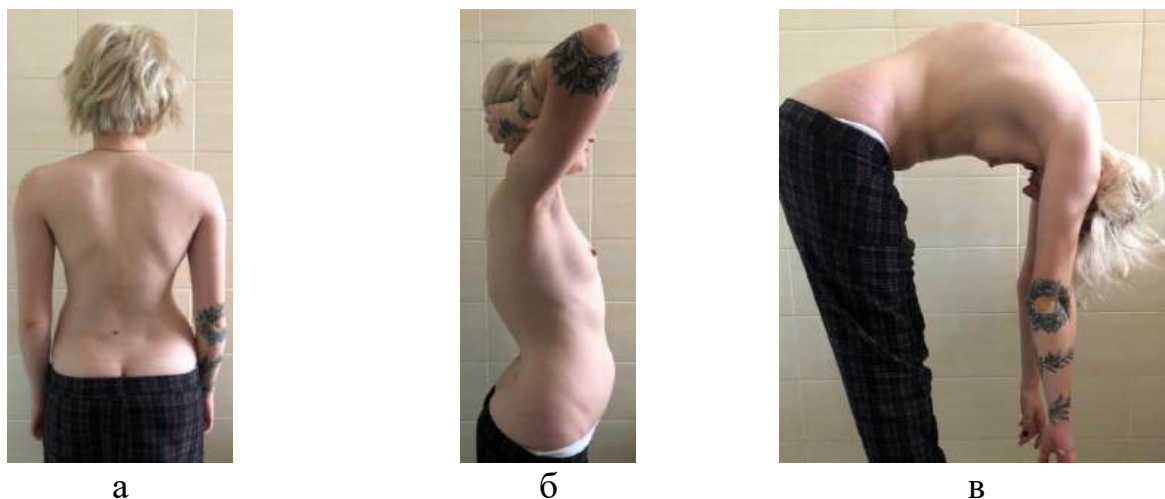


Рис. 5.2. Фото зовнішнього вигляду хворої Г. до хірургічного лікування

На рентгенограмі хребта, яку виконали в передньо-задній та бічній проекціях, виявлено ВК деформацію, кут Cobb якої склав 66° , а вершинний кут деформації — 59° , гострокінцеву кіфотичну деформацію з наявністю активного клиноподібного Th11 напівхребця. Величина сколіотичного компонента деформації склала 25° (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Фотовідбитки рентгенограм хворої Г. у передньо-задній (а), бічній (б) проекціях до хірургічного лікування

На основі проведеного клініко-рентгенологічного обстеження, хворій діагностовано: вроджений грудо-поперековий кіфоз 3 ст. та рекомендоване хірургічне втручання: коригуюча остеотомія Th11 хребця та корекція кіфотичної деформації хребта з фіксацією транспедикулярною конструкцією на рівні Th7–L3 і формуванням заднього аутоспондилодезу, яке було проведене 01.02.2019 р.

Під час операції на попередньо сформовані кісткові ложа в проекції суглобових відростків Th10 і Th12 хребців були вкладені фрагменти ребер Th11 хребця, які були резецировані під час доступу до його тіла. Восьмиподібними швами були з'єднані між собою 2 стрижні, які притиснули фрагменти ребер до кісткових лож (рис. 5.4).

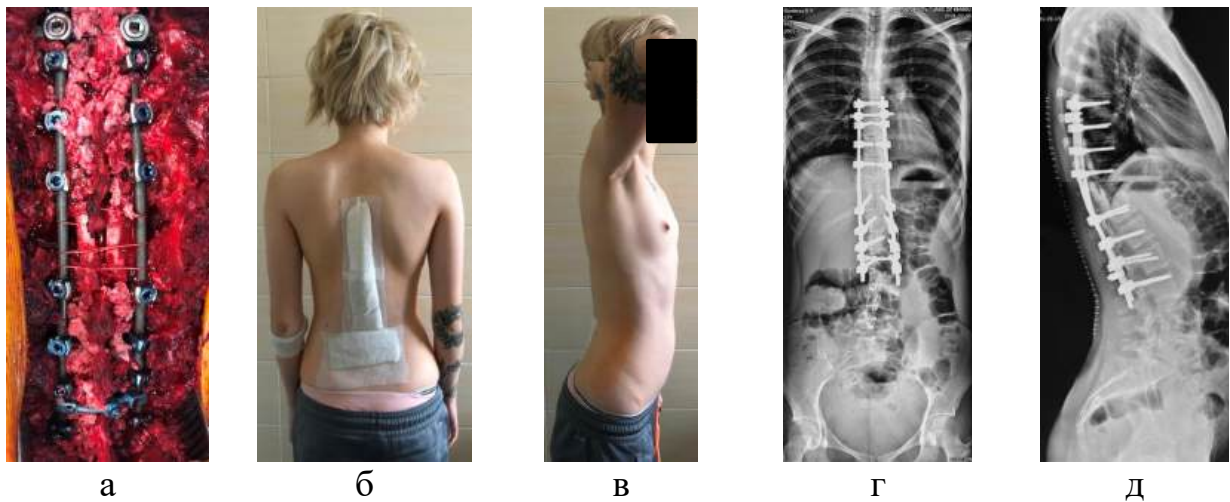


Рис. 5.4. Фотовідбитки інтраопераційної рани (а), зовнішнього вигляду хворої Г. (б-в) і рентгенограм у передньо-задній (г) та бічній проекціях (д) після операції

Вимірювання післяопераційних рентгенограм показали, що сколіотичний компонент деформації зменшився до 7° , величина грудного кіфозу складає 40° , вершинний кут деформації — 23° . Інтра- та післяопераційних ускладнень не було.

На контрольному огляді через 4 роки у пацієнтки скарг не має. На рентгенограмах хребта стоячи у двох проекціях (рис 5.5) втрати корекції або ознак нестабільності металоконструкції не відмічено.

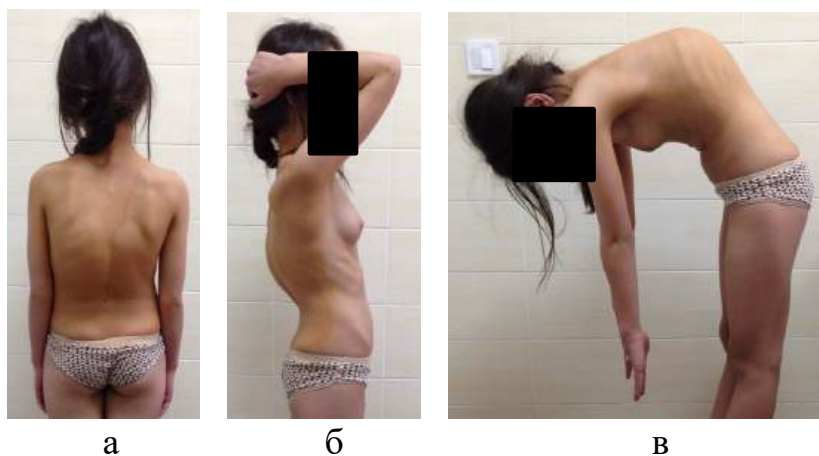


а

б

Рис. 5.5. Фотовідбитки рентгенограм хворої Г. у передньо-задній (а), бічній (б) проекціях через 4 роки після хірургічного лікування

Пацієнтка С., 12 років, була госпіталізована до ортопедично-травматологічного відділення ННМК «УК» ХНМУ зі скаргами на періодичний біль у грудо-поперековому відділі, наявність кіфотичної деформації хребта. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з верхівкою на рівні Th11 хребця (рис. 5.6).



а

б

в

Рис. 5.6. Фото зовнішнього вигляду хворої С. до хірургічного лікування

На рентгенограмі хребта, яку виконали в передньо-задній та бічній проекціях, виявлено кіфотичну деформацію, кут Cobb якої склав 75° , а кут локального кіфозу — 83° , гострокінцеву кіфотичну деформацію з наявністю активного клиноподібного Th11 напівхребця. Величина сколіотичного компонента деформації склала 38° (рис. 5.7).

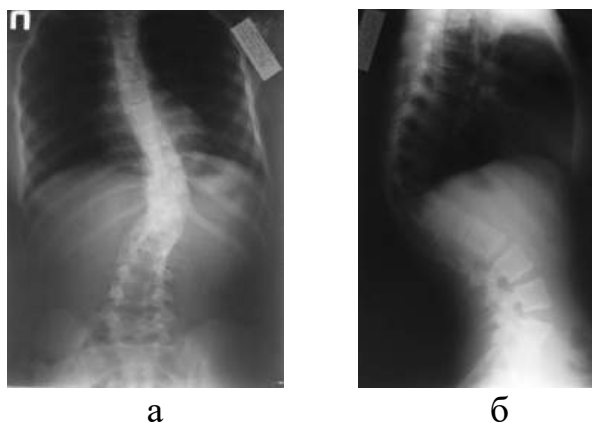


Рис. 5.7. Фотовідбитки рентгенограм хворої С. у передньо-задній (а), бічній (б) проекціях до хірургічного лікування

На основі проведеного клініко-рентгенологічного обстеження, хворій діагностовано: вроджений грудно-поперековий кіфоз 3 ст. та рекомендоване хірургічне втручання: коригуюча остеотомія Th11 хребця та корекція кіфотичної деформації хребта з фіксацією транспедикулярною конструкцією на рівні Th4–L4 і формуванням заднього аутоспондилодезу. Так само як і у попередньому клінічному прикладі інтраопераційно на попередньо сформовані кісткові ложа в проекції суглобових відростків Th10 і Th12 хребців були вкладені фрагменти ребер Th11 хребця, які були видалені під час доступу до тіла.

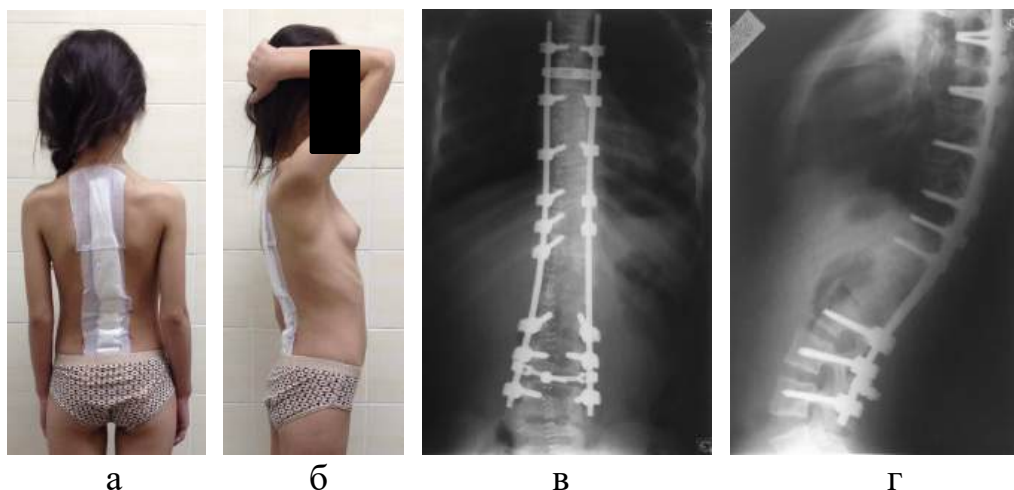


Рис. 5.8. Фотовідбитки зовнішнього вигляду хворої С. (а-б) і рентгенограм у передньо-задній (в) та бічній проекціях (г) після операції

На рентгенограмах в післяопераційному періоді сколіотичний компонент зменшився до 11° , величина грудного кіфозу складає 44° , вершинний кут деформації — 25° . Інтра- та післяопераційних ускладнень не було. Подальші спостереження без ускладнень (рис. 5.8).

Пацієнтка Я., 12 років, була госпіталізована до ортопедо-травматологічного відділення КНП «МБКЛМД ім. проф. М.Ф. Руднева» ДМР 18.11.2025 р. зі скаргами на наявність кіфотичної деформації хребта. Під час огляду виявлено гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з верхівкою на рівні Th12 хребця (рис. 5.9).

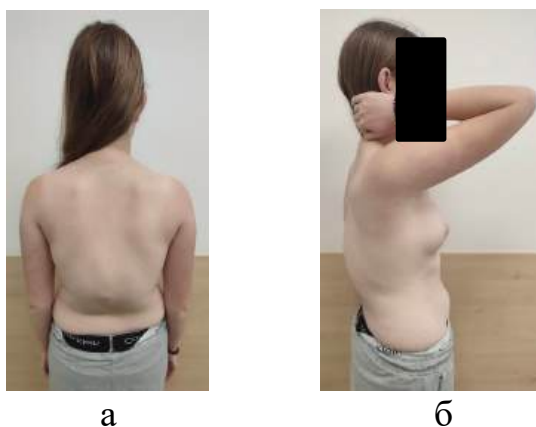


Рис. 5.9. Фото зовнішнього вигляду хворої Я. до хірургічного лікування

На рентгенограмі хребта, яку виконали в передньо-задній та бічній проекціях, виявлено кіфотичну деформацію, кут Cobb якої склав 82° , а кут локального кіфозу — 68° , величина сколіотичного компонента деформації склала 14° . Після проведення КТ-дослідження діагностовано гострокінцеву кіфотичну деформацію хребта з наявністю клиноподібного Th12 напівхребця і конкреценція тіл L1 і L2 хребців. На МРТ виявлено 3 тип форми і розташування спинного мозку за SCSCS (рис. 5.10).

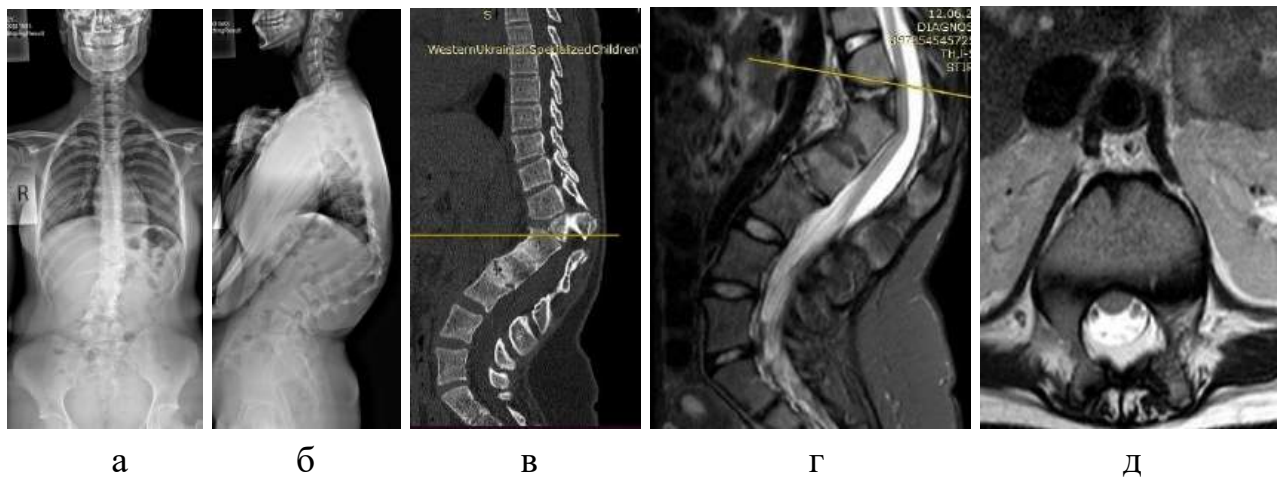


Рис. 5.10. Фотовідбитки рентгенограм хворої Я. у передньо-задній (а), бічній (б) проекціях, комп'ютерної (в) та магнітно-резонансної (г-д) томограми до операції

На основі проведеного клініко-рентгенологічного обстеження, хворій діагностовано: вроджений грудо-поперековий кіфоз 3 ст. та 19.11.2025 р. було проведено хірургічне втручання: коригуюча остеотомія Th12 хребця та корекція кіфотичної деформації хребта з фіксацією транспедикулярною конструкцією на рівні Th9–L3 і формуванням заднього аутоспондилодезу. Інтраопераційно в проекції суглобових відростків Th11 і L1 хребців були вкладені фрагменти ребер Th12 хребця.

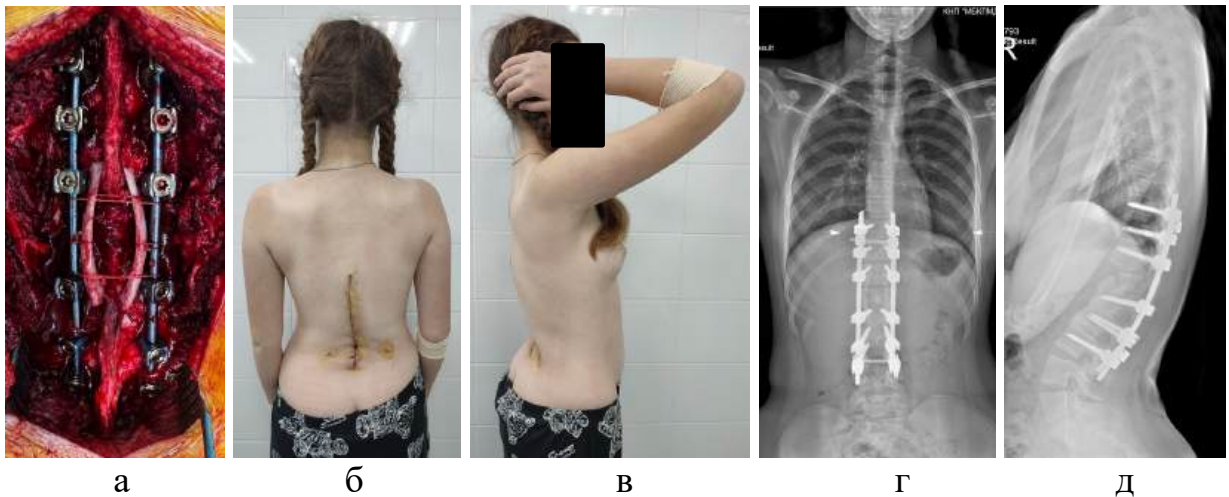


Рис. 5.11. Фотовідбитки інтраопераційної рани (а), зовнішнього вигляду хворої Я. (б-в) і рентгенограм у передньо-задній (г) та бічній проекціях (д) після операції

На рентгенограмах в післяопераційному періоді сколіотичний компонент зменшився до 2° , величина грудного кіфозу складає 43° , вершинний кут деформації — 23° . Інтра- та післяопераційних ускладнень не було. Подальші спостереження без ускладнень (рис. 5.11).

За матеріалами розділу опубліковано:

Патент України на корисну модель №140267U. МПК А61В17/56. Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей / Мезенцев А.О., Демченко Д.О., Петренко Д.Є. (Патентовласник: ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України"). Заявка № u201908148 від 15.07.2019. Опубл. 10.02.2020, Бюл. №3

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Заміна видаленого хребця Th12 міжтіловою опорою на основі кісткових чіпсів забезпечує рівень напружень як в кісткових елементах моделей, так і в елементах транспедикулярної конструкції, порівняний з моделями, в яких видалений хребець заміщували металевим кейджем. Але це відбувається тільки після набуття міжтіловою опорою достатньої міцності в процесі зрощення чіпсів за рахунок проростання в них кісткової та з'єднувальної тканини. Отже, пацієнтам після виконання такого хірургічного втручання доцільно обмежити рухову активність на досить тривалий час.

Додавання кісткових трансплантатів у моделі з кейджем не змінює рівень напруженого стану у фіксуючій конструкції, що робить їх використання в даній комбінації недоцільним.

Додавання кісткових трансплантатів у моделі з ковзаючими стрижнями суттєво не впливає рівень напруженого стану, як для моделей з жорсткою фіксацією, що забезпечує достатню стабільність хребта при даному варіанті.

ВИСНОВКИ

1. На підставі проведеного аналізу літературних даних встановлено, що на сьогодні у хірургічному лікуванні вродженого кіфозу перевага віддається коригуючим остеотоміям хребта та вертебректоміям. Також встановлено, що основними інтра- та післяопераційними ускладненнями є неврологічний дефіцит, псевдоартроз і, як наслідок, нестабільність металоконструкції з втратою досягнутої корекції. Серед проаналізованої літератури не знайдено статей де проводились експериментальні дослідження біомеханічних властивостей металоконструкцій при використанні різних типів фіксації хребта з вродженим кіфозом.

2. Ретроспективний аналіз результатів хірургічного лікування хворих на вроджений кіфоз виявив, що проведення остеотомії та вертебректомії хребта давало можливість досягти основних задач, а саме корекції локального кіфозу та уникнення явищ неврологічного дефіциту. Величина корекції кіфотичної деформації при обох видах хірургічного лікування була однаковою. Основними причинами післяопераційних ускладнень стали тактичні помилки, які пов'язані з неадекватною оцінкою потенціалу росту хребта, а також нестабільністю металоконструкції, що виникала в результаті відсутності зрілого кісткового блока в місці проведення остеотомії або неправильного вибору протяжності фіксації.

3. За даними математичного моделювання було визначено, що максимальні напруження у фіксуючій конструкції розташовані в місці видалення напівхребця. Додаткова опора у вигляді кісткових трансплантатів дозволяє вдвічі знизити рівень напруженого стану в стрижнях фіксуючої конструкції. Додавання кісткових трансплантатів у моделі з кейджем не змінює рівень напруженого стану у фіксуючій конструкції, що робить їх використання в даній комбінації недоцільним. Додавання кісткових трансплантатів у моделі з ковзаючими стрижнями суттєво не впливає рівень напруженого стану, щоб забезпечити достатню стабільність хребта при даному варіанті.

4. Розроблений «Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей», оснований на збереженні елементів кісткової тканини, дозволяє здійснити корекцію хребта без додаткового встановлення в дефект кісткових трансплантатів і кейджів, що утворюються після корпорекомії. Це у поєднанні з укладкою аутоотрансплантатів на задні відділи фіксованих хребців зменшує ризик розвитку псевдоартрозів і перелому елементів металоконструкції. Отримано патент України на корисну модель №140267 UA, МПК А61В 17/56.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Tsou, P. M. (1977). Embryology of congenital kyphosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, &NA;(128), 18-25. <https://doi.org/10.1097/00003086-197710000-00004>.
2. Kaplan, K.M.; Spivak, J.M.; Bendo, J.A. Embryology of the spine and associated congenital abnormalities. *Spine J.* 2005, 5, 564–576.
3. McMaster MJ, Ohtsuka K. (1982). The natural history of congenital scoliosis. A study of two hundred and fifty-one patients. *J Bone Joint Surg Am*; (8): 1128-1147.
4. Modou Diop et al. A Systematic Review of the Impact of Spinal Cord Injury on Costs and Health-Related Quality of Life. *Pharmacoecon Open.* 2024 Nov;8(6):793-808. doi: 10.1007/s41669-024-00517-3.
5. Kurusamy, T.; Abdul Manan, M.F.B.; Amir, D.; Mohamad, F. Triple-rod construct approach for severe rigid scoliosis: A comprehensive case series. *Cureus* 2025, 17, e81546.
6. Rong, T.; Jiao, Y.; Huang, Y.; Feng, E.; Sun, H.; Zhao, J.; Shen, J. Morphological analysis of isolated hemivertebra: Radiographic manifestations related to the severity of congenital scoliosis. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2024, 25, 112.
7. Hanif, H.; Safari, N.; Sharifi, R.; Ostadrahimi, N.; Ahmad, A. The role of 3D printed spine model in complex spinal deformity surgery: An experience with a case, technical notes and review of the literature. *Clin. Case Rep.* 2025, 13, e70675.
8. Zhou, J.; Li, S.; Zhu, Y.; Sun, K.; Liu, Z.; Zhu, Z.; Qiu, Y.; Mao, S. Analysis of the hemivertebra resection strategy in adolescent and young adult congenital scoliosis caused by double hemivertebrae. *Spine Deform.* 2025, 13, 821–833.
9. Frank, S.; Piantoni, L.; Tello, C.A.; Remondino, R.G.; Galaretto, E.; Falconi, B.A.; Noel, M.A. Hemivertebra resection in small children: A literature review. *Glob. Spine J.* 2023, 13, 897–909.
10. Bao, B.; Yan, H.; Tang, J. A review of the hemivertebrae and hemivertebra resection. *Br. J. Neurosurg.* 2022, 36, 546–554.

11. Zhang, H.; Zhang, Y.; Bai, Z.; Zhang, Y.; Zhang, T.; Yin, X.; Han, Y.; Wang, S.; Zhuang, Q.; Zhang, J. Pelvic obliquity: A possible risk factor for curve progression after lumbosacral hemivertebra resection with short segmental fusion. *J. Bone Jt. Surg Am.* 2025, 107, 1235–1244.
12. Wang, C.; Guo, X.; Zhu, H.; Zou, Y.; Wu, M.; Meng, Z. Analysis of the factors affecting the loss of correction effect in patients with congenital scoliosis after one-stage posterior hemivertebrae resection and orthosis fusion. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023, 24, 960.
13. Qi, Q., Chen, Z. Q., Guo, Z. Q., & Li, W. S. (2006). New type spinal osteotomy with cage inserting anteriorly and closing posteriorly to correct thoracolumbar kyphosis by a single posterior approach. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 44(8), 551-5.
14. Yang, B. H., Li, H. P., He, X. J., Zhao, B., Zhang, C., Zhang, T., & Huang, S. (2014). Total vertebral column resection combined with anterior mesh cage support for the treatment of severe congenital kyphoscoliosis. *Zhongguo Gu Shang*. May, 27(5), 358-62.
15. Lenke, L. G., Newton, P. O., Sucato, D. J., Shufflebarger, H. L., Emans, J. B., Sponseller, P. D., Shah, S. A., Sides, B. A., & Blanke, K. M. (2013). Complications after 147 consecutive vertebral column resections for severe pediatric spinal deformity. *Spine*, 38(2), 119-132. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e318269fab1>
16. Papadopoulos, E. C., Boachie-Adjei, O., Hess, W. F., Perez-Grueso F. J., Pellisé, F., Gupta, M., Lonner, B., Paonessa, K., Faloony, M., Cunningham, M., Kim, H., Mendelow, M., Sacramento, C., & Yazici, M. (2015). Early outcomes and complications of posterior vertebral column resection. *Spine J.* May, 15(5), 983-91. doi: 10.1016/j.spinee.2013.03.023. Epub 2013 Apr 25.
17. Suk, S., Kim, J., Kim, W., Lee, S., Chung, E., & Nah, K. (2002). Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities. *Spine*, 27(21), 2374-2382. <https://doi.org/10.1097/00007632-200211010-00012>.
18. Smith, J. T., Gollogly, S., & Dunn, H. K. (2005). Simultaneous anterior-posterior approach through a costotransversectomy for the treatment of congenital kyphosis and acquired kyphoscoliotic deformities. *The Journal of Bone and Joint Surgery-*

- American Volume, 87(10), 2281-2289. <https://doi.org/10.2106/00004623-200510000-00019>.
19. Matsumura, A., Namikawa, T., Kato, M., Hori, Y., Iwamae, M., Hidaka, N., & Nakamura, H. (2020). Posterior vertebral column resection with short-segment fusion for the patients with congenital kyphoscoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 29(6), 572-579. <https://doi.org/10.1097/bpb.0000000000000729>.
 20. Karami, M., Zandi, R., Hassani, M., & Elsebaie, H. B. (2022). Thoracolumbar and lumbar posterior vertebral resection for the treatment of rigid congenital spinal deformities in pediatric patients: A long-term follow-up study. *World Neurosurgery*: X, 16, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2022.100130>
 21. Bollini, G., Docquier, P., Viehweger, E., Launay, F., & Jouve, J. (2006). Thoracolumbar Hemivertebrae resection by double approach in a single procedure. *Spine*, 31(15), 1745-1757. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000224176.40457.52>.
 22. Wang, L., Song, Y., Pei, F., Liu, L., Liu, H., Kong, Q., Li, T., & Zeng, J. (2011). Comparison of one-stage anteroposterior and posterior-alone hemivertebrae resection combined with posterior correction for hemivertebrae deformity. *Indian Journal of Orthopaedics*, 45(6), 492-499. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.87115>.
 23. Cho, W., Kang, C., Park, Y., Kim, H., & Cho, J. (2007). Surgical correction of fixed kyphosis. *Asian Spine Journal*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.4184/asj.2007.1.1.12>.
 24. Wang, Y., & Lenke, L. G. (2011). Vertebral column decancellation for the management of sharp angular spinal deformity. *European Spine Journal*, 20(10), 1703-1710. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1771-0>.
 25. Atici, Y., Sökücü, S., Üzümcügil, O., Albayrak, A., Erdoğan, S., & Kaygusuz, M. A. (2013). The results of closing wedge osteotomy with posterior instrumented fusion for the surgical treatment of congenital kyphosis. *European Spine Journal*, 22(6), 1368-1374. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2755-z>.
 26. Unsal Domanic, Ufuk Talu, Fatih Dikici, Azmi Hamzaoglu. Surgical correction of kyphosis: posterior total wedge resection osteotomy in 32 patients. *Acta Orthop Scand*. 2004 Aug;75(4):449-55. doi: 10.1080/00016470410001231-1.

27. Van Loon, P. J., Van Stralen, G., Van Loon, C. J., & Van Susante, J. L. (2006). A pedicle subtraction osteotomy as an adjunctive tool in the surgical treatment of a rigid thoracolumbar hyperkyphosis; a preliminary report. *The Spine Journal*, 6(2), 195-200. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2005.04.008>.
28. Shimode, M., Kojima, T., & Sowa, K. (2002). Spinal wedge osteotomy by a single posterior approach for correction of severe and rigid kyphosis or Kyphoscoliosis. *Spine*, 27(20), 2260-2267. <https://doi.org/10.1097/00007632-200210150-00015>.
29. Rezvani, M., Mahmoodkhani, M., Fallahpour, S., Rahmani, P., Koohgard, H., & Tehrani, D. S. (2024). Pedicle subtraction osteotomy in patient with congenital kyphosis. *Egyptian Journal of Neurosurgery*, 39(1). <https://doi.org/10.1186/s41984-024-00283-8>.
30. Xu, H., Li, C., Ma, Z., Wu, Z., Sha, J., Diwu, W., Yan, Y., Liu, Z., Fan, Z., & Huang, L. (2022). Closing-opening wedge osteotomy for the treatment of congenital kyphosis in children. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 30(3). <https://doi.org/10.1177/10225536221118600>.
31. Li, W., Tong, G.J., Zhou, G.F., Cai, B.B., Wang, C.F., & Quan, R. F. (2023). Analysis of surgical treatment of severe angular kyphosis with keeping the spinal cord length constant in osteotomy area. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 29, 61(5), 403-411. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112139-20220706-00300>.
32. Garg, B., Bansal, T., & Mehta, N. (2021). Clinical, radiological, and functional outcomes of posterior-only three-column osteotomy in congenital kyphosis: a minimum of two years' follow-up. *The Bone & Joint Journal*, 103-B(7), 1309-1316. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.103b7.bjj-2020-2162.r1>
33. Garg, B., Bansal, T., & Mehta, N. (2022). Three-column osteotomy by single-stage posterior approach in congenital and post-tubercular kyphosis: A comparison of outcomes. *Spine Deformity*, 10(4), 883-892. <https://doi.org/10.1007/s43390-022-00491-y>
34. Zhang, H., Xiao, L., Guo, C., Wang, Y., Wu, J., & Liu, J. (2021). Deformed complex vertebral osteotomy technique for management of severe congenital spinal

- angular kyphotic deformity. *Orthopaedic Surgery*, 13(3), 1016-1025. <https://doi.org/10.1111/os.13016>
35. Xu, K., Zhang, C., Xia, B., Zhao, Y., Jiang, X., Li, C., Hu, W., & Liu, F. (2024). Analysis of therapeutic effects of congenital kyphosis in children due to anterior vertebral bone bridges. *Frontiers in Surgery*, 11. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1369112>.
 36. Ma, H., Shi, B., Liu, D., Liu, W., Mao, S., Liu, Z., Sun, X., Zhu, Z., & Qiu, Y. (2024). Posterior Corrective Surgery for Type II Congenital Kyphosis: SRS-Schwab Grade 4 Osteotomy or Vertebral Column Resection? *Orthopaedic Surgery*, 16(7), 1710-1717. <https://doi.org/10.1111/os.14083>.
 37. Miyazaki, S., Suzuki, T., Yurube, T., Kakutani, K., Nishida, K., & Uno, K. (2020). Postoperative sagittal alignment of congenital thoracolumbar to lumbar kyphosis or kyphoscoliosis: A minimum 10-year follow-up study. *Spine Deformity*, 8(2), 245-256. <https://doi.org/10.1007/s43390-019-00020-4>.
 38. Li, S., Mao, S., Ma, Y., Zhu, Z., Liu, Z., Shi, B., Qiao, J., & Qiu, Y. (2022). Posterior 3-Column osteotomy for treatment of congenital kyphosis with multiple thoracolumbar/Lumbar anterior unsegmented vertebrae: A comparison between patients with increasing number of anterior unsegmented vertebrae. *World Neurosurgery*, 159, e172-e183. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.12.021>.
 39. Shi, B. (2025). Comparison of pedicle subtraction osteotomy and vertebral column resection in adolescent congenital kyphoscoliosis and the influencing factors on intraoperative hemorrhage: A retrospective study. *American Journal of Translational Research*, 17(1), 622-633. <https://doi.org/10.62347/lpxo9425>.
 40. Spiro, A. S., Rupprecht, M., Stenger, P., Hoffman, M., Kunkel, P., Kolb, J. P., Rueger, J. M., & Stuecker, R. (2013). Surgical treatment of severe congenital thoracolumbar kyphosis through a single posterior approach. *The Bone & Joint Journal*, 95-B(11), 1527-1532. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.95b11.31376>.
 41. Zeng, Y., Chen, Z., Qi, Q., Guo, Z., Li, W., Sun, C., & Liu, N. (2012). The posterior surgical correction of congenital kyphosis and kyphoscoliosis: 23 cases with

- minimum 2 years follow-up. *European Spine Journal*, 22(2), 372-378.
<https://doi.org/10.1007/s00586-012-2463-0>.
42. Zeng, Y., Chen, Z., Guo, Z., Qi, Q., Li, W., & Sun, C. (2013). Complications of correction for focal kyphosis after posterior osteotomy and the corresponding management. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 26(7), 367-374.
<https://doi.org/10.1097/bsd.0b013e3182499237>.
43. Chehrassan, M., Nikouei, F., Shakeri, M., Jafari, B., Ameri Mahabadi, E., & Ghandhari, H. (2023). Perioperative complications of symptomatic congenital kyphosis: A retrospective cohort study. *Spine Deformity*, 12(1), 181-187.
<https://doi.org/10.1007/s43390-023-00751-5>.
44. Kim, Y., Otsuka, N. Y., Flynn, J. M., Hall, J. E., Emans, J. B., & Timothy Hresko, M. (2001). Surgical treatment of congenital kyphosis. *Spine*, 26(20), 2251-2257.
<https://doi.org/10.1097/00007632-200110150-00017>.
45. McMaster, M. J., & Singh, H. (2001). The surgical management of congenital kyphosis and Kyphoscoliosis. *Spine*, 26(19), 2146-2154.
<https://doi.org/10.1097/00007632-200110010-00021>.
46. Zhao, H., Weng, X., Qiu, G., & Ye, Q. (1999). The surgical treatment of congenital kyphosis. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao*, 21(2), 146-50.
47. Saraph, V. J., Bach, C. M., Krismer, M., & Wimmer, C. (2005). Evaluation of spinal fusion using autologous anterior strut grafts and posterior instrumentation for thoracic/Thoracolumbar kyphosis. *Spine*, 30(14), 1594-1601.
<https://doi.org/10.1097/01.brs.0000170299.48246.28>.
48. Selina C Poon, Cynthia Nguyen, Haleh Badkoobehi, Robert H Cho. Adolescent Idiopathic Scoliosis Overview and Management. *Indian Journal of Orthopaedics*, 1-9, 2025.
49. Haseeb E Goheer, Zachary M Johnson, Alexander R Garcia, Brian Q Truong, Alden H Newcomb, Jonathan J Carmouche. Developmental delay increases risk for complications within 30 days of pediatric spinal fusion surgery. *Spine Deformity*, 1-8, 2025.

50. Norine Ma, Ann Saunders, Laura Moylan, Michael B Johnson, Monique Ryan, Eppie Yiu, Susan Liew. Intra-operative neuromonitoring in paediatric spinal deformity surgery: a retrospective single-centre experience. *ANZ Journal of Surgery* 94 (12), 2213-2218, 2024.
51. Mohammad Daher, Rhea Rasquinha, Manjot Singh, Joseph E Nassar, Chibuokem P Ikwuazom, Bassel G Diebo, Alan H Daniels. Spinal deformity surgery in Scheuermann's kyphosis versus adolescent idiopathic scoliosis: meta-analysis of complications and clinical outcomes. *Spine Deformity* 13, 49-55, 2025.
52. Jensch, ML., Platz, U., Quante, M., Koszegvary M., Thomsen B., Gliemroth J., Berlin C., Halm H. Posterior instrumented correction and fusion of Scheuermann's results in physiological reconstruction of sagittal alignment and excellent overall clinical outcome- clinical trial of 73 patients. *BMC Musculoskelet Disord* 26, 90 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12891-024-08205-3>.
53. Solans Lopez, María Coro; Hernández Mateo, Jose María; Barrios Ayuso, Alejandro; Igualada Blázquez, Cristina; Quevedo Narciso, Tania. Bipolar hybrid posterior instrumentation technique for the correction of Scheuermann's kyphosis. *Spine Deformity*; Vol. 12, Iss. 6, (Nov 2024): 1751-1759. DOI:10.1007/s43390-024-00928-6.
54. J.P.H.J. Rutges, J.J.M. Renkens, D.H.R. Kempen, C. Faber, A. Stadhouders, M.C. Kruijs, A. Mostert, P.P. Horsting, L.W.L. de Klerk, M. de Kleuver, R. M. Castelein, T.P.C. Schlösser. The risk of delayed spinal cord injury in pediatric spinal deformity surgery. December 2022. *Spine Deformity* 11(3). <https://doi.org/10.1007/s43390-022-00626-1>.
55. Roberts, S.B.; Tsirikos, A.I. Paediatric Spinal Deformity Surgery: Complications and Their Management. *Healthcare* 2022, 10, 2519. <https://doi.org/10.3390/healthcare10122519>.
56. Oheneba Boachie-Adjei 1, Henry Ofori Duah, Kwadwo Poku Yankey, Lawrence G. Lenke, Paul D. Sponseller, Daniel J. Sucato, Amer F. Samdani, Peter O. Newton, Suken A. Shah, Mark A. Erickson, Harry Akoto, Brenda A. Sides, Munish C. Gupta, Pediatric Spinal Deformity Study. New neurologic deficit and recovery rates in the

- treatment of complex pediatric spine deformities exceeding 100 degrees or treated by vertebral column resection (VCR). October 2020, Spine Deformity-2212-1358. <https://doi.org/10.1007/s43390-020-00211-4>.
57. Xinwei Wang, Haoran Zhang, Chenkai Li, Xiaohan Ye, Yiwei Zhao, You Du, Shengru Wang, Jianguo Zhang. Risk Factors for Neurological Complications in Severe Spinal Deformity Surgery. *Orthopaedic Surgery* 2025, Vol. 17, Issue (10) : 2914 -2926. DOI: 10.1111/os.70158.
 58. Viviani, G. R., Raducan, V., Bednar, D. A., & Grandwilewski, W. (1993) Anterior and posterior spinal fusion: comparison of one-stage and two-stage procedures. *Can J Surg.*, 36(5), 468-73.
 59. Willems, K. F., Slot, G. H., Anderson, P. G., Pavlov, P. W., & De Kleuver, M. (2005). Spinal osteotomy in patients with ankylosing spondylitis: Complications during first postoperative year. *Spine*, 30(1), 101-107. <https://doi.org/10.1097/00007632-200501010-00018>
 60. Ruf, M., Jensen, R., Letko, L., & Harms, J. (2009). Hemivertebra resection and osteotomies in congenital spine deformity. *Spine*, 34(17), 1791-1799. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e3181ab6290>.
 61. Qureshi, M.A., Pasha, I.F., Khalique, A.B., Talha, M., Afzal, W., Ahmad, N., Ismail, J., Amir, S., & Aebi, M. (2015). Outcome of hemivertebra resection in congenital thoracolumbar kyphosis and scoliosis by posterior approach. *J. Pak Med Assoc.*, 65(11), 142-146.
 62. Zhu, X., Wei, X., Chen, J., Li, C., Li, M., Qiao, Y., & Ran, B. (2014). Posterior hemivertebra resection and monosegmental fusion in the treatment of congenital scoliosis. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 96(1), 41-44. <https://doi.org/10.1308/003588414x13824511650173>.
 63. Wang, S., Zhang, J., Qiu, G., Li, S., Yu, B., & Weng, X. (2012). Posterior hemivertebra resection with bisegmental fusion for congenital scoliosis: More than 3 year outcomes and analysis of unanticipated surgeries. *European Spine Journal*, 22(2), 387-393. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2577-4>.

64. Ruf, M., & Harms, J. (2003). Posterior Hemivertebra resection with Transpedicular instrumentation: Early correction in children aged 1 to 6 years. *Spine*, 28(18), 2132-2138. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000084627.57308.4a>.
65. Guo, J., Zhang, J., Wang, S., Wang, H., Zhang, Y., Yang, Y., Yang, X., & Zhao, L. (2016). Risk factors for construct/implant related complications following primary posterior hemivertebra resection: Study on 116 cases with more than 2 years' follow-up in one Medical Center. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1229-y>.
66. Zhang, J., Shengru, W., Qiu, G., Yu, B., Yipeng, W., & Luk, K. D. (2011). The efficacy and complications of posterior hemivertebra resection. *European Spine Journal*, 20(10), 1692-1702. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1710-0>.
67. Suk, S., Chung, E., Lee, S., Lee, J., Kim, S., & Kim, J. (2005). Posterior vertebral column resection in fixed Lumbosacral deformity. *Spine*, 30(23), E703-E710. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000188190.90034.be>.
68. Zhibo Song, Zhaoquan Zhang, Xiaochen Yang, Zhi Zhao, Tao Li, Ni Bi, Jingming Xie, Yingsong Wang (2022). Posterior Vertebral Column Resection for Severe Spinal Deformity Correction: Comparison of Pediatric, Adolescent, and Adult Groups. *Computational Intelligence and Neuroscience / Volume 2022, Issue 1 / 5730856*. <https://doi.org/10.1155/2022/5730856>.
69. Satoru Demura, Tetsuya Ohara, Ryoji Tauchi, Kosuke Takimura, Kota Watanabe, Satoshi Suzuki, Koki Uno, Teppei Suzuki, Haruhisa Yanagida, Toru Yamaguchi, Toshiaki Kotani, Keita Nakayama, Kei Watanabe, Noriaki Yokogawa, Norihiro Oku, Hiroyuki Tsuchiya, Takuya Yamamoto, Ichiro Kawamura, Yuki Taniguchi, Katsushi Takeshita, Ryo Sugawara, Ichiro Kikkawa, Tatsuya Sato, Kenta Fujiwara, Tsutomu Akazawa, Hideki Murakami, Noriaki Kawakami, the Japan Spinal Deformity Institute (2023). Incidence and causes of instrument-related complications after primary definitive fusion for pediatric spine deformity. *J Neurosurg Spine* 38:192-198, 2023. DOI: 10.3171/2022.8.SPINE22729.
70. Sidsel Fruegaard, Soren Ohrt-Nissen, Frederil Taylor Pitter, Kristian Hoy, Martin Lindberg-Larsen, Soren Eiskaer, Benny Dahl, Martin Gehrchen (2020). Revision

- risk after pediatric spinal deformity surgery: a nationwide study with 2-year follow-up. *The Spine Journal*, Volume 21, Issue 4, P. 642-652, April 2021. DOI:10.1016/j.spinee.2020.12.002.
71. Hakan Akgun, Akif Albayrak, Deniz Kargin, Ali Oner, Deniz Akbulut, Abdurrahman Aydin (2025). Comparison of clinical and radiological outcomes of SRS-Schwab grade 3-4 and SRS-Schwab 5-6 osteotomies in congenital kyphosis and kyphoscoliosis patients. *Eur Spine J* (2025). <https://doi.org/10.1007/s00586-025-08670-x>.
 72. Zhong, Junlong; Gao, Jingtao; Xiong, Jiachao; Chen, Lu; Mamat, Mardan; Wang, Yingsong; Ge, Zhaohui; Ma, Shengbiao; Zhou, Zhenhai; Ha, Yoon; Cao, Kai (2025). What Factors Were Associated With Implant Failure After Posterior Vertebral Column Resection for Severe Thoracolumbar Pott Deformity? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. November 21, 2025. DOI: 10.1097/CORR.0000000000003772.
 73. McMaster, M. J. (2006). Spinal growth and congenital deformity of the spine. *Spine*, 31(20), 2284-2287. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000238975.90422.c4>
 74. Sielatycki, J. A., Cerpa, M., Baum, G., Pham, M., Thuet, E., Lehman, R. A., & Lenke, L. G. (2020). A novel MRI-based classification of spinal cord shape and CSF presence at the curve APEX to assess risk of intraoperative neuromonitoring data loss with thoracic spinal deformity correction. *Spine Deformity*, 8(4), 655-661. <https://doi.org/10.1007/s43390-020-00101-9>.
 75. Петренко Д. Є., Мезенцев А. О., Яресько О. В. Кінцево-елементна модель грудного та поперекового відділів хребта. Інформаційний бюлетень НАМН України, 2014. №37. С. 151-152.
 76. Біофізика і біомеханіка : підручник В. С. Антонюк та ін. Київ : Політехніка, 2012. 344 с.
 77. Кнетс І. В., Пфафрод Г. О., Саулгозис Ю. Ж. Деформування та руйнування твердих біологічних тканин. Рига : Зинатне, 1980. 320 с.
 78. Березовський В. А., Колотилов М. М. Біофізичні характеристики тканин людини : довідник. К. : Наукова думка, 1990. 224 с.

- 79.Карпинский М.Ю., Суббота И.А., Карпинская Е.Д., Попов А.И. Экспериментально-теоретическое обоснование состава композитного материала для заполнения костных дефектов. Медицина и ... 2008; 3 (21).
- 80.Філіпенко В.А. Експериментальне дослідження механічних властивостей матеріалів у вигляді гранул та чипсів для заповнення кісткових дефекті / Філіпенко В.А., Мезенцев В.О., Карпінський М.Ю., Карпінська О.Д. // Травма. – 2020. – Т.21. - №1. – С.23-30. DOI: 10.22141/1608-1706.1.21.2020.197795.
- 81.Muhammed Enes Karatas, Yusuf Bayram, Halid Safak, Ilyas Kar, Necdet Saglam, Bekir Yavuz Ucar. Kyphectomy and sliding growing rod technique in patients with congenital lumbar kyphosis deformity with myelomeningocele. J Orthop Surg Res. 2024 Feb 3;19(1):114. DOI: 10.1186/s13018-024-04577-3.
- 82.Pawel Grabala, Negin Fani, Jerzy Gregorczyk, Michal Grabalf. Posterior-Only T11 Vertebral Column Resection for Pediatric Congenital Kyphosis Surgical Correction. Medicina (Kaunas) 2024 May 29;60(6):897. doi:10.3390/medicina60060897.
- 83.Ashok N Johari, Amit Nemade, Arjun Dhawale, Farokh Wadia, Maulin Shah. Spinal dysraphism in congenital scoliosis and kyphosis: a retrospective analysis in an Indian population. Int Orthop. 2024 Jun;48(6):1589-1598. doi: 10.1007/s00264-024-06156-x.
- 84.Distal Junctional Kyphosis after Posterior Spinal Fusion in Lenke 1 and 2 Adolescent Idiopathic Scoliosis-Exploring Detailed Features of the Sagittal Stable Vertebra Concept. Po-Yao Wang et al. Global Spine J. 2023 May. Volume 13, Issue 4. <https://doi.org/10.1177/21925682211019692>.
- 85.Risk factors for distal junctional kyphosis after posterior spinal surgery in adolescent idiopathic scoliosis: a meta-analysis. Ruili Jia et al. Front Surg. 2023. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1263655>.
- 86.Congenital spinal deformity: assessment, natural history and treatment (2017). Peter R. Loughenbury, Nigel W. Gummerson, Athanasios I. Tsirikos. Orthopaedics and

Trauma. Volume 31, Issue 6, December 2017, Pages 364-369. DOI: 10.1016/j.mporth.2017.09.007.

87. Wang, Yingson; Kawakami, Noriaki; Tsuji, Taichi; Ohara, Tetsuya; Suzuki, Yoshitaka; Saito, Toshiki; Nohara, Ayato; Tauchi, Ryoji; Kawakami, Kazuki B. Kim. Proximal Junctional Kyphosis Following Posterior Hemivertebra Resection and Short Fusion in Children Younger Than 10 Years (2017). *Clinical Spine Surgery* 30(4):p E370-E376, May 2017. DOI:10.1097/BSD.0000000000000245.

«Затверджую»

Генеральний директор КНП «Міська багатoproфільна клінічна лікарня матері та дитини ім. проф. М.Ф. Руднева» ДМР

проф. І.О. Македонський

«29» 12 2025 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів, отриманих у науковій роботі, в практичну медицину

1. **Назва роботи:** Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей
2. **Установа розробник:** ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України", м. Харків, вул. Григорія Сковороди, 80, 61024, Україна
Розроблювач: Демченко Дмитро Олександрович
3. **Джерело інформації:** Патент України на корисну модель №140267U. МПК А61В17/56. Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей / Мезенцев А.О., Демченко Д.О., Петренко Д.Є. (Патентовласник: ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України"). Заявка № u201908148 від 15.07.2019. Опубл. 10.02.2020, Бюл. №3
4. **Актуальність дослідження:** Серед усіх деформацій хребта у дітей саме вроджений кіфоз при прогресуванні або несвоєчасному лікуванні найчастіше призводить до виникнення неврологічного дефіциту. Одне з найбільш актуальних питань у сучасній хірургії деформацій хребта дитячого віку є вибір оптимальної тактики хірургічного лікування, яка дозволить досягнути значної корекції деформації, при цьому зменшити ризики інтра- та післяопераційних ускладнень
5. **Форма впровадження:** результати дослідження впроваджено в роботу ортопедо-травматологічного відділення КНП «Міська багатoproфільна клінічна лікарня матері та дитини ім. проф. М.Ф. Руднева» ДМР
6. **Термін впровадження:** Листопад 2022 р – Грудень 2025 р.
7. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації:** клінічні результати доводять високу ефективність застосування запропонованого способу хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей.

Коригуюча остеотомія тіла хребця зі збереженням елементів кісткової тканини дозволяє здійснити корекцію хребта без додаткового встановлення в дефект кісткових трансплантатів і кейджів, що утворюються після остеотомії, що у поєднанні з укладкою ауотрансплантатів на задні відділи фіксованих хребців зменшує ризик розвитку псевдоартрозів і перелому елементів металоконструкції.

8. Зауваження, пропозиції: немає

Відповідальний за впровадження:

Зав. ортопедо-травматологічного відділення

КНП «Міська багатoproфільна клінічна лікарня

матері та дитини ім. проф. М.Ф. Руднева» ДМР,

доктор медичних наук



Д.Є. Петренко



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів, отриманих у науковій роботі, в практичну медицину

1. **Назва роботи:** Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей
2. **Установа розробник:** ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України", м. Харків, вул. Григорія Сковороди, 80, 61024, Україна
Розроблювач: Демченко Дмитро Олександрович
3. **Джерело інформації:** Патент України на корисну модель №140267U. МПК А61В17/56. Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей / Мезенцев А.О., Демченко Д.О., Петренко Д.Є. (Патентовласник: ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України"). Заявка № u201908148 від 15.07.2019. Опубл. 10.02.2020, Бюл. №3
4. **Актуальність дослідження:** Серед усіх деформацій хребта у дітей саме вроджений кіфоз при прогресуванні або несвочасному лікуванні найчастіше призводить до виникнення неврологічного дефіциту. Одне з найбільш актуальних питань у сучасній хірургії деформацій хребта дитячого віку є вибір оптимальної тактики хірургічного лікування, яка дозволить досягнути значної корекції деформації, при цьому зменшити ризики інтра- та післяопераційних ускладнень
5. **Форма впровадження:** результати дослідження впроваджено в роботу відділення ортопедії та травматології ДНП НДСЛ «Охматдит»
6. **Термін впровадження:** Листопад 2022 р – Грудень 2025 р.
7. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації:** клінічні результати доводять високу ефективність застосування запропонованого способу хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей. Коригуюча остеотомія тіла хребця зі збереженням елементів кісткової тканини дозволяє здійснити корекцію хребта без додаткового встановлення в дефект кісткових трансплантатів і кейджів, що утворюються після остеотомії,

що у поєднанні з укладкою аутотрансплантатів на задні відділи фіксованих хребців зменшує ризик розвитку псевдоартрозів і перелому елементів металоконструкції.

8. Зауваження, пропозиції: немає

Відповідальний за впровадження:

Зав. відділенням ортопедії та травматології

ДНП НДСЛ «Охматдит»,

кандидат медичних наук



О.В. Бебешко

«Затверджую»

Генеральний директор КНТ
«Регіональний медичний центр
родинного здоров'я» ДОР
проф. О.О. Власов



2025 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів, отриманих у науковій роботі, в практичну медицину

1. **Назва роботи:** Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей
2. **Установа розробник:** ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України", м. Харків, вул. Григорія Сковороди, 80, 61024, Україна
Розроблювач: Демченко Дмитро Олександрович
3. **Джерело інформації:** Патент України на корисну модель №140267U. МПК A61B17/56. Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей / Мезенцев А.О., Демченко Д.О., Петренко Д.Є. (Патентовласник: ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України"). Заявка № u201908148 від 15.07.2019. Опубл. 10.02.2020, Бюл. №3
4. **Актуальність дослідження:** Серед усіх деформацій хребта у дітей саме вроджений кіфоз при прогресуванні або несвоєчасному лікуванні найчастіше призводить до виникнення неврологічного дефіциту. Одне з найбільш актуальних питань у сучасній хірургії деформацій хребта дитячого віку є вибір оптимальної тактики хірургічного лікування, яка дозволить досягнути значної корекції деформації, при цьому зменшити ризики інтра- та післяопераційних ускладнень
5. **Форма впровадження:** результати дослідження впроваджено в роботу відділення травматології та ортопедії КНТ «Регіональний медичний центр родинного здоров'я» ДОР
6. **Термін впровадження:** Листопад 2022 р – Грудень 2025 р.
7. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації:** клінічні результати доводять високу ефективність застосування запропонованого способу хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей. Корируюча остеотомія тіла хребця зі збереженням елементів кісткової тканини

дозволяє здійснити корекцію хребта без додаткового встановлення в дефект кісткових трансплантатів і кейджів, що утворюються після остеотомії, що у поєднанні з укладкою аутоотрансплантатів на задні відділи фіксованих хребців зменшує ризик розвитку псевдоартрозів і перелому елементів металоконструкції.

8. Зауваження, пропозиції: немає

Відповідальний за впровадження:

Зав. відділенням травматології та ортопедії

КНТ «Регіональний медичний центр

родинного здоров'я» ДОР,

кандидат медичних наук



В.С. Рокутов



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів, отриманих у науковій роботі, в практичну медицину

1. **Назва роботи:** Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей
2. **Установа розробник:** ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України", м. Харків, вул. Григорія Сковороди, 80, 61024, Україна
Розроблювач: Демченко Дмитро Олександрович
3. **Джерело інформації:** Патент України на корисну модель №140267U. МПК А61В17/56. Спосіб хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей / Мезенцев А.О., Демченко Д.О., Петренко Д.Є. (Патентовласник: ДУ "Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України"). Заявка № u201908148 від 15.07.2019. Опубл. 10.02.2020, Бюл. №3
4. **Актуальність дослідження:** Серед усіх деформацій хребта у дітей саме вроджений кіфоз при прогресуванні або несвоєчасному лікуванні найчастіше призводить до виникнення неврологічного дефіциту. Одне з найбільш актуальних питань у сучасній хірургії деформацій хребта дитячого віку є вибір оптимальної тактики хірургічного лікування, яка дозволить досягнути значної корекції деформації, при цьому зменшити ризики інтра- та післяопераційних ускладнень
5. **Форма впровадження:** результати дослідження впроваджено в роботу травматологічно-ортопедичного відділення КНП ОМР «Охтирська ЦРЛ»,
6. **Термін впровадження:** Листопад 2022 р – Грудень 2025 р.
7. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації:** клінічні результати доводять високу ефективність застосування запропонованого способу хірургічного лікування вродженого кіфозу у дітей. Корируюча остеотомія тіла хребця зі збереженням елементів кісткової тканини дозволяє здійснити корекцію хребта без додаткового встановлення в дефект кісткових трансплантатів і кейджів, що утворюються після остеотомії, що у

поєднанні з укладкою аутотрансплантатів на задні відділи фіксованих хребців зменшує ризик розвитку псевдоартрозів і перелому елементів металоконструкції.

8. Зауваження, пропозиції: немає

Відповідальний за впровадження:

Зав. травматологічно-ортопедичного відділення
КНП ОМР «Охтирська ЦРЛ»,

 А.Н. Кутовий