

О.А. Данилов^{1,2}, В.В. Горелік², О.В. Шульга²

Аналіз ефективності методів корекції пронаційних деформацій стоп у дітей з дитячим церебральним паралічем

¹ДУ «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової НАМН України», м. Київ

²Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ

Paediatric Surgery(Ukraine).2023.2(79):50-57; doi 10.15574/PS.2023.79.50

For citation: Danilov OA, Gorelik VV, Shulga OV. (2023). Analysis of the effectiveness of methods of correction of pronation deformities of the feet in children with cerebral palsy. Paediatric Surgery (Ukraine). 2(79): 50-57. doi: 10.15574/PS.2023.79.50.

Пронаційні деформації стоп є однією з найпоширеніших дитячих деформацій, що потребують хірургічного лікування. Для корекції застосовують підтаранний артрорез, підтаранний артродез за Грайсом. Перспективним є застосування цих методів у поєднанні з пересадкою короткого малогомілкового м'яза.

Мета – вивчити ефективність підтаранного артрорезу та підтаранного артродезу за Грайсом у поєднанні з пересадкою короткого малогомілкового м'яза в корекції пронаційної деформації стоп у дітей з дитячим церебральним паралічем.

Матеріали та методи. Проаналізовано результати лікування 40 пацієнтів віком від 7 до 16 років із пронаційною деформацією стоп. Пацієнтів поділено на 2 групи. Основну групу (25 пацієнтів) поділено на 2 підгрупи залежно від методу хірургічного лікування: підгрупа А – 10 пацієнтів, яким здійснили підтаранний артрорез із пересадкою сухожилка короткого малогомілкового м'яза; підгрупа В – 15 пацієнтів, яким виконали підтаранний артродез за Грайсом із пересадкою сухожилка короткого малогомілкового м'яза. Контрольна група – 15 пацієнтів, яким виконали підтаранний артродез за Грайсом. Для обстеження пацієнтів використано клініко-рентгенологічні методи. Числові дані порівняно між групами та оброблено статистично з визначенням $M \pm m$ і коефіцієнта достовірності за t-критерієм Ст'юдента. Рівень вірогідності встановлено за $p < 0,05$.

Результати. Перевагою підтаранного артрорезу та підтаранного артродезу за Грайсом у поєднанні з пересадкою короткого малогомілкового м'яза є усунення пронаційного патологічного впливу цього м'яза на стопу, посилення супінаторного ефекту заднього великогомілкового м'яза, а також зменшення компресії на аутоімплант при виконанні підтаранного артродезу за Грайсом.

Висновки. Доведено ефективність пересадки сухожилка малогомілкового м'яза в поєднанні з підтаранним артрорезом або артродезом у корекції пронаційної деформації стоп у дітей з дитячим церебральним паралічем, що дає змогу поліпшити клініко-рентгенологічні показники після лікування.

Дослідження проведено відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження схвалено локальними етичними комісіями установ, що брали участь у дослідженні. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: деформація стоп, дитячий церебральний параліч.

Analysis of the effectiveness of methods of correction of pronation deformities of the feet in children with cerebral palsy**O.A. Danilov^{1,2}, V.V. Gorelik², O.V. Shulga²**¹*SI «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after academician O.M. Lukyanova of the NAMS of Ukraine», Kyiv*²*Shupyk National University of Healthcare of Ukraine, Kyiv*

Pronation deformities of the feet are one of the most common childhood deformities requiring surgical treatment. For correction subtalar arthroereisis and subtalar arthrodesis according to Grice are used. The use of these methods in combination with the transposition of the gastrocnemius muscle is promising.

Purpose – to study the effectiveness of subtalar arthroereisis and subtalar arthrodesis according to Grice in combination with transposition of the gastrocnemius muscle in the correction of pronation deformity of the feet in children with cerebral palsy.

Materials and methods. The results of treatment of 40 patients aged 7 to 16 years with pronation deformity of the feet were analyzed. Patients were divided into 2 groups. The main group (25 patients) was divided into 2 subgroups depending on the method of surgical treatment: the subgroup A – 10 patients who underwent subtalar arthroereisis with transposition of the tendon of the short peroneal muscle; the subgroup B – 15 patients who underwent subtalar arthrodesis according to Grice with transposition of the tendon of the short peroneal muscle. The control group included 15 patients who underwent subtalar arthrodesis according to Grice. Clinical and radiological methods were used to examine patients. Numerical data were compared between groups and processed statistically with the determination of $M \pm m$ and the coefficient of reliability by Student's t-test. The level of probability was set at $p < 0.05$.

Results. The advantage of subtalar arthroereisis and subtalar arthrodesis according to Grice in combination with transposition of the gastrocnemius muscle is the elimination of its pronation pathological effect on the foot, increased supination effect of the posterior tibialis muscle, as well as reduced compression on the autoimplant when performing subtalar arthrodesis according to Grice.

Conclusions. The effectiveness of peroneal tendon transposition in combination with subtalar arthroereisis or arthrodesis in the correction of pronation deformity of the feet in children with cerebral palsy has been proven, which allows improving clinical and radiological parameters after treatment.

The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the local ethics committees of all institutions participating in the study. Informed consent was obtained from the patients.

No conflict of interests was declared by the authors.

Keywords: foot deformity, cerebral palsy.

Вступ

Пронаційні деформації стоп у пацієнтів із дитячим церебральним паралічем зустрічаються у 60% випадків і є однією з причин рухової недостатності [20]. Деформації супроводжуються зміною склепіння стопи, її пронацією, еквінусним або вальгусним відхиленням п'яtkової кістки, вертикальним або горизонтальним положенням таранної кістки [7].

Існує велика кількість методів корекції пронаційних деформацій [16,17,23,21]. Найпоширенішим є підтаранний артродез за Грайсом [11,24,29]. Існують повідомлення про міграцію аутотрансплантата, його переломи, резорбцію, а також втрату досягнутої корекції з віком [4,13,18]. Для профілактики ускладнень пропонується додаткова стабілізація таранно-п'яtkово-гомількового, п'яtkово-кубоподібного суглобів, остеотомія п'яtkової кістки, модифікації цих методик [25]. Для усунення плоско-вальгусної деформації значного поширення набув підтаранний артрорез у дітей з гнучкою стопою та без патології нервової системи [5,22,27]. Існують також рекомендації щодо застосування цього методу для лікування ригідної плоскостопості в підлітків у поєднанні з

дисфункцією сухожилка заднього великогомілкового м'яза [8].

З метою поліпшення анатомічних і функціональних результатів деякі автори пропонують доповнювати втручання на кістковому апараті трансплантацією сухожилків до різних відділів стопи [15]. Так, рекомендують пересадку сухожилка довгого мало-гомілкового м'яза на сухожилок заднього великогомілкового м'яза [3]. Однак розташування сухожилка і, відповідно, вектора сили під кутом до поздовжньої осі стопи зменшує ефект супінації. Найкращі біомеханічні умови створюються при переміщенні сухожилка короткого мало-гомілкового м'яза до внутрішнього краю стопи [9].

Значний вплив на розвиток ускладнень має м'язова спастичність, оскільки в умовах анестезії складно передбачити ступінь збільшення патологічного ефекту інтактних і зміщених м'язів. Слід зазначити, що при визначенні показань до артролізу необхідно враховувати ступінь спастичності, і якщо прогнозується ймовірність її посилення після операції, потрібно надавати перевагу підтаранному артродезу, а у пацієнтів віком від 12 років – у поєднанні з таранно-човноподібним артродезом. G. Coulon та співавт. пропонують для корекції плоско-вальгус-

Оригінальні дослідження. Ортопедія

ної деформації стоп обмежитися лише таранно-човноподібним артродезом. З 29 спостережуваних пацієнтів у 28 осіб автори отримали задовільні клініко-рентгенологічні показники [6].

У пацієнтів із дитячим церебральним паралічем можливе застосування методу за наявності вальгусної деформації II–III ступеня тяжкості, гнучкої стопи та слабкої спастичності. Стабілізація тільки медіального стовпа в пацієнтів із високою спастичністю може викликати регрес корекції в процесі росту пацієнта. У разі тяжкої еквіно-плоско-вальгусної деформації таранно-човноподібний артрорез не забезпечить достатньої корекції, особливо в дітей старшої вікової групи. Chakravarty Dussa та співавт. рекомендують видалення човноподібної кістки та артродез суглобів середнього відділу стопи для відновлення склепіння [10].

У разі тяжких ригідних форм плоско-вальгусної деформації та за наявності гіперкінезів корекція стопи за допомогою артролізу не дає змоги повністю стабілізувати підтаранний суглоб, а мікрорухи в зоні імплантату можуть супроводжуватися його зміщенням і болем. За цих умов деякі автори застосовують трисуглобовий артродез. Перевагою цього методу є досягнення стійкого зрощення в ділянці артродезування та позитивний клінічний ефект. Недоліком методики є висока травматичність хірургічного втручання, вкорочення стопи внаслідок великого об'єму резекції кісток, що призводить до зміни біомеханіки ходи [14]. Альтернативним методом оперативного лікування є застосування підтаранного артродезу в поєднанні з таранно-човноподібним артродезом та формуванням човноподібно-великогомілкової зв'язки [7].

У роботах, присвячених лікуванню пронаційних деформацій стоп, спричинених дитячим церебральним паралічем, зустрічаються суперечливі рекомендації щодо застосування підтаранного артролізу або підтаранного артродезу за Грайсом, залежно від ступеня мобільності в суглобах стопи, а також оцінювання результатів застосування додаткових сухожилкових пересадок.

Мета дослідження – вивчити ефективність підтаранного артролізу та підтаранного артродезу за Грайсом в поєднанні з транспозицією короткого малоомілкового м'яза в корекції пронаційної деформації стоп у дітей з дитячим церебральним паралічем.

Матеріали та методи дослідження

Проаналізовано дані, отримані за результатами лікування 40 пацієнтів віком від 7 до 16 років із де-

формацією стоп, що супроводжувалася пронацією, абдукцією переднього відділу та зміною положення п'яtkової кістки (кожну стопу розглядали як окремий клінічний випадок). Усі пацієнти перебували на лікуванні в хірургічних відділеннях міських дитячих лікарень № 1 та № 2 м. Києва за період 2017–2022 рр.

У дослідження включено деформації, спричинені дитячим церебральним паралічем. У 14 пацієнтів діагностовано пронацію стопи з еквіно-плоско-вальгусним варіантом деформації, яка характеризується від'ємними значеннями кута склепіння, вертикальним положенням таранної кістки, пронацією стопи в поєднанні з відведенням її переднього відділу. У 26 пацієнтів діагностовано пронацію стопи з плоско-вальгусним варіантом деформації, що супроводжувалася сплюсненням склепіння і пронацією стопи. Двобічне ураження відмічено у 28 пацієнтів, однібічне – у 12 пацієнтів. Загалом прооперовано 68 стоп. Пацієнтів поділено на 2 групи. Основну групу (25 пацієнтів) поділено на 2 підгрупи залежно від методу хірургічного лікування: підгрупа А – 10 пацієнтів (18 випадків), яким виконали підтаранний артрорез з пересадкою сухожилка короткого малоомілкового м'яза; підгрупа В – 15 пацієнтів (30 випадків), яким виконали підтаранний артродез за Грайсом із пересадкою сухожилка короткого малоомілкового м'яза. Контрольна група – 15 пацієнтів (20 випадків), яким виконали підтаранний артродез за Грайсом.

Усі операції виконано одним і тим самим хірургом, який спеціалізується на лікуванні патології стопи в дітей.

Мобільність стопи оцінено за допомогою тесту Джека та мануального дослідження рухливості в суглобах стопи при її пасивній інверсії та еверсії. Додатково визначено мобільність у підтаранному суглобі за співвідношенням площі входу в *sinus tarsi* при максимальній супінації та пронації стопи з виведенням індексу мобільності. Мобільною вважається стопа з індексом $>1,5$, а ригідною – $<1,4$ [20].

Застосовано такі клінічні методи: визначення подометричного індексу Фрідланда в дітей від 14 років, кута відхилення п'яtkової кістки та відведення переднього відділу стопи. Точку максимального навантаження стопи визначено за допомогою бароподометрії. Для цього вказано середню точку максимального навантаження і визначено відстань від неї до переднього і заднього відділу стопи. Коефіцієнт поздовжнього навантаження визначено за допомогою співвідношення отриманих даних. Для визначення коефіцієнта поперечного навантаження виміряно відстань від середини максимального зусилля до внутрішнього та зовнішнього країв стопи.

Коефіцієнт розраховано шляхом ділення першого значення на друге. Антропометричне дослідження здорових дітей показало, що середні значення коефіцієнта поздовжнього навантаження становлять 0,5, а поперечного – 2. Збільшення коефіцієнта поздовжнього навантаження свідчить про формування п'яtkової стопи, а зменшення – про еквінус. Зменшення коефіцієнта поперечного навантаження свідчить про пронацію стопи, а його збільшення – про супінацію. Для оцінки впливу литкового м'яза на положення п'яtkової кістки використано тест Сільверскольда та вимірювання таких скіалогічних показників за рентгенологічними відбитками, виконаних при навантаженні стопи. На бокових рентгенограмах визначено таранно-І-плесновий (Mearу), човноподібний, таранно-п'яtkовий (Kite) кути і кут нахилу п'яtkової кістки. У передньо-задній проекції визначено таранно-човноподібний кут.

Критерії вилучення з дослідження: діти з плоско-вальгусною деформацією, спричиненою гнучкою та ригідною плоскостопістю, деформаціями стоп із в'ялими парезами та паралічами, захворюваннями м'язів та суглобів.

Показання до хірургічного лікування: еквіно-плоско-вальгусні деформації I–II ступеня, плоско-вальгусні деформації II–III ступеня. При індексі мобільності в підтаранному суглобі $\geq 1,4$ з метою стабілізації підтаранного суглоба застосовано артрорез, при ригідній стопі (індекс мобільності $< 1,4$) – підтаранний артродез за Грайсом.

Числові дані порівняно між групами та оброблено статистично з визначенням $M \pm m$ і коефіцієнта достовірності за t-критерієм Ст'юдента. Рівень вірогідності встановлено за $p < 0,05$.

Дослідження схвалено Комітетом із питань етики Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика.

Під час виконання корекції еквіно-плоско-вальгусної деформації першим кроком стало усунення патологічного впливу литкового м'яза шляхом ахіллопластики або перетину сухожильно-апоневротичного розтягування литкового м'яза в ділянці його переходу в сухожилля. При від'ємному куті п'яtkової кістки виконували ахіллопластику. Задню капсулотомію надп'яtkово-гомількового суглоба виконували за наявності ретракції сумково-з'язкового апарата, яка перешкождала повному розгинанню стопи. У випадках менш вираженої ретракції литкового м'яза обмежувалися перетином сухожильної частини в ділянці її переходу в м'яз. Вивільнення сухожильно-апоневротичного розтягнення литкового м'яза в пацієнтів із плоско-



Примітки: 1 – місце забору трансплантата; 2 – встановлений трансплантат у *sinus tarsi*.

Рис. 1. Рентгенологічний знімок стопи в боковій проекції після виконання підтаранного артродезу за Грайсом. Пацієнт П., 14 років. Діагноз «Плоско-вальгусна деформація стопи III ступеня тяжкості, дитячий церебральний параліч»

вальгусною деформацією проводили в разі позитивного тесту Сільверскольда і кута нахилу п'яtkової кістки $< 20^\circ$. Трансплантацію сухожилля малогомілкового м'яза виконували з 4 розрізів. Перший розріз здійснювали по зовнішньому краю стопи на рівні проксимального метафізу п'ятої плеснової кістки з переходом на *sinus tarsi* плеснової кістки. Сухожилло короткого малогомілкового м'яза прошивали та відсікали в місці прикріплення. Другий розріз проводили від проекції верхнього полюса латеральної щиколотки до межі нижньої та середньої третини малогомілкової кістки. Третій розріз – по передній поверхні середньої третини гомілки, довжиною 3–4 см, у який проводили сухожилля через міжкісткову перетинку тібіофібулярного простору. Четвертий розріз – на тильній поверхні стопи в ділянці проекції човноподібної кістки для виведення сухожилля через підшкірний тунель до стопи. Для визначення точки фіксації тимчасовим швом сухожилля прикріплювали до медіального краю човноподібної кістки та стабілізували положення стопи при максимальному його натягу. Остання повинна бути в супінації до 15° і тильному згинанні 90° . За наявності надмірної супінації точку фіксації сухожилля переміщували до

Оригінальні дослідження. Ортопедія

Таблиця

Результати скіалогічних і подометричних показників стоп пацієнтів через 24 місяці спостереження ($p < 0,001$)

Показник	Контрольна група (n=20) M±m		Підгрупа А основної групи (n=30) M±m		Підгрупа В основної групи (n=18) M±m	
	до операції	після операції	до операції	після операції	до операції	після операції
Човноподібний кут (N=131,0–140,0°)	158,3±3,1°	151,2±2,2°	156,3±3,4°	146,3±2,5°	160,3±3,3°	149,3±2,6°
Таранно-І-плесновий кут (Meary) (N≤4,0°)	26,3±0,28°	11,8±0,28°	23,1±0,31°	5,8±0,21°	25,1±0,21°	7,8±0,22°
Таранно-п'ятковий кут (Kite) (N=20,0°)	49,3±0,18°	40,1±0,26°	44,2±0,13°	35,3±0,24°	46,2±0,23°	36,3±0,23°
Кут нахилу п'яtkової кістки (N=15,0–20,0°)	5,3±0,14°	13,4±0,24°	5,8±0,21°	15,1±0,11°	6,1±0,11°	14,1±0,14°
Таранно-човноподібний кут (N≥7,0°)	12,3±0,23°	9,8±0,13°	13,1±0,14°	5,1±0,14°	13,1±0,14°	5,1±0,14°
Коефіцієнт повздовжнього навантаження (N=0,5)	0,22±0,01	0,48±0,02	0,31±0,03	0,51±0,02	0,21±0,02	0,59±0,04
Коефіцієнт поперечного навантаження (N=2,0)	1,4±0,02	1,6±0,03	1,3±0,01	2,1±0,03	1,2±0,03	1,8±0,03

латерального краю човноподібної кістки. За наявності ригідної форми плоско-вальгусної деформації стопи виконували підтаранний артродез за Грайсом. *Sinus tarsi* звільняли від сполучної тканини. На поверхні нижнього краю таранної кістки та верхнього краю п'яtkової кістки формували борозенки глибиною до 1 мм. Відстань між сформованими борозенками вимірювали в положенні супінації стопи під кутом 20–25°. За допомогою розрізу з передньої поверхні великогомілкової кістки формували трансплантат шириною 1,0–1,5 см, який за максимальної супінації встановлювали в *sinus tarsi* (рис. 1).

Показником корекції було положення стопи в супінації під кутом 10–15° та можливе пасивне відведення переднього відділу стопи до 10°.

Підтаранний артродез виконували в разі частково збереженої мобільності в підтаранному суглобі. За визначення адекватного розміру імплантату під час встановлення пробного розширювача діапазон рухів у підтаранному суглобі у фронтальній площині становив 10–15°. Імобілізацію стопи гіпсовою пов'язкою проводили протягом 4–5 тижнів. Навантаження на стопу починали через 3 тижні після операції. Після зняття гіпсової пов'язки проводили стабілізацію динамічним ортезом на стопу протягом 10–12 місяців. У подальшому пацієнту рекомендували використовувати ортопедичне взуття або супінатори.

Результати дослідження та їх обговорення

Контрольне обстеження проводили через 3, 12 місяців, остаточне – через 24 місяці. Термін відновлення самостійної ходьби, після зняття імобілізації, у пацієнтів обох груп становив 8,5±4,8 доби і залежав від тяжкості клінічного перебігу основного захворювання та ступеня рухових порушень.

За результатами клініко-подометричного обстеження пацієнтів після оперативного лікування виявили достовірне поліпшення показників усієї основної групи порівняно з контрольною.

Пацієнти обох груп мали зміщення точки максимального навантаження донизу та латерально після оперативного лікування. Однак в основній групі перенесення навантаження на задній відділ стопи було більш вираженим, що пояснюється впливом пересаженого сухожилля на середній відділ стопи і, відповідно, його дорсифікацією. Латеральне зміщення точки навантаження в основній групі спостерігалось протягом усього періоду дослідження, на відміну від контрольної групи. Після рентгенологічного обстеження пацієнтів основної групи порівняно з контрольною відмічалось достовірне поліпшення скіалогічних показників стопи ($t \leq 0,05$): наближення до норми показників у боковій проекції таранно-І-плеснового, човноподібного, таранно-п'яtkового кутів та кута нахилу п'яtkової кістки, у передньо-задній проекції – таранно-човноподібного кута.



Рис. 2. Фотовідбитки стоп пацієнта К., 12 років. Діагноз «Дитячий церебральний параліч, плоско-вальгусна деформація стоп III ступеня тяжкості»: А – до оперативного лікування; В – після оперативного лікування

Рентгенологічні та подометричні показники пацієнтів основної групи наведено в таблиці.

В одного (11,1%) пацієнта із середнім ступенем спастичності, але збереженою рухливістю в суглобах, після зняття гіпсової іммобілізації відзначалася больова реакція за фізичного навантаження протягом 14 діб, яка минула після фізіотерапевтичного лікування. У другого (11,1%) пацієнта поряд із больовим синдромом сформувалася варусна деформація обох стоп, у зв'язку з чим імпланти були видалені, а сухожилля пересажені на латеральний край човноподібної кістки з пересадкою сухожилля малогомілкового м'яза. Метод дав змогу повністю усунути ефект пронації та больовий синдром.

Переломи або міграція аутотрансплантатів у пацієнтів обох груп не відмічалися. У більшості хворих зберігалася корекція деформації стопи у віддалених термінах після хірургічного лікування. Резорбція трансплантата протягом 10–14 місяців після операції спостерігалася в 4 пацієнтів 6 випадків) контрольної групи, що становило 33,3% від загальної кількості випадків.

Зона резорбції локалізувалася в центрі трансплантата і супроводжувалася появою рухливості в підтаранному відділі, збільшенням рухливості в п'ятково-кубоподібному і таранно-п'ятковому суглобах на 15–20° порівняно з показниками після зняття гіпсової пов'язки.

Отже, порівняльний аналіз двох груп показав, що в разі поєднання артрорезу або підтаранного артродезу за Грайсом із пересадкою сухожилля малогомілкової кістки на тильно-медіальну поверхню стопи спостерігалася поліпшення стабільності стопи, відновлення подометричного індексу та положення точки максимального навантаження як у поперечному, так і в поздовжньому напрямку стопи, зменшення або усунення больового синдрому, досягнуто рентгенологічної корекції деформації стопи.

Подометричні та скіалогічні показники в основній групі були достовірно значущими та наближалися до норми. У підгрупі А основної групи коефіцієнт поздовжнього навантаження – $t=4,85$; $p<0,05$;

коефіцієнт поперечного навантаження – $t=5,32$; $p<0,05$. За результатами порівняння показників човноподібного кута виявлено, що в підгрупі А основної групи ($146,3\pm 2,5^\circ$) він був достовірно нижчим ($t=10,51$, $p<0,001$), ніж у контрольній групі ($151,2\pm 2,2^\circ$); а за даними порівняння показників таранно-човноподібного кута відмічено, що в підгрупі А основної групи ($5,1\pm 0,14^\circ$) він був достовірно нижчим ($t=14,32$, $p<0,001$), ніж у контрольній групі ($9,8\pm 0,13^\circ$).

У підгрупі В основної групи коефіцієнт поздовжнього навантаження – $t=4,85$; $p<0,05$; коефіцієнт поперечного навантаження – $t=0,32$; $p<0,05$. Також відзначалося достовірне поліпшення показників рентгенологічних кутів у підгрупі В основної групи: під час порівняння показників човноподібного кута виявлено, що в підгрупі В основної групи ($149,3\pm 2,6^\circ$) він був достовірно нижчим ($t=11,25$, $p<0,001$), ніж у контрольній групі ($151,2\pm 2,2^\circ$); а під час порівняння показників таранно-човноподібного кута відмічено, що в підгрупі В основної групи ($7,1\pm 0,15^\circ$) він був достовірно нижчим ($t=13,15$, $p<0,001$), ніж у контрольній групі ($9,8\pm 0,13^\circ$). Це свідчить про відновлення архітекtonіки медіального склепіння та усунення вальгізації заднього відділу стопи.

Подометричний індекс Фрідланда оцінювали в пацієнтів віком від 14 років: в основній групі – у 24 випадках, у контрольній групі – у 20 випадках. У контрольній групі показники через 24 місяці знизилися з $28,5\pm 5,4$ до $24,1\pm 3,1$ у 8 (80%) пацієнтів, в основній – з $29,5\pm 2,1$ до $27,1\pm 3,2$ у 2 (16,7%) пацієнтів.

Клінічний приклад: пацієнт із дитячим церебральним паралічем і плоско-вальгусною деформацією стоп III ступеня тяжкості. Проведено корекцію деформації обох стоп: трансплантація сухожилля малогомілкового м'яза в поєднанні з підтаранним артродезом за Грайсом (рис. 2).

Основною причиною формування еквіно-плоско-вальгусної та плоско-вальгусної деформації в дітей з дитячим церебральним паралічем є дисбаланс між м'язами пронаторів і супінаторів, згиначів і розгиначів стопи та пальців. Такі деформації характери-

Оригінальні дослідження. Ортопедія

зуються порушенням тону м'язу литкового м'яза, що викликає зменшення, аж до від'ємних значень, кута нахилу п'яткової кістки і, відповідно, кута склепіння з формуванням стопи типу «прес-пап'є».

У деяких пацієнтів після корекції еквінусного положення стопи, унаслідок надмірного подовження кінематичного ланцюга литкового м'яза, виникає гіпермобільність у надп'ятково-гомільковому суглобі. Незалежно від положення п'яткової кістки для вищезазначених деформацій характерні пронація та абдукція переднього відділу стопи. У 1952 р. D.S. Grice запропонував усунути пронацію стопи в дітей, спричинену захворюваннями нервової системи, шляхом стабілізації підтаранного суглоба [11]. Подальше вивчення результатів застосування цього методу показало наявність можливих ускладнень у вигляді резорбції трансплантата, його переломів, втрати досягнутої корекції [4,13]. Для усунення ускладнень запропоновано заповнення *sinus tarsi* фрагментом крила клубової кістки або малогомілкової кістки [12]. Недоліками методів є додаткова операційна травма та наявність косметичних дефектів. G.A. Arangio та співавт., вивчаючи біомеханічну модель підтаранного артролізу, показали зміщення навантаження з медіальної колони в бік латеральної, зменшення силового навантаження в таранно-п'ятково-гомільковому і плесно-фаланговому суглобах [1]. Подібні умови створюються при підтаранному артродезі. Посилення супінації стопи за допомогою пересадженого сухожилка *m. peroneus brevis* зменшує компресію в синусі плеснової кістки і тиск на трансплантат. Враховуючи, що *m. peroneus brevis* є антагоністом *m. tibialis posterior*, зменшується навантаження на останній і тим самим посилюється супінаційний ефект. Пересадка сухожилля *m. peroneus brevis* у ділянці медіального стовпа зумовлена наявністю трьох факторів: зменшенням компресії в підтаранному суглобі, відновленням конгруентності в таранно-п'ятковому суглобі за рахунок зміщення човноподібної кістки дорзально, а також стабілізацією положення п'яткової і таранної кісток.

J. Wen та співавт. провели порівняльний аналіз застосування підтаранного артролізу та артродезу в дітей з дитячим церебральним паралічем. Дослідження показало однакову ефективність обох методів [28]. Однак автори не навели показань до застосування кожного методу залежно від рухливості стопи та характеру деформації. Вивчення робіт, присвячених результатам застосування артролізу в дітей з гнучкою плоско-вальгусною стопою, показало деякі негативні результати. Так, F. Ozan та співавт. відзначили, що частота ускладнень у вигляді болю,

остеонекрозу, переломів імплантатів коливалася від 30% до 40% [19]. В. Vogt та співавт. зазначили, що через ускладнення передчасне видалення імплантатів знадобилося у 6 з 21 пацієнта [26].

За отриманими нами результатами, передчасне видалення імплантатів виконано у двох випадках у пацієнта підгрупи А основної групи, що становило 11,1%. Причиною ускладнень у вигляді гіперкорекції та больового синдрому був неадекватний розмір імплантатів та неправильна оцінка ступеня супінаційного впливу пересадженого сухожилля на малогомілкову кістку.

Висновки

Доведено ефективність пересадки сухожилка малогомілкового м'язу в поєднанні з підтаранним артролизом або артродезом у корекції пронаційної деформації стоп у дітей з дитячим церебральним паралічем; а це дає змогу поліпшити клініко-рентгенологічні показники після лікування.

Позитивний ефект досягається за рахунок стабілізації склепіння стопи, зменшення навантаження на ауто трансплантат, що виключає його перелом або резорбцію.

Проблема плоско-вальгусної деформації стоп у дітей із церебральним паралічем потребує подальшого вивчення. Дослідження причин ускладнень, які виникають після оперативного лікування, і методів їхнього усунення сприятиме створенню умов для ранньої реабілітації та вертикалізації пацієнтів.

Фінансування. Робота виконана за кошти авторів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References/Література

1. Arangio G, Reinert K, Salathe E. (2004). A biomechanical model of the effect of subtalar arthroereisis on the adult flexible flat foot. *Clinical biomechanics*. 19 (8): 847–852.
2. Bernasconi A. (2017). The role of arthrodesis of the subtalar joint for flatfoot in children and adults. *EFORT Open Reviews*. 2; 11: 438–446.
3. Best MJ, Buller LT, Miranda A. (2015). National Trends in Foot and Ankle Arthrodesis: 17-Year Analysis of the National Survey of Ambulatory Surgery and National Hospital Discharge Survey. *J Foot Ankle Surg*. 54 (6): 1037–1041. URL: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2015.04.023>.
4. Bratberg JJ. (1977). Extra-articular arthrodesis of the subtalar joint: a clinical study and review. *Clinical Orthopedic Rehabilitation*. 126: 220–224.
5. Caravaggi P. (2018). Functional evaluation of bilateral subtalar arthroereisis for the correction of flexible flatfoot in children: 1-year follow-up. *Gait Posture*. 64: 152–158.
6. Coulon G, Turcot K, Canavesse F et al. (2011). Talonavicular arthrodesis for the treatment of neurological flat foot deformity in pediatric patients: clinical and radiographic evaluation of 29 feet. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 31 (5): 557–563.

7. Danilov OA, Shulga OV. (2020). Optimization of surgical treatment of rigid flat feet in children with dysfunction of the tendon of the posterior tibial muscle. *Pediatric surgery*. 4: 72–80. [Данилов ОА, Шульга АВ. (2020). Оптимізація хірургічного лікування ригідної плоскостопості у дітей з дисфункцією сухожилля заднього великогомілкового м'яза. *Хірургія дитячого віку*. 4 (69): 72–80]. doi: 10.15574/PS.2020.69.72.
8. Danylov AA, Shulga OV, Gorelik VV. (2016). The mechanism of formation and clinical course of pronation foot deformity in children bearing cerebral palsy. *Surgery of Ukraine*. 4 (60): 18–23.
9. Danylov AA, Abdalbarie D, Gorelik VV. (2017). Orthopedic alignment of pronation foot deformation in children with cerebral palsy. *Pediatric Surgery*. 1 (54): 58–64. [Данилов ОА, Абдалбарі Д, Горелік ВВ. (2017). Ортопедична корекція пронаційних деформацій стоп у дітей з церебральним паралічем. *Хірургія дитячого віку*. 1 (54): 58–64].
10. Dussa CH, Döderlein L, Forst R et al. (2017). Management of Severe Equinovalgus in Patients With Cerebral Palsy by Naviclectomy in Combination With Midfoot Arthrodesis. *Foot Ankle International* 38 (9): 1011–1019.
11. Grice DS. (1952). An extra-articular arthrodesis of subastragalar joint for correction of paralytic flat feet in children. *J. Bone Joint surgery Americ. A* (4): 927–940.
12. Güven M, Abbas T, Akman B et al. (2016). Modified Grice-Green subtalar arthrodesis performed using a partial fibular graft yields satisfactory results in patients with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 25 (2): 119–125.
13. Güven M. (2008). The results of the Grice subtalar extra-articular arthrodesis for pes planovalgus deformity in patients with cerebral palsy. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 42 (1): 31–37.
14. Hoshko VIu, Cheverda AI. (2018). Triple arthrodesis in the treatment of flat foot deformities in children with neuromuscular disorder. *Herald of orthopedics, traumatology and prosthetics*. 3: 49–56.
15. Huber M. (2013). What is the role of tendon transfer in the cavus foot? *Foot Ankle Clin*. 18 (4): 689–695.
16. Jakov J. (2009). Complications following correction of the planovalgus foot in cerebral palsy. *Acta Orthopedic. Belg*. 75 (3): 374–379.
17. Kadhim M. (2014). Pes planovalgus deformity in children with cerebral palsy: review article. *J. Pediatr. Orthop*. 23 (5): 400–405.
18. Mazis GA. (2012). Results of extra-articular subtalar arthrodesis in children with cerebral palsy. *Foot Ankle Int*. 33 (6): 469–474.
19. Ozan F, Doğar F, Gençer K et al. (2015). Symptomatic flexible flatfoot in adults: subtalar arthroereisis. *Therapeutics and Clinical Risk Management*. 11: 1597–1602.
20. Richie D. (2020). Biomechanics and Orthotic Treatment of the Adult Acquired Flatfoot. *Clin Podiatr Med Surg*. 37 (1): 71–89. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2019.08.007>.
21. Sanchez AA. (1999). Subtalar staple arthroereisis for planovalgus foot deformity in children with neuromuscular disease. *J. Pediatr. Orthop*. 19 (1): 34–38.
22. Smith JC. (2021). Subtalar arthroereisis for the treatment of the symptomatic paediatric flexible pes planus: a systematic review. *EFORT Open Reviews*. 6; 2: 118–129.
23. Smith PA. (2000). Sta-Peg arthroereisis for treatment of the planovalgus foot in cerebral palsy. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*. 17 (3): 459–469.
24. So E, Reb CW, Larson DR, Hyer CF. (2018). Medial Double Arthrodesis: Technique Guide and Tips. *J Foot Ankle Surg*. 57 (2): 364–369. URL: <https://doi.org/10.1053/2017>.
25. Umnov VV, Umnov DV. (2016). Errors and complications in surgical treatment of non-stable equino-plano-valgus foot deformity in patients with cerebral palsy, with use of the methods of extra-articular arthrodesis of the subtalar joint. *Pediatric Traumatology, Orthopedics and Reconstructive Surgery*. 4 (2): 24–28.
26. Vogt B, Toporowski G, Gosheger G et al. (2021). Subtalar Arthroereisis for Flexible Flatfoot in Children – Clinical, Radiographic and Pedobarographic Outcome Comparing Three Different Methods. *Children (Basel)*. 8 (5): 359.
27. Yu T, Yang Y, Yu G. (2011). Application progress of subtalar arthroereisis for the correction of pediatric flatfoot in children. *Zhongguo Xiu Fu Chong. Jian Wai Ke Za Zhi*. 25 (12): 1513–1516.

Відомості про авторів:

Данилов Олександр Андрійович – д.мед.н., проф. каф. дитячої хірургії НУОЗ України імені П.Л. Шупика; лікар ортопед-травматолог дитячий ДУ «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9. <https://orcid.org/0000-0002-4605-7032>.

Горелік Валерія Володимирівна – к.мед.н., доц. каф. дитячої хірургії НУОЗ України імені П.Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9. <https://orcid.org/0000-0002-2702-7946>.

Шульга Олександр Володимирович – доктор філософії в галузі «Медицина», лікар ортопед-травматолог дитячий Київської обласної дитячої лікарні №2. Адреса: Київська обл., м. Біла Церква, вул. Шолом-Алейхема, 46. <https://orcid.org/0000-0002-9962-2816>.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2023 р., прийнята до друку 14.06.2023 р.