

Хмизов С.О.¹, Рокутов В.С.², Єршов Д.В.¹¹ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна²КЗ «Дніпропетровське клінічне об'єднання швидкої медичної допомоги» ДОР, м. Дніпро, Україна

Сучасний погляд на проблему різниці довжини нижніх кінцівок у дітей та лікування із застосуванням методів керованого росту (літературний огляд)

Резюме. Різниця довжини нижніх кінцівок (РДНК) є досить поширеною патологією в дітей та дорослих, вона має поліетіологічний характер. За даними різних авторів, РДНК зустрічається в 40–70 % населення в популяції. Клінічне значення РДНК у дітей визначається комплексними біомеханічними та анатомо-фізіологічними порушеннями опорно-рухового апарату. Етіологічний чинник та ступінь вираженості РДНК (незначний, помірний, значний) визначає тактику подальшого лікування. Для лікування РДНК у дітей запропоновано багато різноманітних хірургічних методів. Корекція РДНК проводиться шляхом вкорочення більш довгої кінцівки або подовження сегментів вкороченої кінцівки. Методи корекції РДНК, механізм дії яких базується на керуванні функцією наросткової зони (НЗ) довгих кісток, є перспективними, упродовж останніх 80 років вони були об'єктом пильних досліджень та експериментальних пошуків. Сучасна тенденція лікування ортопедичної патології в дітей орієнтована на використання малоінвазивних методик хірургічного лікування, саме тому концепція керованого росту, що передбачає використання різних методів впливу на функцію НЗ (епіфізеодез, степлювання, PETS-техніка, тимчасове блокування пластинами), набуває широкої популярності. Саме лікування помірної РДНК (3–6 см) у дітей може ефективно проводитися з використанням методів керованого росту. Використання тимчасового двобічного блокування НЗ пластинами з гвинтами є перспективним напрямком, адже дозволяє проводити оборотне гальмування росту здорової (довшої) кінцівки, чим досягається лікувальний ефект, при цьому значно розширюються показання до використання цього методу. У висновках можна зазначити, що оптимізація та вдосконалення методів лікування РДНК у дітей за рахунок використання малоінвазивних методик, що впливають на функцію НЗ, є актуальною та недостатньо вивченою проблемою, яка потребує подальших досліджень.

Ключові слова: керований ріст; лікування різниці довжини нижніх кінцівок; тимчасове блокування наросткової зони; огляд

Різниця в довжині нижніх кінцівок (РДНК) — ортопедична патологія, наслідки якої можуть призводити до формування порушень ходи з розвитком фізичної вади та появою психологічних і соціально-економічних проблем.

РДНК є досить поширеною патологією в дітей та дорослих. За даними різних авторів, РДНК зустрічається в 40–70 % населення в популяції [1, 2], при цьому у 20–30 % дорослих відзначено РДНК у діапазоні від 0,5 до 1,5 см та ще в 5 % — більше ніж 1,5 см [3, 4, 8].

РДНК у дітей є поліетіологічною проблемою, що може мати вроджений характер (геміmelія, соха вага, недорозвинення проксимального відділу стегнової кістки) або розвиватися внаслідок порушення функціонування наросткових зон (НЗ) довгих кісток нижніх кінцівок на фоні диспластичних порушень та захворювань кульшового суглоба (хвороба Пертеса, юнацький епіфізеоліз тощо), метаболічних порушень, інфекційних процесів, ятрогенних пошкоджень, а також після перенесених травм через зрощення з вкороченням кістки.

Існує декілька класифікацій РДНК. У вітчизняній літературі найбільш поширеною є класифікація вкорочень за Марксом, згідно з якою виділяють абсолютне, відносне, проєкційне та сумарне вкорочення [5]. В іноземній літературі найчастіше зустрічається розподіл РДНК на структурну та функціональну залежно від етіологічного чинника [6].

За ступенем вираженості РДНК поділяють на незначну (0–3 см), помірну (3–6 см) та значну (понад 6 см) [7]. Такий поділ необхідний для визначення тактики подальшого лікування. При незначних вкороченнях лікування або не проводиться зовсім, або потребує консервативного підходу. Помірні вкорочення потребують оперативної корекції, що найчастіше виконується за рахунок впливу на НЗ (епіфізеодез, тимчасове двобічне блокування НЗ). Значні вкорочення потребують подовження кінцівки (апарат зовнішньої фіксації, інтрамедулярні конструкції).

Клінічне значення РДНК у дітей визначається комплексними біомеханічними та анатомо-фізіологічними порушеннями опорно-рухового апарату. Встановлено, що за наявності РДНК змінюються біомеханічні умови функціонування суглобів нижніх кінцівок, формуються компенсаторні патологічні установки в суглобах нижніх кінцівок та хребті, порушується нормальний хребтотазовий баланс, розвивається компенсаторна сколіотична постава, а згодом — сколіотична деформація хребта. Такі зміни супроводжуються порушенням опорно-кінематичної функції та появою кульгавості [52]. У роботах багатьох авторів доведено негативний вплив РДНК на структурно-функціональний стан поперекового відділу хребта та розвиток больового синдрому [8–10]. Згідно з W.F. Harvey [11], РДНК призводить до зміни навантажень у суглобах нижніх кінцівок із подальшим розвитком дегенеративно-дистрофічних змін у великих суглобах. Крім того, РДНК характеризується косметичним дефектом, супроводжується обмеженням повсякденної активності дитини (відмова від рухливих ігор, бігу, стрибків, відвідування спортивних секцій), що негативно впливає на соціально-психологічну інтеграцію дитини.

Діагностика РДНК проводиться з використанням клінічних та променевих методів обстеження [5, 12].

Серед променевих методів визначення РДНК можна виділити методики, які базуються на проведенні рентгенологічного обстеження (телерентгенограма, сканограма, орторентгенограма), комп'ютерно-томографічне дослідження, магнітно-резонансну томографію, методи, засновані на використанні EOS, а також ті, що базуються на використанні ультразвукового дослідження.

При аналізі літератури привертає увагу відсутність єдиного погляду на питання максимально припустимої РДНК. Так, за даними L. Friend та R.F. Widmann [13], укорочення однієї з кінцівок понад 1,5 см потребує корекції. Згідно з працями M.A. Vitale та J.C. Choe [14], граничний показник РДНК становить 2 см. Загальноприйнятою є думка, що РДНК понад 2 см потребує проведення ортопедичної корекції, що особливо важливо в дітей, які ростуть.

Для лікування РДНК у дітей запропоновано багато різноманітних хірургічних методів. Принциповими відмінностями цих методів є те, що корекція РДНК може проводитися різними шляхами:

- 1) вкороченням більш довгої кінцівки;
- 2) подовженням сегментів вкороченої кінцівки (одномоментно або поступово);
- 3) впливом на наросткову зону довгих кісток з метою сповільнення або стимуляції її функції.

Вкорочувальні остеотомії вперше були запропоновані Rizzoli у 1847 році для лікування РДНК. Метод заснований на резекції частини кістки з наступним металоостеосинтезом. Згідно з J. Kenwright (1992), H. Wagner (1977) [15, 53], метод є ефективним при лікуванні РДНК у діапазоні від 2 до 4 см як у дітей, так і в дорослих. Даний метод зберіг своє значення лише при лікуванні РДНК на фоні захворювань, що супроводжуються гемігіпертрофією.

Подовження кісток кінцівок на сучасному етапі проводиться із застосуванням методу дистракційного остеогенезу за Г.А. Ілізаровим із використанням апаратів зовнішньої фіксації або за допомогою телескопічних інтрамедулярних фіксаторів (Блискунова, IKDS та ін.). Незважаючи на широкі можливості дистракційного остеогенезу, застосування даного методу для корекції РДНК супроводжується значною кількістю ускладнень, що пов'язані із проведенням остеотомії, порушенням формування дистракційного регенерату, вторинними деформаціями та контрактурами, інфекційними ускладненнями. При цьому частота ускладнень суттєво відрізняється, за даними різних авторів, та сягає від 10 до 45 % [16–19].

Принципово відмінними від вищеописаних є методи корекції РДНК, механізм дії яких заснований на керуванні функцією НЗ довгих кісток. Даний підхід завжди вважався перспективним та впродовж останніх 80 років є об'єктом пильних досліджень та експериментальних пошуків. Серед вказаних хірургічних методик виділяють методи, спрямовані на стимуляцію НЗ довгих кісток, та методи, що викликають гальмування НЗ довгих кісток.

Для стимуляції НЗ різні автори застосовували «бульйонну» алокістку, ксенотрансплантати, періостеотомію, імплантацію різних конструкцій у ділянці НЗ. Метод базується на подразнювальній дії на наросткову зону або посиленні кровообігу в НЗ [20]. На даний час вказані методики використовуються порівняно рідко, частіше в комплексі з іншими хірургічними втручаннями.

Сучасна тенденція лікування ортопедичної патології в дітей орієнтована на використання малоінвазивних методик хірургічного лікування, саме тому концепція керованого росту (англ. Guided growth), заснована на використанні різних методів впливу на функцію НЗ, набуває широкої популярності [21–25].

Методи керованого росту, що використовуються з метою корекції РДНК у дітей, наведені в табл. 1.

Принцип лікувальної дії хірургічних методик, які блокують НЗ, базується на гальмуванні поздовжньо-

го росту оперованої кістки, що призводить до поступового зменшення РДНК за рахунок росту коротшої кінцівки.

При корекції РДНК у дітей шляхом блокування НЗ потрібно вирішити низку важливих питань:

— яким буде остаточний зріст дитини (який потенціал росту дитини);

— яким буде вкорочення кінцівки на момент припинення росту (після закриття НЗ);

— який оптимальний час/вік пацієнта для проведення корекції вкорочення?

Зазначені питання вирішуються шляхом використання спеціальних методів прогнозування росту та прогнозування РДНК.

Прогнозування росту потрібне для визначення подальшої тактики, а також для того щоб, побачивши вперше дитину з РДНК, можна було пояснити батькам, чого саме слід очікувати в майбутньому й коли слід починати лікування.

Для прогнозування РДНК на момент досягнення скелетної зрілості дитини необхідне проведення диференціальної діагностики між вродженою та набутою формами. Amstutz [57] показав, що зростання вродженої вкороченої кінцівки відбувається пропорційно до різниці довжини кінцівки, існуючої в момент народження (наприклад, якщо вкорочення стегнової кістки при народженні становило 50 %, то при досягненні скелетної зрілості слід очікувати таку ж різницю між здоровим та вкороченим стегном). Зараз принцип пропорційності росту є загальноприйнятим, і саме на ньому базуються всі існуючі методи прогнозування росту.

Існує декілька методик оцінки майбутнього росту дитини, серед яких найбільшої популярності набули: Anderson і Green Growth remaining charts [38], Menelaus arithmetic method [39], Moseley Straight line graph method [40], Paley multiplier method [41]. Аналіз джерел літератури показав відсутність єдиної думки щодо найбільш ефективної методики прогностичної оцінки росту. У 2011 році I. Ghanem після ретельного аналізу різних способів епіфізеодезу при лікуванні РДНК у дітей зауважив, що оскільки розрахунок майбутнього росту дитини має критичне значення при плануванні хірургічного втручання, слід використовувати декілька методів прогнозування росту одночасно [42]. Потрібно завжди пам'ятати, що чим молодша дитина, тим більша вірогідність помилки при прогнозуванні майбутнього росту дитини. Для мінімізації ризику помилки при прогнозуванні РДНК у дітей потрібно виконувати регулярні ретельні вимірювання довжини кінцівок, а також використовувати декілька методів прогнозування росту одночасно.

Уперше методика епіфізеодезу була запропонована Phemister у 1933 році, який виконав випилювання прямокутного кістково-хрящового блоку в епіметафізарній ділянці з обох боків із подальшим перегортанням блоку на 180° та мостоподібним перекриванням НЗ (рис. 1). Цим досягалось синостозування епіфізу з метафізом та необоротне блокування НЗ із подальшим її закриттям [26].

Bowen у 1984 році, а пізніше, у 1986 році, Canale та Russelly запропонували використовувати свердління та кюретаж фізарного хряща для руйнування НЗ (рис. 2) [27, 28].

Таблиця 1. Характеристика методів блокування НЗ кісток

Вид блокування	Характеристики блокування
Постійне блокування НЗ (епіфізеодез)	<p>За обсягом:</p> <ul style="list-style-type: none"> — тотальне блокування (панепіфізеодез); — часткове блокування (геміепіфізеодез). <p>Техніка:</p> <ul style="list-style-type: none"> — відкрита за Phemister; — свердління та кюретаж (за Canale, Macnicol); — черезшкірний епіфізеодез трансфізарними гвинтами (PETS-техніка)*. <p>Показання:</p> <ul style="list-style-type: none"> — кутові епіметафізарні деформації довгих кісток; — різниця в довжині довгих кісток кінцівок. <p>Анатомічна локалізація: кульшовий, колінний, надп'ятковий суглоби.</p> <p>Вид фіксаторів: гвинти із частковою або повною нарізкою</p>
Тимчасове блокування НЗ	<p>За обсягом:</p> <ul style="list-style-type: none"> — тотальне блокування; — часткове блокування. <p>Техніка:</p> <ul style="list-style-type: none"> — степлювання за Блаунтом; — фіксація пластинами з гвинтами за Stevens. <p>Показання:</p> <ul style="list-style-type: none"> — кутові епіметафізарні деформації довгих кісток; — різниця в довжині довгих кісток кінцівок. <p>Анатомічна локалізація: кульшовий, колінний, надп'ятковий суглоби.</p> <p>Вид фіксаторів:</p> <ul style="list-style-type: none"> — скоби Блаунта; — пластины з гвинтами різних модифікацій

Примітка: * — потенційно можливе оборотне блокування.

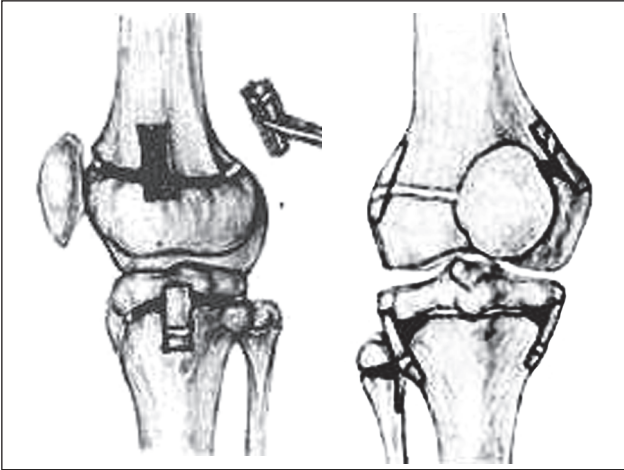


Рисунок 1. Техніка відкритого епіфізеозезу за Phemister



Рисунок 2. Техніка черезшкірного епіфізеозезу за Canale шляхом кюретажу фізарного хряща

Маспіол [56] описав використання канюльованої циліндричної фрези для досягнення цієї ж мети. Такі методики отримали назву черезшкірного епіфізеозезу, оскільки не потребували повного виділення НЗ під час операції.

На сьогодні в іноземній літературі існує велика кількість повідомлень стосовно ефективності використання епіфізеозезу з метою корекції РДНК [29–34]. Ефективність використання епіфізеозезу та інших методів постійного блокування НЗ перш за все залежить від точного визначення часу його виконання. Незважаючи на тривалу історію вивчення можливостей епіфізеозезу з метою лікування РДНК, на сьогодні відсутній єдиний погляд стосовно найбільш ефективної хірургічної методики [35–37].

У 2016 році група авторів проаналізувала результати лікування 863 дітей із застосуванням різних способів епіфізеозезу. Загальна частота ускладнень становила 7,0 %, з яких 4,3 % були пов'язані з функцією НЗ (гіперкорекція, неефективність блокування НЗ, формування вторинних кутових деформацій). РДНК, що мала вроджений характер, малий вік дитини та значна РДНК служили факторами ризику розвитку зазначених ускладнень [55].

До ускладнень епіфізеозезу відносять: гемартроз колінного суглоба, набряки, термічні пошкодження м'яких тканин під час розсвердлювання, інфекційні процеси. Грізним ускладненням є нерівномірне блокування НЗ, що може призвести до формування вторинних кутових деформацій сегмента [43].

У 1949 році W.P. Blount [44] запропонував використання металевих скоб для лікування кутових епіметафізарних деформацій колінного суглоба. Даний спосіб був названий «степлювання» (англ. stapling). Пізніше металеві скоби почали використовувати для двобічного блокування НЗ з метою корекції РДНК (рис. 3).

Watillon and Hoet [60] при лікуванні 29 дітей із помірною РДНК різної етіології досягли необхідної корекції в 69 %. P. Raab [45] опублікував результати лікування

48 дітей, які свідчать про безпеку та високу ефективність використання скоб Блаунта при корекції РДНК, особливо в дітей з гемігіпертрофічними синдромами.

Слід зауважити, що для ефективного блокування НЗ необхідно використовувати по 3 скоби з кожної сторони, а це, у свою чергу, призводить до необхідності



Рисунок 3. Фотовідбиток рентгенограми двобічного блокування проксимальної НЗ великогомілкової кістки за допомогою скоб Блаунта

досить травматичного хірургічного доступу. Також використання зазначеного методу блокування НЗ супроводжувалось значним відсотком ускладнень (до 30 %), серед яких: міграція та порушення цілісності скоб, що робило блокування НЗ неефективним та вимагало проведення повторних хірургічних втручань [46]. Серед інших ускладнень слід відзначити також: гемартроз колінного суглоба, стійкий больовий синдром, келоїдний гіпертрофічний рубець, тривале відновлення об'єму рухів у колінному суглобі та труднощі під час видалення фіксаторів [47, 48].

У 1998 році Metaizeau застосував черезшкірну фіксацію НЗ, використовуючи канюльовані гвинти (англ.

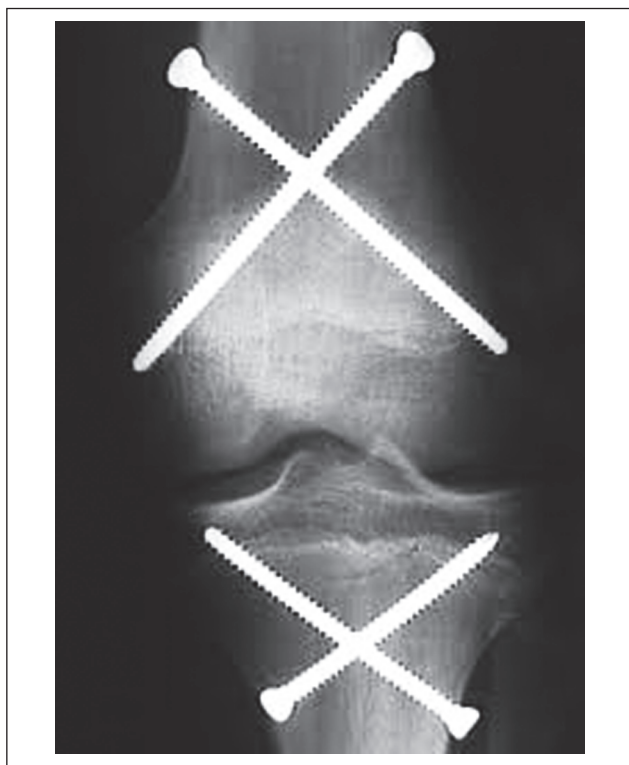


Рисунок 4. Фотовідбиток рентгенограми блокування НЗ стегнової та великогомілкової кістки за допомогою гвинтів (PETS-техніка)

Percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws — PETS) [49]. Компресія, створена гвинтами, гальмувала поздовжнє зростання НЗ (рис. 4). Автор описував цю техніку як малотравматичну, що має низький відсоток ускладнень. Ефективність використання гвинтів була продемонстрована рядом авторів, які отримали позитивні результати при корекції помірної РДНК [30, 36, 50, 61].

Слід зауважити, що блокування росту НЗ відбувається не одразу після операції, а протягом 6 міс., тому ретельне прогнозування РДНК та точне визначення часу блокування має критичне значення при використанні PETS-техніки.

У 2007 році Р.М. Stevens [23] уперше запропонував використання неблокованих пластин з 2 гвинтами (8-plate) для тимчасового блокування наросткової зони (англ. temporary hemiepiphysiodesis) довгих кісток при корекції кутових фронтальних епіметафізарних деформацій колінного суглоба (genu varum; genu valgum) у 37 дітей. При цьому автор відзначив оборотність блокування НЗ при використанні пластини з гвинтами та можливість відновлення її функції після видалення металофіксатора. Згодом було розроблено декілька типів пластин: пластини з осьовим механізмом hinge plate (Pega Medical, Canada), пластини, що мають премодельовану форму, peanut plate (Biomet, USA), пластини з кутовою стабільністю гвинтів (РНЦТВО, Білорусь) (рис. 5). Результати наукових праць, присвячених використанню тимчасового однобічного блокування НЗ пластинами з гвинтами при лікуванні кутових деформацій суглобів нижньої кінцівки, свідчать про ефективність та надійність методу з низьким рівнем ускладнень [21, 22, 63]. Слід відзначити, що механізми дії тимчасового блокування НЗ вивчені недостатньо. Проведені нечисленні дослідження з визначення морфологічних змін НЗ при однобічному блокуванні пластиною з гвинтами не надали однозначної відповіді щодо механізмів дії даного методу [30].

За останні 10 років у різних дослідженнях були показані можливості використання методу тимчасового двобічного блокування НЗ (рис. 6) при лікуванні РДНК у дітей [34, 51, 52]. У 2013 році Gottliebsen опублікував

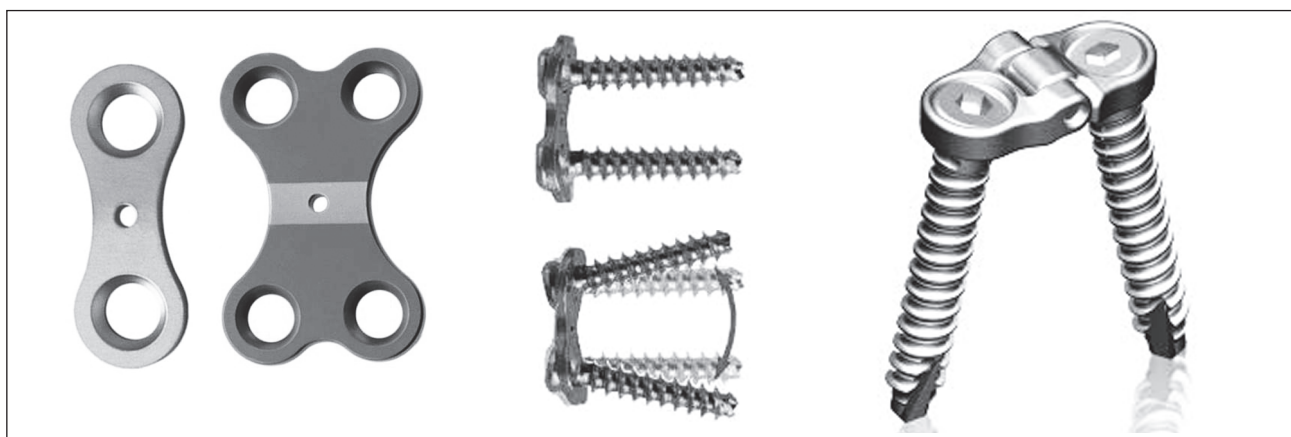


Рисунок 5. Різні типи пластин для блокування наросткової зони

дані експериментальної роботи з виконання у свиней двобічного блокування проксимальної НЗ великогомілкової кістки пластиною з гвинтами, у якій було показано, що даний спосіб блокування НЗ дозволяє контролювати ріст відповідної НЗ [53]. У тому ж 2013 році Pendleton доповів про позитивні результати двобічного блокування НЗ пластиною з гвинтами при лікуванні 34 пацієнтів із помірною РДНК різної етіології [51]. Слід зауважити, що з 2012 року групою дослідників АО Clinical Investigation Group проводиться багатоцентрове (Швейцарія, Німеччина, Великобританія, Індія) оглядове ретроспективне дослідження результатів лікування РДНК та кутових епіметафізарних деформацій суглобів нижніх кінцівок методом тимчасового блокування НЗ пластиною із гвинтами, що передбачає визначення ефективності корекції деформації, частоти ускладнень, частоти повторних операцій, наявності функціональних порушень, а також визначення змін росту НЗ після видалення імплантів [62].

На даний момент метод тимчасового двобічного блокування НЗ може бути застосовано в таких випадках:

- при набутій та вродженій формах РДНК (до 6 см);
- у комбінації з іншими методами подовження нижніх кінцівок для корекції РДНК понад 6 см;
- при гемігіпертрофіях (Klippel-Trenaunaysyndrome, Beckwith-Wiedemann syndrome, Proteus syndrome, Russell-Silver syndrome, Sotos syndrome).

Протипоказаннями до використання методу тимчасового двобічного блокування НЗ є:

- порушення функції/закриття НЗ довгих кісток;
- прогностично низький зріст пацієнта.

Поширення застосування пластин з метою тимчасового двобічного блокування НЗ привело до появи робіт, які ставили під сумнів ефективність застосування методу. Так, у 2013 році Henrik Lauge-Pedersen опублікував результат лікування 2 дітей, при цьому в обох випадках метод виявився неефективним та не призвів до корекції РДНК. Слід відзначити, що блокуванню підлягала тільки проксимальна НЗ гомілки, на той час як блокування дистальної НЗ стегна є більш ефективним та прогностичним. Після таких невдалих спроб автор не рекомендував подальше використання даної методики. Ряд авторів стверджують, що застосування заблокованих пластин менш ефективно та супроводжується більшим відсотком ускладнень порівняно з PETS-технікою при лікуванні РДНК [54].

У 2013 році D. Stewart опублікував результати лікування 27 дітей із помірною РДНК. Отримані результати свідчать про перевагу методу епіфізеодезу над методом двобічного блокування НЗ пластинами [52].

Оптимізація та вдосконалення методів лікування РДНК за рахунок використання малоінвазивних методик, що впливають на функцію НЗ, є актуальною та недостатньо вивченою проблемою. Суперечливі результати досліджень свідчать про великий інтерес до концепції керованого росту при лікуванні РДНК у дітей та потребують подальшого вивчення.



Рисунок 6. Фотовідбитки рентгенограм блокування НЗ стегнової та великогомілкової кістки за допомогою пластин із гвинтами для тимчасового двобічного блокування наросткових зон

Підсумовуючи наведений аналітичний огляд літератури, можна відзначити, що лікування помірною РДНК у дітей (від 3 до 6 см) може ефективно проводитись із застосуванням методів керованого росту. Використання тимчасового двобічного блокування НЗ пластинами з гвинтами є перспективним напрямком, що дозволяє проводити оборотне гальмування росту довшої кінцівки для досягнення лікувального ефекту. При цьому значно розширюються показання до використання методу, адже через оборотність блокування НЗ з'являється можливість використання методу в більш ранньому віці дитини та зникає необхідність точного визначення часу виконання блокування. Тимчасове блокування НЗ пластинами дозволяє контролювати процес корекції та запобігати ускладненням у вигляді вторинних деформацій. Після досягнення корекції можливе видалення тільки одного гвинта. Проте метод залишається малодослідженим, є багато питань, що потребують поглибленого вивчення та уточнення.

На даному етапі є багато актуальних та невирішених питань, а саме:

- показання до використання різних методів блокування НЗ;
- сучасний алгоритм вибору методу хірургічного лікування РДНК у дітей;
- безпечний термін виконання тимчасового блокування НЗ, тобто такий термін, після якого можливе оборотне відновлення НЗ без значної втрати її функції (повздовжнього зростання);
- ефективність використання існуючих фіксаторів (скоби Блаунта, заблоковані та заблоковані пластили) для тимчасового блокування НЗ довгих кісток;
- особливості відновлення зростання НЗ після виконання її двобічного блокування різної тривалості;
- максимально припустимі терміни тимчасового двобічного блокування НЗ;
- можливість повторного використання тимчасового блокування в процесі подальшого росту;
- можливість застосування методу блокування НЗ у комбінації з іншими методами лікування РДНК.

Слід визнати очевидним той факт, що вивчення більшості поставлених питань можливо здійснити лише на експериментальній моделі. Моделювання тимчасового двобічного блокування на експериментальних тваринах та дослідження морфологічних змін у НЗ дозволить виявити особливості функціонування зазначеної зони в умовах тимчасового блокування та після його припинення й дасть змогу обґрунтувати використання цього методу при лікуванні РДНК.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Subotnick S.I. Limb length discrepancies of the lower extremity (the short leg syndrome) / S.I. Subotnick // *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* — 1981. — № 3. — P. 11-5.
2. Woerman A.L. Leg length discrepancy assessment: accuracy and precision in five clinical methods of evaluation / A.L. Woerman, S.A. Binder-MacLeod // *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* — 1984. — № 5. — P. 230-8.
3. Guichet J.M. Lower limb-length discrepancy. An epidemiologic study / J.M. Guichet, J.M. Spivak, P. Trouilloud, P.M. Grammont // *Clin. Orthop.* — 1991. — № 272. — P. 235-41.
4. Gross R.H. Leg length discrepancy: how much is too much? / R.H. Gross // *Orthopedics.* — 1978. — № 1. — P. 307-10.
5. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика (руководство-справочник) / В.О. Маркс. — Мн.: Наука и техника, 1978. — 512 с.
6. Blake R.L. Limb length discrepancies / R.L. Blake, B. Ferguson // *J. Am. Podiatric Med. Assoc.* — 1992. — № 82. — P. 33-8.
7. Reid D.C. Leg length inequality: a review of etiology and management / D.C. Reid, B. Smith // *Physiother. Can.* — 1984. — № 36. — P. 177-82.
8. Rossvoll I. The effect on low back pain of shortening osteotomy for leg length inequality / I. Rossvoll, S. Junk, T. Terjesen // *Int. Orthop.* — 1992. — № 16(4). — P. 388-91.
9. Friberg O. Results of radiologic measurements of leg-length inequality (LLI) / O. Friberg // *Spine (Phila Pa 1976)*. — 1992. — № 17(4). — P. 458-60.
10. Gofton J.P. Persistent low back pain and leg length disparity / J.P. Gofton // *J. Rheumatol.* — 1985. — № 12(4). — P. 747-50.
11. Harvey W.F. Association of leg-length inequality with knee osteoarthritis: a cohort study / W.F. Harvey, M. Yang, T.D. Cooke, [et al.] // *Ann. Intern. Med.* — 2010. — № 152(5). — P. 287-95.
12. Корнилов Н.В. Травматология и ортопедия: Руководство для врачей / Под ред. Н.В. Корнилова: В 4 т. — СПб.: Гуннократ, 2004—2006.
13. Friend L. Advances in management of limb length discrepancy and lower limb deformity / L. Friend, R.F. Widmann // *Curr. Opin. Pediatr.* — 2008. — № 20(1). — P. 46-51.
14. Vitale M.A. The effect of limb length discrepancy on health-related quality of life: is the “2 cm rule” appropriate? / M.A. Vitale, J.C. Choe, A.M. Sesko, [et al.] // *J. Pediatr. Orthop. B.* — 2006. — № 15(1). — P. 1-5.
15. Wagner H. Operative correction of leg length discrepancy (author's transl.) / H. Wagner // *Langenbecks Arch. Chir.* — 1977. — № 345. — P. 147-54.
16. Попков А.В. Ошибки и осложнения при оперативном удлинении нижних конечностей методом Илизарова у взрослых / А.В. Попков // *Вестник хирургии.* — 1991. — № 1. — С. 113-116.
17. Шевцов В.И. Оперативное удлинение нижних конечностей / В.И. Шевцов, А.В. Попков. — М.: Медицина, 1998. — 192 с.
18. Paley D. Tibial lengthening, children and adults / D. Paley // *Suomen Ortop. Ja Traumatol.* — 1991. — Vol. 14, № 1. — P. 38-39.
19. Synder M. The use of the Ilizarov device for lower limbs lengthening // M. Synder, K. Niedzielski, J. Fabis // *Chir. Narz. Ruchu.* — 1994. — Vol. 59, suppl. 1. — P. 125-129.
20. Зацепин Т.С. Биологическое раздражение зон роста костей при отставании роста конечности в длину / Т.С. Зацепин // *Ортопедия детского и подросткового возраста.* — М., 1958. — С. 15-20.
21. Сердюченко С.Н. Метод временного блокирования зон роста при лечении варусной деформации коленного сустава у детей / С.Н. Сердюченко, О.А. Соколовский, И.А. Захаров // *ARS Medica. Искусство медицины.* — 2011. — № 17. — С. 276-283.
22. Корж Н.А. Временное блокирование зон роста костей для коррекции угловых эпиметафизарных деформаций коленного сустава у детей / Н.А. Корж, С.А. Хмызов, А.И. Корольков и др. // *Ортопедия, травматология и протезирование.* — 2014. — № 4(597). — С. 70-74.
23. Stevens P.M. Guided growth for angular correction: a preliminary series using a tension band plate / P.M. Stevens // *J. Pediatr. Orthop.* — 2007. — № 27(3). — P. 253-9.
24. Saran N. Guided growth for the correction of pediatric lower limb angular deformity / N. Saran, K.E. Rathjen // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* — 2010. — № 18(9). — P. 528-36.
25. Eastwood D.M. Guided growth: recent advances in a deep-rooted concept / D.M. Eastwood, A.P. Sanghrajka // *J. Bone Joint Surg. Br.* — 2011. — № 93(1). — P. 12-8.
26. Phemister D.B. Operative arrestment of longitudinal growth of bones in the treatment of deformities / D.B. Phemister // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 1933. — Vol. 15, № 1. — P. 1-15.
27. Bowen J.R. Percutaneous epiphysiodesis / J.R. Bowen, W.J. Johnson // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 1984. — № 190. — P. 170-173.
28. Canale S.T. Percutaneous epiphysiodesis, experimental study and preliminary clinical result / S.T. Canale, T.A. Russell, R.L. Holcomb // *J. Pediatr. Orthop.* — 1986. — Vol. 6. — P. 150-156.
29. Surdam J.W. Leg length inequality and epiphysiodesis: review of 96 cases / J.W. Surdam, C.D. Morris, J.D. DeWeese, D.M. Drvaric // *J. Pediatr. Orthop.* — 2003. — № 23(3). — P. 381-4.
30. Khoury J.G. Results of screw epiphysiodesis for the treatment of limb length discrepancy and angular deformity / J.G. Khoury, J.O. Tavares, S. McConnell, G. Zeiders, J.O. Sanders // *J. Pediatr. Orthop.* — 2007. — № 27(6). — P. 623-8.

31. Inan M. Efficacy and safety of percutaneous epiphysiodesis / M. Inan, G. Chan, A.G. Littleton, P. Kubiak, J.R. Bowen // *J. Pediatr. Orthop.* — 2008. — № 28(6). — P. 648-51.
32. Ramseier L.E. Minimal invasive epiphysiodesis using a modified "Canale"-technique for correction of angular deformities and limb leg length discrepancies / L.E. Ramseier, A. Sukthankar, G.U. Exner // *J. Child Orthop.* — 2009. — № 3(1). — P. 33-7.
33. Ghanem I. Surgical epiphysiodesis indications and techniques: update / I. Ghanem, J.A. Karam, R.F. Widmann // *Curr. Opin. Pediatr.* — 2011. — № 23(1). — P. 53-9.
34. Burnei G. Upper and lower limb length equalization: diagnosis, limb lengthening and curtailment, epiphysiodesis / G. Burnei, C. Vlad, S. Gavrilu, [et al.] // *Rom. J. Intern. Med.* — 2012. — № 50(1). — P. 43-59.
35. Scott A.C. Percutaneous vs modified phemister epiphysiodesis of the lower extremity / A.C. Scott, B.A. Urquhart, T.E. Cain // *Orthopedics.* — 1996. — № 19(10). — P. 857-61.
36. Campens C. Comparison of three surgical epiphysiodesis techniques for the treatment of lower limb length discrepancy / C. Campens, M. Mousny, P.L. Docquier // *Acta Orthop. Belg.* — 2010. — № 76(2). — P. 226-32.
37. Kömür B. Permanent and temporary epiphysiodesis: an experimental study in a rabbit model / B. Kömür, M. Coşkun, A.A. Kömür // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* — 2013. — № 47(1). — P. 48-54.
38. Anderson M. Growth and Predictions of Growth in the Lower Extremities / M. Anderson, W.T. Green, M.B. Messner // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 1963. — № 45(1). — P. 1-14.
39. Westh R.N. A simple calculation for the timing of epiphysial arrest: a further report / R.N. Westh, M.B. Menelaus // *J. Bone Joint Surg. Br.* — 1981. — № 63-B(1). — P. 117-9.
40. Moseley C.F. A straight line graph for leg length discrepancies / C.F. Moseley // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 1978. — № 136. — P. 33-40.
41. Paley D. Multiplier method for predicting limb-length discrepancy / D. Paley, A. Bhave, J.E. Herzenberg, J.R. Bowen // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 2000. — № 82-A(10). — P. 1432-46.
42. Ghanem I. Surgical epiphysiodesis indications and techniques: update / I. Ghanem, J.A. Karam, R.F. Widmann // *Curr. Opin. Pediatr.* — 2011. — № 23(1). — P. 53-9.
43. Horton G.A. Epiphysiodesis of the lower extremity: results of the percutaneous technique / G.A. Horton, B.W. Olney // *J. Pediatr. Orthop.* — 1996. — № 16(2). — P. 180-2.
44. Blount W.P. Control of bone growth by epiphysial stapling: a preliminary report / W.P. Blount, G.R. Clarke // *J. Bone Joint Surg.* — 1949. — Vol. 3-A. — P. 464-478.
45. Raab P. Correction of length discrepancies and angular deformities of the leg by Blount's epiphysial stapling / P. Raab, A. Wild, K. Sella [et al.] // *Eur. J. Pediatr.* — 2001. — Vol. 160, № 11. — P. 668-674.
46. Mielke C.H. Hemiepiphysial stapling for knee deformities in children younger than 10 years: a preliminary report / C.H. Mielke, P.M. Stevens // *J. Pediatr. Orthop.* — 1996. — Vol. 16(4). — P. 423-429.
47. Stevens P.M. Hemiepiphysiodesis for posttraumatic tibial valgus / P.M. Stevens, F. Pease // *J. Pediatr. Orthop.* — 2006. — Vol. 26(3). — P. 385-392.
48. Gorman T.M. Mechanical axis following staple epiphysiodesis for limb-length inequality / T.M. Gorman, R. Vanderwerff, M. Pond, B. MacWilliams, S.D. Santora // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 2009. — № 91(10). — P. 2430-9.
49. Metaizeau J.P. Percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws (PETS) / J.P. Metaizeau, J. Wong-Chung, H. Bertrand, P. Pasquier // *J. Pediatr. Orthop.* — 1998. — № 18. — P. 363-369.
50. Ilharreborde B. Efficacy and late complications of percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws / B. Ilharreborde, E. Gaumetou, P. Souchet, [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* — 2012. — № 94. — P. 270-275.
51. Pendleton A.M. Guided growth for the treatment of moderate leg-length discrepancy / A.M. Pendleton, P.M. Stevens, M. Hung // *Orthopedics.* — 2013. — № 36(5). — P. 575-80.
52. Stewart D. Dual 8-plate technique is not as effective as ablation for epiphysiodesis about the knee / D. Stewart, A. Cheema, E.A. Szalay // *J. Pediatr. Orthop.* — 2013. — № 33(8). — P. 843-6.
53. Gottlieb M. Controlled longitudinal bone growth by temporary tension band plating: an experimental study / M. Gottlieb, B. Møller-Madsen, H. Stødkilde-Jørgensen, O. Rahbek // *Bone Joint J.* — 2013. — № 95-B(6). — P. 855-60.
54. Gaumetou E. Poor Efficiency of Eight-Plates in the Treatment of Lower Limb Discrepancy / E. Gaumetou, C. Mallet, P. Souchet, K. Mazda, B. Ilharreborde // *J. Pediatr. Orthop.* — 2016. — № 36(7). — P. 715-9.
55. Makarov M.R. Complications Associated With Epiphysiodesis for Management of Leg Length Discrepancy // M.R. Makarov, S.H. Dunn, D.E. Singer [et al.] // *J. Pediatr. Orthop.* — 2016. — Aug 19.
56. Macnicol M.F. Epiphysiodesis using a cannulated tube saw / M.F. Macnicol, M.S. Gupta // *J. Bone Joint Surg. [Br.]* — 1997. — Vol. 79, № 2. — P. 307-309.
57. Amstutz H.C. Equalization of leg length / H.C. Amstutz, D.N. Sakai // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 1978. — № 136. — P. 2-6.
58. Papaioannou T. Scoliosis associated with limb-length inequality / T. Papaioannou, I. Stokes, J. Kenwright // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 1982. — № 164(1). — P. 59-62.
59. Kenwright J. Problems encountered in leg shortening / J. Kenwright, J. Albinana // *J. Bone Joint Surg. Br.* — 1991. — № 73(4). — P. 671-5.
60. Watillon M. L'agarafage epiphysiare dans le traitement des inegalites de longueur des membres inferieurs / M. Watillon, F. Hoet // *Acta Orthop. Belg.* — 1986. — № 52. — P. 209-216.
61. Nouth F. Percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws (PETS): prospective case study and review / F. Nouth, L.A. Kuo // *J. Pediatr. Orthop.* — 2004. — № 24(6). — P. 721-5.
62. Электронний ресурс: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01625975>.
63. Kulkarni R.M. Correction of coronal plane deformities around the knee using a tension band plate in children younger than 10 years / R.M. Kulkarni, F.M. Ilyas Rushnawala, G.S. Kulkarni [et al.] // *Indian. J. Orthop.* — 2015. — Vol. 49(2). — P. 208-218.

Отримано 06.06.2017 ■

Хмызов С.А.¹, Рокутов В.С.², Ершов Д.В.¹

¹ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко НАМН Украины», г. Харьков, Украина

²КУ «Днепропетровское клиническое объединение скорой медицинской помощи» ДООС, г. Днепр, Украина

Современный взгляд на проблему разницы длины нижних конечностей у детей и лечения с использованием методов управляемого роста (литературный обзор)

Резюме. Разница длины нижних конечностей (РДНК) является достаточно распространенной патологией у детей и взрослых, она имеет полиэтиологический характер. По данным различных авторов, РДНК встречается у 40–70 % населения в популяции. Клиническое значение РДНК у детей определяется комплексными биомеханическими и анатомо-физиологическими нарушениями опорно-двигательного аппарата. Этиологический фактор и степень выраженности РДНК (незначительная, умеренная, значительная) определяет тактику дальнейшего лечения. Для лечения РДНК у детей существует много различных хирургических методов. Коррекция РДНК может проводиться путем укорочения более длинной конечности или удлинения сегментов укороченной конечности. Методы коррекции РДНК, механизм действия которых основан на управлении функцией зон роста (ЗР) длинных костей, являются перспективными, в течение последних 80 лет они были объектом пристальных исследований и экспериментальных поисков. Современная тенденция лечения ортопедической патологии у детей ориентирована на использование малоинвазивных методик хирургического

лечения, поэтому концепция управляемого роста, предполагающая использование различных методов воздействия на функцию ЗР (эпифизеодез, степлирование, PETS-техника, временное блокирование пластинами), приобретает широкую популярность. Именно лечение умеренной РДНК у детей (3–6 см) может эффективно проводиться с использованием методов управляемого роста. Использование временного двустороннего блокирования ЗР пластинами с винтами является перспективным направлением, поскольку позволяет проводить обратимое торможение роста здоровой (длинной) конечности, чем достигается лечебный эффект, при этом значительно расширяются показания к использованию метода. В заключение можно отметить, что оптимизация и совершенствование методов лечения РДНК у детей за счет использования малоинвазивных методик, влияющих на функцию ЗР, является актуальной и недостаточно изученной проблемой, требующей дальнейших исследований.

Ключевые слова: управляемый рост; лечение разницы длины нижних конечностей; временное блокирование зоны роста; обзор

S.O. Khmyzov¹, V.S. Rokutov², D.V. Iershov¹

¹State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Science of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

²Dnipropetrovsk Clinical Emergency Association, Dnipro, Ukraine

Modern view on the problem of the leg length discrepancy in children and treatment using methods of guided growth (literary review)

Abstract. The leg length discrepancy (LLD) is quite common problem in children and adults, which has multi-etiological nature. According to various authors, frequency of LLD is from 40 to 70 % of the population. The clinical significance of LLD in children is determined by complex biomechanical, anatomical and physiological disorders of the musculoskeletal system. The etiological factor and the degree of LLD (mild, moderate, severe) determine the strategy for further treatment. There are many different surgical methods are used for LLD treatment in children. LLD correction may be performed by shortening of a longer limb or lengthening of a short limb. Methods of LLD correction, the mechanism of action of which are based on controlling the function of the growth plate (GP) of long bones, are promising and have been the subject of close investigation and experimental research for the last 80 years. The modern philosophy in the treat-

ment of orthopedic pathology in children is focused on minimally invasive methods of surgical treatment, so the concept of guided growth, which is based on using various methods influencing the GP function (epiphysiodesis, stapling, PETS-technique, temporary blocking by 8 plates), becomes very popular. The treatment of moderate LLD (3 to 6 cm) in children can be effectively performed using guided growth. Temporary bilateral blocking of the GP with 8 plates is promising direction, because it allows reversible inhibition of growth of a healthy (long) extremity, which significantly extends the indications for the method. It can be concluded that improvement of methods of LLD treatment in children using minimally invasive techniques that influence GP function requires further research.

Keywords: guided growth; treatment for leg length discrepancy; temporary blocking of the growth plate; review