

Хірургічне застосування чотиригвинтової пластини для блокування фізарної ділянки колінного суглоба у дітей, ріст яких триває

Герцен І.Г.¹✉, Марциняк С.М.¹, Зінченко В.В.¹

Резюме. Актуальність. Класичним методом хірургічного лікування деформації колінного суглоба в коронарній площині є фіксація епіметафізарної ділянки за допомогою восьми подібної двогвинтової накісткової пластини за концепцією керованого росту. Для удосконалення цієї методики нами було розроблено, запатентовано і застосовано метелик подібну чотиригвинтову накісткову пластину. Також, ми висунули гіпотезу, що чотиригвинтова пластина призведе до швидшої керованої корекції кутових деформацій колінного суглоба, ніж двогвинтова. **Мета дослідження.** Покращити хірургічне лікування дітей з осьовою деформацією колінної ділянки, ріст яких триває. **Матеріали і методи.** Проведено ретроспективний аналіз лікування 37 дітей із деформацією колінної ділянки в коронарній площині, яким імплантували двогвинтову або чотиригвинтову накісткову пластину. Досліджувана когорта включала як гені varum, так і гені valgum як первинної, так і вторинної етіології. В динаміці проводили порівняльний аналіз рентгеноморфометричних показників, отриманих за панорамами рентгенограмами нижніх кінцівок. Також, залежно типу імплантату, порівнювали швидкість корекції деформації та частоту ускладнень. **Результати.** Ми виявили, що використання чотиригвинтової пластини, порівняно з двогвинтовою, було пов'язане з більш коротшим інтервалом між імплантацією та видаленням, тобто більш швидкою корекцією. Це підтверджували показники корекції відхилення механічної осі, латерального дистального стегнового кута та медіального проксимального великогомілкового кута. За частотою ускладнень хірургічного лікування не знайдено статистично значущої різниці між двома типами імплантатів. **Висновки.** Аналіз темпів корекції клініко-рентгеноморфометричних показників деформації колінного суглоба в коронарній площині залежно вікової періодизації онтогенезу дитини показав перевагу в хірургічному застосуванні чотиригвинтової накісткової пластини у порівнянні з використанням двогвинтової накісткової пластини для фіксації епіметафізарної ділянки стегна.

Ключові слова. Колінна ділянка, осьова деформація; керований ріст; чотиригвинтова пластина.

Вступ

В практиці дитячого ортопеда дуже часті звернення пацієнтів з приводу кутових деформацій, особливо колінної ділянки. Пам'ятаючи про нормальну фізіологічну варіацію (до 2,5 років) і вальгусну (від 2 до 6 років) деформації колінної ділянки, роль ортопеда для цих пацієнтів найчастіше полягає в тому, щоб заспокоїти батьків і відмовити від лікування, оскільки спонтанне вирішення проблеми є правилом [1].

Однак, не завжди осьові деформації на рівні колінних суглобів мають фізіологічний характер і самостійно коригуються. На відміну від фізіологічних, патологічні деформації проявляються на тлі основного захворювання, яке впливає на зростання і формування скелета дитини, що і призводить до поступового порушення механічної осі нижніх кінцівок [1, 2]. Зазначені порушення можуть формуватися за рахунок деформації стегнової кістки, кісток гомілки, а також їх поєднання.

Керований ріст – метод тимчасового блокування фізарної зони росту запропонований Пітером Стівенсом, який включає використання 8-подібної двогвинтової накісткової пластини і двох гвинтів

✉ Герцен І.Г., gercen_iv@ukr.net

¹ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ, Україна

для фіксації епіметафізарної ділянки і дозволяє досягти корекції кутової деформації у дітей [3]. Пластина встановлюється екстраперіостально і служить натяжною стрічкою без ризику прямого пошкодження кістки епіметафізарної ділянки. Через відносну легкість і безпеку, запропонована методика набула широкого застосування в усіх періодах онтогенезу дитини за умови відкриття фізарної зони росту [1–4].

Однак, незважаючи на широке використання методу керованого росту, дотепер є ряд невирішених питань. Так, віковий діапазон пацієнтів для застосування 8-подібних пластин досі залишається дискусійним [5]. Окрім того, найбільша кількість наукових публікацій присвячена ідіопатичним вальгусним та варусним деформаціям колінної ділянки та недостатньо питанням потенціалу прогнозування корекції деформацій при первинній патології фізарних зон у дітей із системними диспластичними захворюваннями скелета.

Інформаційно-аналітичний пошук свідчить про ряд проблем, які супроводжують застосування 8-подібних двогвинтових пластин (8ДП) під час росту дитини. Це деформація, перелом або міграція імплантату в післяопераційному періоді спостереження; відсутність або малі темпи корекції при застосуванні 8ДП у дітей із системними диспластичними захворюваннями скелета. Також в літературі описані труднощі щодо визначення оптимального положення пластини, необхідної для досягнення корекції механічної осі нижньої кінцівки при первинній патології фізарної ділянки, пов'язані з дивергенцією гвинтів в отворах пластин. Неоптимальне положення 8ДП в свою чергу може призвести до вторинно-ятрогенного порушення механічної осі нижньої кінцівки під час росту дитини [6].

Незважаючи на простоту та відносну універсальність 8ДП, дотепер залишається актуальним удосконалення інструментарію та імплантатів для проведення хірургічного лікування за методом керованого росту [7, 8]. Тому нами було розроблено, запатентовано та застосовано метеликоподібну чотиригвинтову накісткову пластину (МЧП) для блокування фізарної ділянки колінного суглоба у дітей, ріст яких триває [9, 10]. Наразі, в літературі ми не знайшли інформації про пряме порівняння хірургічної корекції осьової деформації колінної ділянки (ОДКД) при застосуванні 8ДП і МЧП. Ми висунули гіпотезу що застосування МЧП призведе до швидшої керованої корекції ОДКД, ніж 8ДП у дітей як з *genu valgum*, так і *genu varum* первинної та вторинної етіології.

Мета дослідження. Покращити хірургічне лікування дітей з осьовою деформацією колінної ділянки (ОДКД), ріст яких триває.

Матеріали та методи

Проведено ретроспективний аналіз хірургічного лікування 37 дітей з ОДКД за методом керованого росту, які перебували на стаціонарному лікуванні з 2014 по 2023 р. в ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України». До і після хірургічного лікування аналізували рентгеноморфометричні показники, отримані за панорамними рентгенограмами нижніх кінцівок у 18 дітей (30 фізарних ділянок) з системними дисплазіями скелета (основна група). В якості контрольної групи використані рентгеноморфометричні показники у 19 дітей (30 фізарних ділянок) з ОДКД без системних дисплазій скелета. Усім хворим (37 дітей / 60 фізарних ділянок) було проведено хірургічну корекцію ОДКД методом керованого росту з імплантацією 8ДП у 10 дітей контрольної і 10 – основної груп. МЧП нами імплантована у 11 дітей основної і 6 – контрольної груп. Хірургічне застосування МЧП дітям з ОДКД у всіх групах дослідження виконували виключно для фіксації дистальної ділянки стегна (29 фізарних ділянок), тоді як 8ДП імплантували в проксимальній ділянці великогомілкової і дистальній ділянці стегнової кісток (20 дітей / 31 фізарна ділянка). Дані історій хвороби були оброблені згідно з вимогами комітету з біоетики ДУ «ІТО НАМН України» (протокол № 2 засідання комісії з біоетики ДУ «ІТО НАМНУ» від 05 лютого 2024 р.). Розподіл пацієнтів основної та контрольної груп за нозологіями та типом імплантату представлено в таблиці 1.

Під час хірургічного втручання, вік пацієнтів основної і контрольної груп складав 7–13р у дівчат, 7–15р – у хлопчиків. У всіх дітей були кутові деформації нижніх кінцівок у фронтальній площині на рівні колінних суглобів. Пацієнтам на етапі планування оперативного втручання виконувалася панорамна рентгенограма нижніх кінцівок в прямій проекції в положенні стоячи з ідентичною фокусною відстанню 220 см. У всіх пацієнтів були відсутні згинальні контрактури в колінних суглобах. Клінічне і рентгеноморфометричне обстеження проводили на етапах планування, а також через 6, 12 і 18 міс після оперативного лікування.

8ДП імплантували за класичним методом, розробленим і впровадженим П. М. Стівенсом [11]. МЧП імплантували під загальним знеболенням наступним чином. Положення хворого на спині. Знекровлення за Есмархом: на середню третину стегна накладали джгут стиснення. Електронно-оптичний перетворювач (ЕОП) центрували над колінною ділянкою. Над дистальним відділом стегна на верхівці деформації робили 3-сантиметровий

Таблиця 1.

Порівняльний розподіл пацієнтів з осьовими деформаціями колінної ділянки за нозологічними групами залежно хірургічного застосування 8ДП і МЧП.

Тип імплантату	8ДП	МЧП	Значення р
Кількість пацієнтів/фізарних ділянок	20/31	17/29	
Середня кількість імплантатів на 1 пацієнта (медіана)	2 (1–4)	2 (1–4)	0,90
Стать, n хлопчики дівчата	12 8	12 5	0,99
Середній вік, р (медіана)	13 (7–15)	13 (7–15)	0,10
Тип деформації, n вальгус варус	12 8	14 3	0,22
Етіологія, n Основна група Д-резистентний рахіт Екзостозна хондродисплазія Епіфізарна дисплазія Ахондроплазія	3/6 3/3 2/4 2/4	5/10 2/2 1/2 3/6	0,67
Контрольна група Ідіопатична Посттравматична	6/10 4/4	4/7 2/2	

розріз, який поглиблювали шляхом різкого розтину, розділяючи фасцію (наприклад, широку фасцію стегна) паралельно її волокнам, без розсічення окістя. У фізарну ділянку без зусиль вводили тонку навігаційну спицю, її положення перевіряли за допомогою ЕОПа. В навігаційний отвір на спиці накладали МЧП. В ідеалі її положення у середин-

ній сагітальній площині кістки або трохи позаду від неї (рис. 1)

В проріз кожного гвинтового отвору пластили прикладали відповідний навігаційний провідник з заданим кутом розсвердлювання. Першим вставляли епіфізарний навігаційний провідник, а наступним, в отвір розміщений діагонально – метафізарний. Необов'язково, щоб вони були паралельними; однак важливо, щоб жодне з них не проникало в суміжний суглоб або фізарну ділянку. Канюльованим свердлом діаметром 3,2 мм отримували «стартовий отвір» (глибина 5 мм). Занадто глибоке свердління може призвести до виходу напрямного штифта та/або може зменшити стабільність за рахунок самонарізного гвинта. Канюльований гвинт діаметром 4,5 мм вставляли над кожним напрямним штифтом і послідовно затягували. В кожну фізарну ділянку імплантували виключно одну пластину. Виконували ЕОП рентген-контроль – пряма та бокова проекція колінної ділянки. У подальшому оперативне втручання проводили класично.

В післяопераційному періоді накладали м'яку пов'язку, заохочується негайне навантаження, використовуючи милиці лише для комфорту, якщо це необхідно. Дитина може повернутися до повноцінної діяльності та занять спортом, якщо рух і комфорт дозволяють.

Критеріями включення для оцінки рентгеноморфометричних показників були: девіація механічної осі (ДМО); дистальний механічний кут стегнової кістки (МДСК), проксимальний механічний кут великогомілкової кістки (МПВК). МДСК визначали шляхом перетину механічної осі стегнової кістки з лінією суглоба (найбільш відступні точки

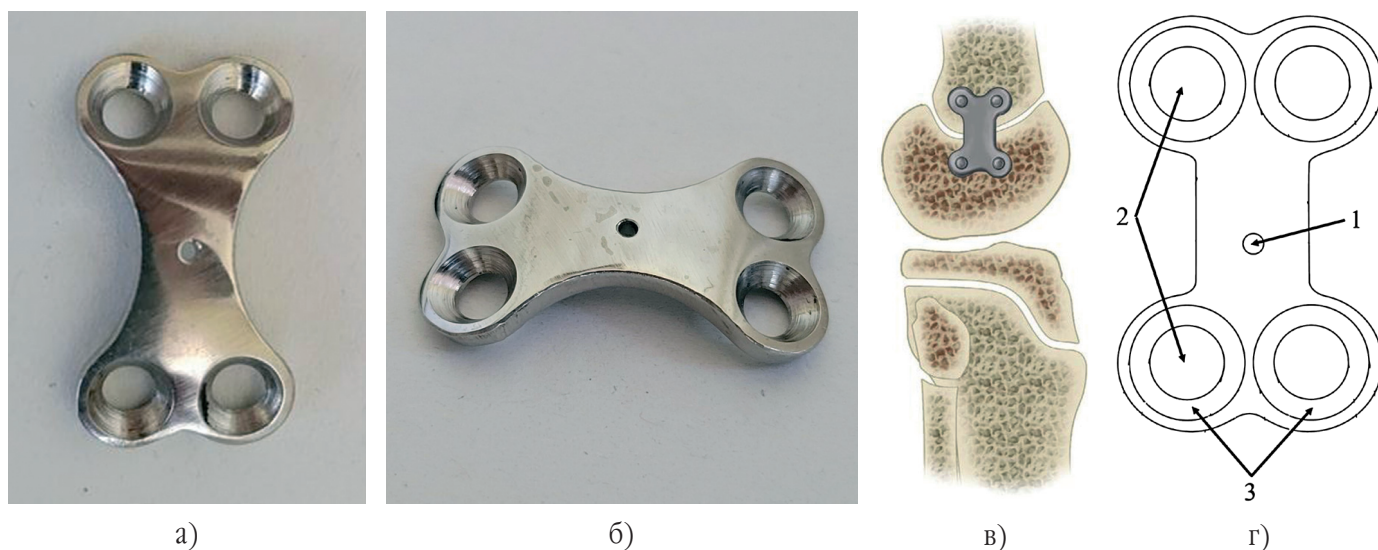


Рис. 1. а, б – Загальний вигляд МЧП для блокування фізарної ділянки колінного суглоба за методом керованого росту; в, г – Схема положення МЧП при фіксації дистальної епіметафізарної ділянки стегна за методом керованого росту, де 1г – навігаційний отвір, 2г – гвинтові отвори, 3г – гвинтові заглиблення.

виростків стегнової кістки), для побудови МПВК були використані також механічна вісь великогомілкової кістки і найбільш низькі точки в субхондральній лінії виростків великогомілкової [12]. Відстань між лінією механічної осі нижньої кінцівки і центром колінного суглоба визначали як ДМО [13]. Розрахунки виконувались на стаціонарних комп'ютерах в програмі TraumaCad 2.5 (рис. 2).

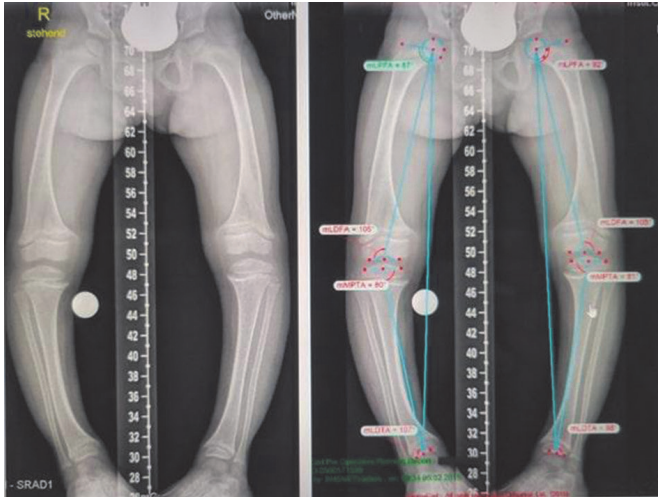


Рис. 2. Пацієнт 12 років, діагноз: Д-резистентний рахіт. Варусна деформація нижніх кінцівок. Представлені розрахунки основних рентгеноморфометричних показників на панорамній рентгенограмі нижніх кінцівок в прямій проекції в програмі TraumaCad 2.5.

Рентгеноморфометричні показники епіметафізарного переходу кістки аналізували за панорамними рентгенограмми нижніх кінцівок в прямій проекції, виконаними з ідентичною фокусною відстанню 220 см, при повністю розігнутому колінному суглобі з використанням апарату Phillips (model: M-CABINETCXA). Рентгеноморфометричне обстеження проводили на етапах планування, а також через 6, 12 і 18 міс після оперативного лікування.

Обробку результатів проводили за допомогою методів математичної статистики з використанням комп'ютерних програм «Microsoft Excel 2019» і програми «Primer of Biostatistics 8.03» та програмно-комп'ютерного комплексу з ліцензійним пакетом «Stata 19». Т-критерій Ст'юдента нами використаний для безперервних змінних, а для порівняння статистично значущої різниці між групами дослідження – критерій хи-квадрат (χ^2). Для порівняльної оцінки значущості різниці між групами $p < 0,05$ вважався статистично значущим, тоді як $p > 0,05$ – незначущим (NS). * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$, **** – $p < 0,0001$ [14].

Результати

На початку нашого дослідження ми вивчили частоту і тяжкість ортопедичних розладів у дітей і підлітків з ОДКД. В результаті проведеної роботи було обстежено 37 хворих (60 колінних суглобів) з ОДКД, котрі були включені в це ретроспективне дослідження. Проліковано 20 хворих (31 фізарна ділянка), яким імплантували 8ДП, тоді як 17 хворим (32 фізарні ділянки) – МЧП. Кількість імплантатів на одного пацієнта в обох групах коливалася від 1 до 4. Обидві групи включали хлопчиків і дівчат з середнім віком 12,5 років. Середній процентиль ваги становив 65 (3–97) і 83 (3–97) для дітей основної і контрольної груп, які отримували 8ДП і МЧП, відповідно. Нами не було виявлено статистично значимої різниці за статтю, віком, вагою або кількістю використаних імплантатів між групами хворих з 8ДП і МЧП ($p > 0,05$).

Серед ОДКД в усіх групах спостереження переважав вальгусний розлад, який відмічали у 12 пацієнтів, яким імплантували 8ДП, і 14 – з МЧП. В контрольній групі розлади були переважно ідіопатичними у 10 пацієнтів і посттравматичними – у 6. В основній групі етіологія була різноманітною: Д-резистентний рахіт у 8 пацієнтів; екзостозна хондродисплазія – у 5; епіфізарна дисплазія – у 3; ахондроплазія – у 5. Посттравматичні деформації були переважно вторинними, внаслідок неправильного зрощення переломів. Нами не було виявлено статистично значимої різниці в кутах деформації або етіології ОДКД в розподілі між групами пацієнтів з 8ДП та МЧП ($p > 0,05$).

Порівняльний аналіз часу тривалості операцій імплантації та видалення 8ДП і МЧП показав, що імплантація 8ДП була дещо швидшою (рис. 3а, $p = 0,04$) із середнім значенням 22 хв порівняно з 26 хв для МЧП. Однак, тривалість операції з видалення імплантату, істотно не відрізнялась між 8ДП та МЧП. При порівнянні проміжку часу між імплантацією і видаленням пластини, визначено значно коротший інтервал після лікування ОДКД за допомогою МЧП. Так, в усіх групах дослідження ($p = 0,001$) порівняно з 8ДП, середній інтервал зменшився від 26 до 13 місяців (Рис. 3б).

Порівняльний аналіз рентгеноморфометричних показників показав динаміку зміни коефіцієнта корекції ДМО в усіх групах дослідження. Так, імплантація і 8ДП, і МЧП значно покращила ДМО ($p < 0,0001$), зменшуючи середню патологічну ДМО з 34 до 17 мм при застосуванні 8ДП, а також від 34 до 7 мм у хворих з МЧП. Так, у хворих основної групи з МЧП відмічали з більш ніж подвійною швидкістю зміну ДМО у порівнянні з 8ДП ($p = 0,001$). Швидкість корекції ДМО у хворих з МЧП була швидшою у всіх вікових групах (рис. 4).

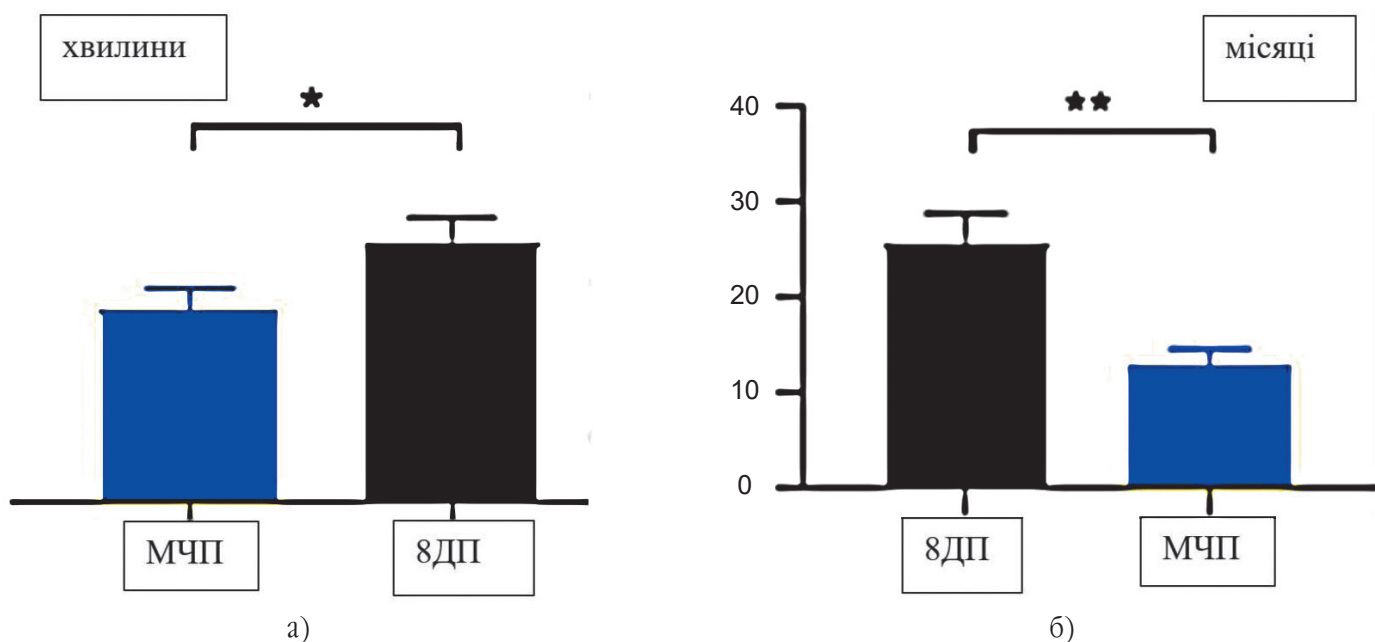
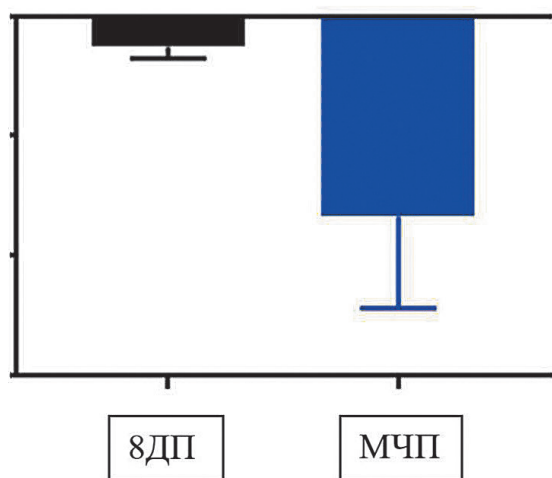


Рис. 3, де 3а – середній час тривалості операції з імплантації в хвилинали МЧП і 8ДП; 3б – середній інтервал (місяців) між імплантацією і видаленням МЧП у порівнянні з 8ДП.

Корекція ДМО (мм/міс); 7 – 10 р.



Корекція ДМО (мм/міс); 11 – 15 р.

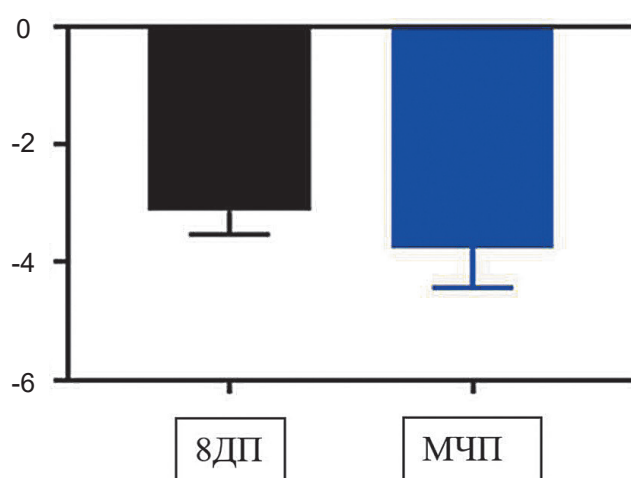


Рис. 4. Порівняльна динаміка корекції ДМО (мм/міс) у дітей основної і контрольної груп з імплантованою МЧП і 8ДП залежно вікового періоду онтогенезу.

У хворих з ОДКД контрольної групи в динаміці відмічали однакове поліпшення МДСК, що не залежало від типу імплантату. Так, середній мДСК значно покращився від 81° до 87° у хворих з 8ДП і МЧП ($p < 0,0001$). Однак, динаміка зміни МДСК у хворих основної групи (з диспластичними фізарними ділянками) була значно вищою, ніж при імплантації 8ДП ($p = 0,016$). Дослідження динаміки змін МПВК у хворих з ОДКД з імплантованою 8ДП показало значне покращення корекції ($p = 0,010$), ($p < 0,0001$) у пацієнтів основної і контрольної групи. Так, середній МПВК знизився від 94° до 91°

основної і від 94° до 90° – контрольної. Однак, значно вищу швидкість зміни МПВК спостерігали у пацієнтів контрольної групи без диспластичних фізарних ділянок (рис. 5, $p = 0,008$).

Зрештою, ми порівняли частоту ускладнень після імплантації 8ДП і МЧП. Так, рівень інцизійних ускладнень у пацієнтів з МЧП склав 3%, і 4% – при імплантації 8ДП. Серед ускладнень в обох групах лікування, нами були виявлені лише гіпертрофічні рубці та контрактура колінного суглоба в межах 20°. Різниця в інцизійних ускладненнях не була статистично значущою ($p = 0,145$).



а)



б)



в)



г)

Рис. 5. Клінічний випадок хірургічного застосування 8ДП (на гомілці) і МЧП (на стегні) для блокування фізарної ділянки росту у хворого С., 9 р. з метафізарною дисплазією, де а, в – клініко-рентгенологічна картина колінних ділянок до операції; б, г – через 18 міс після операції. Через 18 міс після операції, клінічно у хворого відмічається відновлення клінічної осі нижніх кінцівок (рис. 5 б). Рентгенологічно відмічається міграція гвинтів 8-подібних пластин, нормалізація дистальних стегнових і проксимальних механічних кутів великогомілкових кісток (рис. 5 г).

Обговорення

В хірургічній корекції ОДКД у дітей за методом керованого росту добре відомо про широке застосування простої та відносно універсальної 8ДП. Однак, дотепер залишається актуальним і постійно триває пошук удосконалення інструментарію та імплантатів для проведення хірургічної корекції ОДКД. Тому нами було розроблено, запатентовано та застосовано МЧП для блокування фізарної ділянки колінного суглоба у дітей, ріст яких триває. В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення пластини для тимчасового блокування фізарної зони при осьових деформаціях колінної ділянки методом керованого росту, в якому за рахунок зміни конструктивних елементів та їх позиції досягається можливість оперативного втручання на медіальній або латеральній епіметафізарній ділянці правої або лівої нижньої кінцівки, створюються умови для оптимального корегування механічної осі нижньої кінцівки з метою відновлення нормальної анатомії і опороздатності нижньої кінцівки. Поставлена задача вирішується тим, що метеликоподібна накісткова пластина забезпечує інтраопераційну стабільну фіксацію епіметафізарної ділянки. Згідно з корисною моделлю, конструкція додатково має пару гвинтових отворів, розміщених в кожному куті «крила метелика», кожен з яких має проріз для навігації напрямку розсвердлювання. МЧП додатково має циліндричні гвинтові заглиблення для зменшення тиску на фізарну ділянку росту та навколишні м'які тканини. Основні три переваги розробленого фіксатора: чотири гвинтові кісткові анкери забезпечують міцність фіксації, двадцяти градусна гвинтова рухливість всередині пластини дозволяє уникнути прямого стиснення фізарної ділянки росту і незворотних уражень; можливість використання однієї пластини розміщеної паралельно зоні росту, оскільки дві пластини поруч не забезпечують додаткової біомеханічної користі [15, 16]. Застосування МЧП дозволило провести більш стабільну і надійну фіксацію епіметафізарних ділянок, не пошкоджуючи окістя та зону росту за рахунок можливості зміни кута нахилу до двадцяти градусів і більшої площі фіксації при анатомічних порушеннях фізарної ділянки у пацієнтів, ріст яких триває. Крім того, пластина є універсальною з позиції її застосування для оперативного втручання на правій або лівій нижніх кінцівках для пацієнтів, ріст яких триває. У проведеному ретроспективному дослідженні порівнювали клінічні та рентгенморфометричні результати хірургічного застосування 8ДП і МЧП за методом керованого росту в корек-

ції ОДКД в коронарній площині. У порівнянні, час тривалості хірургічної імплантації МЧП відповідав 8ДП, але корекція ОДКД, визначена інтервалом між імплантацією та видаленням була швидшою. Більш того, вища швидкість корекції за допомогою МЧП була відмічена у порівнянні динаміки рентгенморфометричних показників, які включали ДМО, МДСК та МПВК. Визначена висока швидкість корекції з використанням МЧП дозволяє рекомендувати її хворим з обмеженим потенціалом росту з більшими ОДКД, особливо з системними дисплазіями скелету. Проведене дослідження не лише підтверджує ці висновки, але також пропонує узагальнити їх на ширшу групу пацієнтів, включаючи первинну та вторинну *genu valgum* і *genu varum*. [17, 18, 19].

Висновки

1. Результати хірургічного лікування ОДКД при використанні чотиригвинтової накісткової пластини для блокування фізарної ділянки колінного суглоба у дітей, ріст яких триває свідчать, що методика є ефективною і безпечною: кількість ускладнень після проведення лікування становила 3 %.

2. Аналіз темпів корекції клініко-рентгенморфометричних показників ОДКД залежно вікової періодизації онтогенезу дитини свідчить про перевагу в хірургічному застосуванні чотиригвинтової накісткової пластини у порівнянні з використанням двогвинтової накісткової пластини для фіксації епіметафізарної ділянки: у дітей старше 10 років з однаковим середнім терміном спостереження показав значну перевагу (швидшу корекцію).

3. Аналіз ступені корекції клініко-рентгенморфометричних показників ОДКД у дітей з первинним ураженням фізису показав значну перевагу при хірургічному застосуванні чотиригвинтової накісткової пластини у порівнянні з використанням 8-подібної накісткової пластини для фіксації епіметафізарної ділянки: темп нормалізації ДМО і МДСК у дітей до 10 років був удвічі швидшим. У дітей старших 12 років з первинним ураженням фізису при системних дисплазіях скелету застосування двогвинтової 8-подібної накісткової пластини виявилось малоефективним (нормалізація МПВК і МДСК значно повільніша навіть через 18 міс після хірургічного втручання).

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

References:

- Jelinek E, Bittersohl B, Martiny F, Scharfstädt A, Krauspe R, Westhoff B. The 8-plate versus physea stapling for temporary hemiepiphysodesis correcting genu valgum and genu varum: a retrospective analysis of thirty-five patients. *Int Orthop*. 2012;36(3):599-605. DOI: 10.1007/s00264-011-1369-5.
- Kulkarni R, Rushnaiwala F, Kulkarni S. Correction of coronal plane deformities around the knee using a tension band plate in children younger than 10 years. *Indian J of Orthopaedics*. 2015;49(2):208-218. DOI: 10.4103/0019-5413.152484.
- Stevens PM. Guided growth for angular correction. A preliminary series using a tension band plate. *J Pediatr Orthop* 2007;27:253-9. [http://refhub.elsevier.com/S1877-0568\(19\)30196-3/sbref0245](http://refhub.elsevier.com/S1877-0568(19)30196-3/sbref0245).
- Kumar S, Sonanis S (2018) Growth modulation for coronal deformity correction by using eight plates-systematic review. *J Orthop* 15(1):168-172. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2018.01.022>.
- Hsu CH, Lee WC, Kao HK, Yang WE, Chang CH. Distal Femur Growth Modification Surgery Is Associated With Higher Surgical Wound Complication Rate. *J Pediatr Orthop* 2022 Sep 1; 42(8):451-455. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000002201>.
- Masquijo JJ, Allende V, Ferreyra A, Hernández Bueno JC. Distal Femoral Physeal Bar Resection Combined With Guided Growth for the Treatment of Angular Limb Deformity Associated With Growth Arrest: A Preliminary Report. *J Pediatr Orthop*. 2020 Nov/Dec; 40(10):e958-e962. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000001651>.
- Chong C., Jiang Y., Xu C., Liu X., Hu L., Xiang Y. et al. Skeleton Genetics: a comprehensive database for genes and mutations related to genetic skeletal disorders. *Database (Oxford)*. 2016:1-8. DOI: 10.1093/database/baw127.
- Park H, Park M, Kim S, Kim H, Lee D (2018) Hemiepiphysodesis for idiopathic genu valgum: percutaneous transphyseal screw versus tension-band plate. *J Pediatr Orthop* 38(6):325-330. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000821>.
- Герцен ІГ, Зінченко ВВ, Мороз ДМ. Накісткова пластина для блокування фізарної ділянки колінного суглоба. Патент на корисну модель України No 152523, 01.03.2023. Hertsen IG, Zinchenko VV, Moroz DM. Bone plate for blocking the physeal area of the knee joint. Patent for a utility model of Ukraine. No 152523, 01.03.2023.
- Мороз Д.М., Немеш М.М., Герцен І.Г. Направник для проведення свердла при накладанні блокуючої пластини у дистальній зоні росту стегнової кістки. Патент на корисну модель України No 152285, 11.01.2023. Moroz DM, Nemesh MM, Hertsen IG. Guide for conducting a drill when applying a blocking plate in the distal growth zone of the femur. Patent for a utility model of Ukraine. No. 152285, 11.01.2023.
- Shabtai L, Herzenberg JE. Limits of growth modulation using tension band plates in the lower extremities. *J Am Acad Orthop Surg* 2016; 24:691-701. [http://refhub.elsevier.com/S1877-0568\(19\)30196-3/sbref0260](http://refhub.elsevier.com/S1877-0568(19)30196-3/sbref0260).
- Gigante C, Borgo A, Corradin M (2017) Correction of lower limb deformities in children with renal osteodystrophy by guided growth technique. *J Child Orthop* 11(1):79-84. <https://doi.org/10.1302/1863-2548-11-160172>.
- Horn A, Wright J, Bockenbauer D, Van't Hoff W, Eastwood DM. The orthopedic management of lower limb deformity in hypophosphataemic rickets. *J Child Orthop*. 2017; 11 (4): 298-305.
- Shapiro G, Adato T, Paz S, Shrabaty T, Ron L, Simanovsky N, et al (2020) Hemiepiphysodesis for coronal angular knee deformities: tension-band plate versus percutaneous transphyseal screw. *J Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03602-4>.
- Danino B, Rodl R, Herzenberg J, Shabtai L, Grill F, Narayanan U et al (2018) Guided growth: preliminary results of a multinational study of 967 physes in 537 patients. *J Child Orthop* 12(1):91-96. <https://doi.org/10.1302/1863-2548.12.170050>.
- Leveille LA, Razi O, Johnston CE. Rebound deformity after growth modulation in patients with coronal plane angular deformities about the knee: who gets it and how much? *J Pediatr Orthop* 2017;18, <http://dx.doi.org/10.1097/BPO.0000000000000935>.
- Pierre Journeau Update on guided growth concepts around the knee in children *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 106 (2020) S171-S180 <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.04.025>.
- Gaumétou E, Mallet C, Souchet P, Mazda K, Ilharberborde B. Poor Efficiency of Eight-Plates in the Treatment of Lower Limb Discrepancy. *J Pediatr Orthop* 2016; 36:715-9. [http://refhub.elsevier.com/S1877-0568\(19\)30196-3/sbref0255](http://refhub.elsevier.com/S1877-0568(19)30196-3/sbref0255).
- Martínez G, Drago S, Avilés C, Ibañez A, Hodgson F, Ramírez C. Distal femoral hemiepiphysodesis using screw and non-absorbable filament for the treatment of idiopathic genu valgum. Preliminary results of 12 knees. *Orthop Traumatol Surg Res* 2017; 103:269-73. [http://refhub.elsevier.com/S1877-0568\(19\)30196-3/sbref0325](http://refhub.elsevier.com/S1877-0568(19)30196-3/sbref0325).

Surgical Application of a Four-Screw Plate for Locking the Physal Section of the Knee Joint in Children Whose Growth Continues

Hertsen I.H.¹, Martsyniak S.M.¹, Zinchenko V.V.¹

¹SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine», Kyiv

Summary. Background. The classic method of surgical treatment of knee joint deformity in the coronal plane is fixation of the epimetaphyseal area using an eight-shaped 2-screw plate according to the concept of guided growth. To improve this technique, we developed, patented and applied a butterfly-like 4-screw quad plate. We also hypothesized that the 4-screw plate would result in faster controlled correction of angular knee deformities than the 2-screw plate. **Objective:** to improve surgical treatment of children with axial deformity of the knee area, whose growth continues. **Materials and Methods.** A retrospective analysis of the treatment of 37 children with deformity of the knee in the coronal plane, who were implanted with a 2-screw or

4-screw bone plate, was carried out. The study cohort included both genu varum and genu valgum of both primary and secondary etiology. In dynamics, a comparative analysis of X-ray morphometric parameters obtained from panoramic radiographs of the lower extremities was carried out. Also, depending on the type of implant, the rate of deformity correction and the incidence of complications were compared. **Results.** We found that the use of a 4-screw plate compared with a 2-screw plate was associated with a shorter interval between implantation and removal, i.e., faster correction. This was confirmed by the indicators of correction of mechanical axis deviation, lateral distal femoral angle and medial proximal tibial angle. No statistically significant difference between the two types of implants was found in the incidence of complications of surgical treatment. **Conclusions.** Analysis of the rate of correction of clinical and radiomorphometric indicators of deformation of the knee joint in the coronal plane depending on the age periodization of the child's ontogenesis showed an advantage in the surgical use of a 4-screw quad plate compared to the use of a 2-screw quad plate for fixation of the epimetaphyseal area.

Keywords: knee; angular knee deformities; guided growth; 4-screw plate.