

УДК 616.718.7/.9+616.748]-053.2-007.2-089.168-042.2](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-5987202119-17>

## Порівняльний аналіз опороспроможності нижніх кінцівок у дітей із рецидивами вродженої еквіноварусної клишоногості після хірургічного лікування за «традиційними» методами та методикою Понсеті

С. О. Хмизов, Г. В. Кикош, О. Д. Карпінська, М. Ю. Карпінський

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

*Congenital equinovarus clubfoot (EVC) is the second most common congenital anomaly of the musculoskeletal system in children and one of the most common causes of childhood disability in Ukraine. The frequency of EVC reaches 1–3 cases per 1 000 newborns (35–40 % of all foot deformities). Objective. To determine the features of the children ability with EVC recurrences, before and after surgical treatment by «traditional» methods and Ponseti method. Methods. Biomechanical examinations of 65 children with EVC recurrences were performed. They were divided into two groups: group I (33 patients) — treated by «traditional» methods, which provided initial surgery, in order to completely correct all components of the deformity; group II (32 patients) — treatment by Ponseti method. Weight-bearing function was studied for all patients, before treatment, after 6 and 12 months after surgery, with statography. Results. It was determined that the standing parameters in the groups were not statistically different. After 6 months after the treatment, according to the statograms, the weight-bearing displacement remained, under the conditions of two weight-bearing standing towards the contralateral limb, in both groups of patients. In group I, after treatment, this parameter did not change ( $p = 0.924$ ), and in group II it decreased by  $(2.7 \pm 4.7) \%$  ( $p = 0.013$ ). Weight-bearing on the operated limb in both groups, in 12 months from surgery increased by 45 %. Conclusions. In patients, after treatment of EVC recurrences by Ponseti method, the weight-bearing function indicators, in the case of two weight-bearing standing, changed statistically significant. During the recovery process, when patients began to load the operated foot, a slight deterioration of standing parameters was observed in patients of group I in 6 months from surgery. In patients of group II, a complete restoration of statographic parameters occurred earlier, in 6 months, a normalization of weight-bearing and stability was observed. Thus, it can be argued that the use of Ponseti method in the complex treatment of EVC allows to restore the ability of weight bearing much earlier than with the «traditional» method. Key words. Congenital talipes equinovarus, children, Ponseti method, statography.*

*Уроджена еквіноварусна клишоногість (УЕВК) є другою за частотою серед усіх уроджених аномалій кістково-м'язової системи в дітей і однією з найпоширеніших причин дитячої інвалідності в Україні. Частота УЕВК сягає 1–3 випадки на 1 000 новонароджених (35–40 % усіх деформацій стоп). Мета. Визначити особливості опороспроможності дітей із рецидивами УЕВК до та після хірургічного лікування за «традиційними» методами та методикою Понсеті. Методи. Проведено біомеханічні обстеження 65 дітей із рецидивами УЕВК, яких розподілили на дві групи: I (33 пацієнти) — «традиційні» методи, які передбачали початкове хірургічне втручання для повного виправлення всіх компонентів деформації; II (32) — методика Понсеті. Усім хворим до лікування, через 6 і 12 міс. після операції проводили дослідження опороспроможності методом статографії. Результати. Визначено, що параметри стояння в групах статистично не відрізнялися. Через 6 міс. після лікування за даними статограм відмічали збереження зміщення опори за умов двоножного стояння у бік контралятеральної кінцівки в обох групах хворих. У I групі після лікування цей параметр практично не змінився ( $p = 0,924$ ), а у II — зменшився на  $(2,7 \pm 4,7) \%$  ( $p = 0,013$ ). Опора на оперовану кінцівку через 12 міс. після хірургічного лікування в обох групах збільшилася на 45 %. Висновки. У хворих після лікування рецидивів УЕВК за методикою Понсеті показники опороспроможності в разі двоножного стояння статистично значуще змінилися. У процесі відновлення, коли пацієнти починали навантажувати оперовану стопу, спостерігали незначне погіршення параметрів стояння в пацієнтів I групи через 6 міс. після операції. У хворих II групи повне відновлення статографічних параметрів відбувалося раніше, уже через 6 міс. спостерігали нормалізацію опорності та стійкості. Таким чином, можна стверджувати, що використання методики Понсеті в комплексному лікуванні УЕВК дозволяє відновити опороспроможність нижніх кінцівок пацієнтів значно раніше, ніж застосування «традиційних» методів.*

**Ключові слова.** Уроджена клишоногість, діти, методика Понсеті, статографія

## Вступ

Уроджена еквіноварусна клишоногість (УЕВК) є другою за частотою серед усіх уроджених аномалій кістково-м'язової системи в дітей і дотепер однією з найпоширеніших причин дитячої інвалідності в Україні. Частота УЕВК сягає 1–3 випадки на 1 000 новонароджених (35–40 % усіх деформацій стоп) [1–3].

У разі рецидивів УЕВК у дітей віком 3–10 років підходи до лікування значно відрізняються. Зокрема, після первинного консервативного лікування за методикою Понсеті проводять транспозицію сухожилка переднього великогомілкового м'яза (СПВМ) на III клиноподібну кістку. Для виконання цієї операції запропоновано декілька технік [4], які значно відрізняються: транспозиція цілого чи розщепленого сухожилка на III клиноподібну чи кубоподібну кістки стопи.

Біомеханічні дослідження щодо умов функціонування переднього великогомілкового м'яза (ПВГМ) у випадку рецидиву УЕВК та після транспозиції СПВМ на III клиноподібну кістку на сьогодні відсутні [5]. Оpubліковані поодинокі роботи з вивчення біомеханічних змін стопи після виконання транспозиції СПВМ, а саме: плантарного тиску [6], амплітуди рухів у надп'ятковому та піднадп'ятковому суглобах і переднього відділу стопи [7].

*Мета:* визначити особливості опороспроможності дітей із рецидивами вродженої еквіноварусної клишоногості до та після хірургічного лікування за методикою Понсеті в порівнянні з «традиційними» методами.

## Матеріал і методи

Матеріали роботи розглянуто на засіданні комісії з питань біоетики ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» та отримано позитивну оцінку (протокол № 186 від 15.11.2018) відповідно до чинних міжнародних і державних етичних вимог.

У лабораторії біомеханіки ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» обстежено 65 дітей із рецидивами УЕВК. Пацієнтів розподілено на дві групи:

– I, контрольна (33 дитини) — «традиційні» методи, які передбачали початкове хірургічне втручання для повного виправлення всіх компонентів деформації. Більшість пацієнтів (85 %) отримали попереднє лікування в інших дитячих відділеннях різних областей України. Лікування

здійснено в період із 2000 по 2007 р., ретроспективне дослідження. До групи ввійшли діти віком від 4 до 12 років, у середньому ( $7,1 \pm 2,1$ ) роки;

– II, основна (32 особи) — методика Понсеті, пацієнти проходили лікування в період із 2008 по 2017 р., середній термін спостереження становив 25 міс. (від 7 до 72). До групи ввійшли діти віком від 4 до 10 років, у середньому ( $6,0 \pm 1,6$ ) роки.

За віком групи дітей статистично не відрізнялися ( $t = 2,005$ ;  $p = 0,052$ ).

Усім хворим проводили дослідження опороспроможності методом статографії [8–11]. Постуральні параметри вертикального стояння оцінювали за допомогою пристрою «Статограф» (рис. 1), розробленого СКБ «Полісвіт» ПО «Комунар» [12].

Через значну різницю за зростом і розміром стопи обстежених дітей статографічні параметри дуже розрізнялися. До того ж, абсолютні показники статограми змінюються з віком через зростання хворого. Для їхнього оцінювання запропоновано метод аналізу відносних величин, а саме — відсоток зміщення центра проекції загального центра мас (ЦПЗЦМ) від центра координат у разі двохопорного стояння до центра проекції ЗЦМ за умовного стояння на одній кінцівці, аналогічно — відсоток зміщення в разі переважної опори на одну кінцівку, але вже відносно координати ЦПЗЦМ двохопорного стояння.

Крім цих параметрів, оцінювали площу та коефіцієнт форми проекції ЗЦМ у разі двохопорного стояння та переважної опори на одну кінцівку. Алгоритм розрахунку відсотка зміщення ЦПЗЦМ наведено на рис. 2, б, загальний вигляд статограми — на рис. 2, а.



Рис. 1. Пристрій «Статограф»

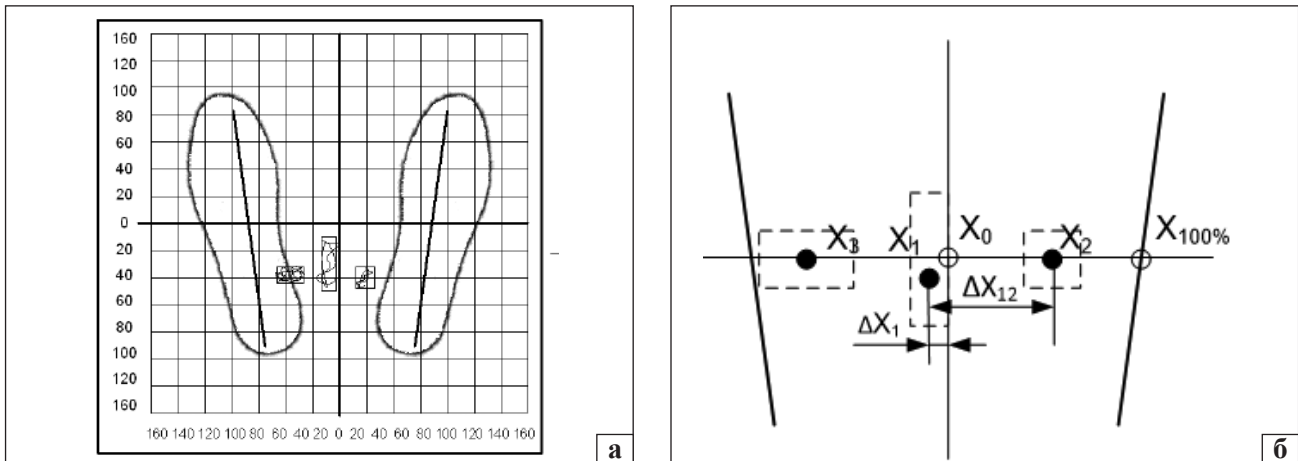


Рис. 2. Загальний вигляд статограми (а) та схема для розрахунку відсотка відхилення ЦПЗЦМ (б)

Для розрахунків параметрів аналізу статограм застосовано дані протоколів статографічного дослідження — зміщення ЗЦМ за віссю Х. Алгоритм розрахунку зміщення ЦПЗЦМ у разі двоножного стояння:

1. На статограмі визначають значення координати для точки  $X_{100\%}$ , розташованої на перехресті лінії проекції стопи та лінії розташування ЦПЗЦМ двоножного стояння. Координата, що відповідає точці  $X_{100\%}$  є відстанню, яку приймають за 100 % —  $\Delta X_{12}$ . Зазвичай точка  $X_{100\%}$  справа та зліва статограми однакова, але у деяких випадках може мати різні значення. У цьому разі  $X_{100\%}$  для кожної сторони статограми розглядають окремо.

2. Надалі визначають координату ЦПЗЦМ для двоножного стояння за протоколом статограми. Зміщення розраховують за формулою (1):

$$X_1 \% = \frac{(0 - X_1) \times 100 \%}{\Delta X_{12}} . \quad (1)$$

3. Для визначення зміщення опори на праву кінцівку ( $X_2$  %) за протоколом статограми виявляють точку  $X_2$  — опора на праву кінцівку (ураховують знак координати). Зміщення розраховують за формулою (2):

$$X_2 \% = \frac{(X_2 - X_1) \times 100 \%}{\Delta X_{12}} . \quad (2)$$

4. Аналогічно проводять визначення для  $X_3$  %.

Величина зміщення координати показує ступінь навантаження стоп під час двоножного стояння й опороспроможність кожної кінцівки під час одноножного.

У разі двоножного стояння зміщення  $(0 \div 5)$  % можна вважати нормальним, збільшення показника свідчить про порушення опорності кінцівки, а зміщення понад 3 % — про відсутність повноцінної опори на кінцівку.

За умов одноножного стояння 100 % — це стояння на одній нозі, але в дослідженнях цю тезу не застосовують. Нормальним вважають зміщення близько 50–70 %; 30–50 % — достатнім, але хворий не може повноцінно спиратися на кінцівку; 20–30 % — опора слабка; 20 % — опорність кінцівки майже відсутня.

Площу проєкції ЗЦМ ( $S_1, S_2, S_3$ ) визначають як множину розбігу координат  $X$  та  $Y$ . Коефіцієнт форми ( $Kf_1, Kf_2, Kf_3$ ) — це відношення розкиду за віссю  $X$  до розбігу за віссю  $Y$ .

Якщо  $Kf$  дорівнює 1, форма проєкції ЗЦМ кругла, за  $Kf$  менше ніж 1 — витягнута в сагітальній площині, за  $Kf$  понад 1 — у фронтальній.

У зв'язку з тим, що хірургічні втручання виконували на різних кінцівках для зручності аналізу порівнювали оперовану з неоперованою. Швидкість коливання визначали через аналіз розгорнутого часового рядка статограми. Нормальними значеннями вважали  $(6 \pm 5)$  мм/с [13].

Пацієнтів обстежували до лікування, через 6 і 12 міс. після операції. Для кожної дитини розраховували зміщення ЦПЗЦМ для двоножного й одноножного стояння. Дані між групами порівнювали за допомогою Т-тесту для незалежних вибірок [14].

## Результати та їх обговорення

Проаналізовано протокольні статографічні дані, за якими розраховано відносні величини зміщення ЦПЗЦМ хворих для двоножного й одноножного стояння, показання наведено в табл. 1.

Показники порівняльного аналізу між термінами спостереження наведено в табл. 2. Оцінювання проводили за допомогою Т-тесту для парних порівнянь (повторних вимірювань).

Відмічено, що параметри стояння в групах до лікування статистично не відрізнялися. За умов двохопного стояння зміщення ЗЦМ хворих обох груп у середньому не перевищувало 2 мм, але у деяких дітей спостерігали зміщення близько 10 мм у бік здорової кінцівки, статистичної різниці параметрів двохопного стояння між групами не виявлено ( $p = 0,178$ ). У разі одноопного стояння пацієнти I групи мали більшу здатність опиратися на оперовану кінцівку —  $(41,7 \pm 8,6) \%$ , ніж II —  $(40,1 \pm 10,2) \%$ . Проте через великий розкид значень

(від 25 до 74 %) різниця не досягла статистично значущого рівня ( $p = 0,588$ ). Параметри опори на неоперовану кінцівку також мали велику різницю значень (від 25 до 74 %), і теж між групами не відрізнялися.

Через 6 міс. після лікування зафіксовано збереження зміщення опори в разі двохопного стояння в бік неоперованої кінцівки (табл. 1) в обох групах хворих. У I групі зміщення опори на неоперовану кінцівку практично не змінилося ( $p = 0,924$ ), а у II — статистично значущо ( $p = 0,013$ ) зменшилося на  $(2,7 \pm 4,7) \%$ .

Таблиця 1

Динаміка зміни центра проєкції ЗЦМ хворих до та після хірургічного лікування

Параметр		Термін спостереження, міс.						
		до операції		через 6		через 12		
		I група	II група	I група	II група	I група	II група	
Двохопне стояння	абс. коорд	$-2,4 \pm 3,2$ $-7,0 \div 4,1$	$-3,6 \pm 2,4$ $-10,0 \div 0,0$	$-4,0 \pm 1,3$ $-6,0 \div 1,5$	$-2,2 \pm 1,3$ $-4,7 \div 0,3$	$0,2 \pm 1,7$ $-2,7 \div 2,6$	$0,3 \pm 1,8$ $-3,0 \div 3,6$	
	t, p	$t = 1,370; p = 0,178$		$t = -4,712; p = 0,001$		$t = -0,186; p = 0,854$		
	% відхилення	$9,0 \pm 9,4$ $0,4 \div 44,8$	$7,8 \pm 4,5$ $0,1 \div 15,8$	$6,3 \pm 3,5$ $0,3 \div 10,9$	$7,3 \pm 4,6$ $0,6 \div 17,1$	$3,7 \pm 2,6$ $0,1 \div 9,1$	$3,9 \pm 2,7$ $0,1 \div 11,0$	
	t, p	$t = 0,560; p = 0,579$		$t = -0,758; p = 0,453$		$t = -0,137; p = 0,892$		
Переважна опора на	оперовану кінцівку	абс. коорд	$33,4 \pm 5,0$ $24,0 \div 40,0$	$30,7 \pm 5,0$ $18,4 \div 40,5$	$31,7 \pm 4,9$ $23,6 \div 40,5$	$34,6 \pm 4,7$ $23,0 \div 41,9$	$35,4 \pm 3,4$ $27,0 \div 40,7$	$37,4 \pm 4,0$ $28,2 \div 45,0$
		t, p	$t = 1,782; p = 0,082$		$t = -2,936; p = 0,048$		$t = -1,791; p = 0,081$	
		% відхилення	$41,7 \pm 8,6$ $31,3 \div 72,3$	$40,1 \pm 10,2$ $25,9 \div 74,5$	$40,8 \pm 4,3$ $32,0 \div 48,1$	$43,7 \pm 6,8$ $30,7 \div 58,3$	$45,1 \pm 4,3$ $37,6 \div 52,0$	$45,5 \pm 3,9$ $39,2 \div 51,5$
		t, p	$t = 0,546; p = 0,588$		$t = -1,651; p = 0,107$		$t = -0,319; p = 0,751$	
	неоперовану кінцівку	абс. коорд	$47,9 \pm 9,8$ $14,7 \div 59,1$	$48,2 \pm 14,1$ $11,8 \div 77,0$	$46,2 \pm 7,0$ $36,1 \div 61,1$	$45,1 \pm 8,5$ $29,8 \div 63,8$	$43,3 \pm 5,4$ $29,3 \div 52,0$	$45,0 \pm 5,3$ $33,0 \div 52,0$
		t, p	$t = 0,085; p = 0,933$		$t = -0,436; p = 0,665$		$t = 1,013; p = 0,317$	
		% відхилення	$58,3 \pm 8,6$ $27,7 \div 68,7$	$59,9 \pm 10,2$ $25,5 \div 74,1$	$59,2 \pm 4,3$ $51,9 \div 68,0$	$56,3 \pm 6,8$ $41,7 \div 69,3$	$53,7 \pm 3,4$ $43,5 \div 57,8$	$56,8 \pm 4,2$ $48,5 \div 63,4$
		t, p	$t = -0,546; p = 0,588$		$t = 1,651; p = 0,107$		$t = -2,561; p = 0,014$	

Таблиця 2

Результати статистичного аналізу порівняння зміни зміщення центра ЗЦМ (%) між термінами спостереження

Статистичний тест		Група	До операції ↔ 6 міс.		До операції ↔ 12 міс.		6 міс. ↔ 12 міс.	
			M ± SD	t, p	M ± SD	t, p	M ± SD	t, p
Двохопне стояння		I	$0,2 \pm 9,2$	$t = 0,097$ $p = 0,924$	$5,2 \pm 10,1$	$t = 2,304$ $p = 0,033$	$5,0 \pm 4,4$	$t = 5,087$ $p = 0,001$
		II	$2,7 \pm 4,7$	$t = 2,725$ $p = 0,013$	$4,1 \pm 6,5$	$t = 2,943$ $p = 0,008$	$1,3 \pm 4,4$	$t = 1,383$ $p = 0,181$
Переважна опора на	оперовану кінцівку	I	$0,9 \pm 11,1$	$t = 0,358$ $p = 0,724$	$-3,4 \pm 10,0$	$t = -1,540$ $p = 0,140$	<b><math>-4,3 \pm 5,2</math></b>	<b><math>t = -3,709</math> <math>p = 0,001</math></b>
		II	$-3,6 \pm 12,3$	$t = -1,382$ $p = 0,182$	$-5,4 \pm 10,3$	<b><math>t = -2,465</math> <math>p = 0,022</math></b>	$-1,8 \pm 6,5$	$t = -1,301$ $p = 0,207$
	неоперовану кінцівку	I	$-0,9 \pm 11,1$	$t = -0,358$ $p = 0,724$	$3,4 \pm 10,0$	$t = 1,540$ $p = 0,140$	$4,3 \pm 5,2$	$t = 3,709$ $p = 0,001$
		II	$3,6 \pm 12,3$	$t = 1,382$ $p = 0,182$	$5,4 \pm 10,3$	<b><math>t = 2,465</math> <math>p = 0,022</math></b>	$1,8 \pm 6,5$	$t = 1,301$ $p = 0,207$

За абсолютними даними протоколів статистичного дослідження у дітей II групи майже вирівнювалося двохопорне стояння —  $(-2,2 \pm 1,3)$  мм. Через 12 міс. після операції вирівнювання двохопорного стояння спостерігали в обох групах до однакового рівня ( $p = 0,854$ ).

Опора на ушкоджену кінцівку в пацієнтів до лікування була в середньому меншою, ніж на неушкоджену. Це пояснюється однобічною патологією та привело до збільшення середнього значення вибірки для «неоперованої кінцівки». Але розподіл значень опори на ушкоджену та контралатеральну кінцівку між групами був статистично однорідним. Через 6 міс. після хірургічного втручання у хворих I групи опора на оперовану кінцівку зменшилася, а II — збільшилася, хоча зміни й не досягли значущого рівня ( $p = 0,724$  та  $p = 0,182$  відповідно). Різниця між групами для абсолютних значень величин зміщення сягнула значущого рівня ( $p = 0,048$ ).

Через 12 міс. опора на оперовану кінцівку в обох групах збільшилася та сягнула відносного зміщення 45 %. Різниці між групами не знайдено ( $p = 0,751$ ), але в дітей I групи збільшення

опори суттєво змінилося в термін  $(6 \div 12)$  місяців ( $p = 0,001$ ).

Упродовж спостереження зміна опорності на контралатеральну кінцівку в групах відбувалася однаково. Тобто, за рівних показників до лікування ( $p = 0,588$ ) через 6 міс. після операції зафіксовано незначуще зменшення опорності в II групі ( $p = 0,022$ ), а через 12 міс. — і в I, і в II ( $p = 0,001$ ). Зменшення опори на контралатеральну кінцівку відбулося не через патологічні зміни, а завдяки вирівнюванню навантаження на стопи через адекватне функціонування оперованої кінцівки (табл. 3).

Якщо до лікування та через 6 міс. різниця в силі опори на стопи у хворих сягала 20 %, то через 12 міс. асиметричність зменшилася до 10 %, що відображує відновлення симетричності опори на стопи.

На діаграмі (рис. 3) видно, що у віддалений період спостереження (12 міс.) опорність стоп вирівнюється: в II групі — вже через 6 міс., у I — лише через 12 міс. У пацієнтів II групи через 12 міс. після операції спостерігали збереження досягнутої опорності, а I — перебудова продовжувалася.

Таблиця 3

Динаміка зміни відносної різниці (%) опорності на стопи нижніх кінцівок за одноопорного стояння

Статистичний тест		До операції		6 міс.		12 міс.	
		I	II	I	II	I	II
Різниця опорності оперована/неоперована кінцівка	M ± SD	-16,7 ± 17,2	-19,9 ± 20,4	-18,5 ± 8,6	-12,6 ± 13,6	-9,8 ± 8,6	-9,0 ± 7,8
	t, p	t = -4,348 p = 0,001	t = -4,590 p = 0,001	t = -9,613 p = 0,001	t = -4,366 p = 0,001	t = -5,120 p = 0,001	t = -5,455 p = 0,001

Таблиця 4

Динаміка зміни площі плями та коефіцієнта форми ЗЦМ у хворих у процесі спостереження

Статистичний тест		Група	Термін спостереження, міс.		
			до операції	через 6	через 12
Двохопорне стояння		I	455,9 ± 298,7 200,0 ÷ 875,0	460,0 ± 70,6 375,0 ÷ 570,0	452,9 ± 60,1 375,0 ÷ 530,0
		II	494,3 ± 286,2 210,0 ÷ 900,0	394,4 ± 257,5 200,0 ÷ 875,0	392,9 ± 254,0 210,0 ÷ 500,0
		t, p	t = -0,686; p = 0,506	t = 0,036; p = 0,042	t = 0,507; p = 0,047
Переважає опора на	оперовану кінцівку	I	501,7 ± 129,8 380,0 ÷ 748,0	495,1 ± 138,8 396,0 ÷ 800,0	432,9 ± 105,0 350,0 ÷ 660,0
		II	547,7 ± 86,8 480,0 ÷ 720,0	381,4 ± 71,7 320,0 ÷ 500,0	354,3 ± 65,8 300,0 ÷ 480,0
		t, p	t = -0,779; p = 0,451	t = 0,232; p = 0,040	t = -0,458; p = 0,045
	неоперовану кінцівку	I	490,0 ± 228,1 220,0 ÷ 750,0	556,0 ± 113,5 440,0 ÷ 700,0	593,3 ± 137,1 400,0 ÷ 770,0
		II	551,4 ± 232,6 220,0 ÷ 750,0	520,0 ± 92,4 440,0 ÷ 600,0	615,0 ± 144,9 400,0 ÷ 770,0
		t, p	t = -0,499; p = 0,627	t = 0,511; p = 0,625	t = -0,266; p = 0,796

Другим етапом дослідження був аналіз площі проєкції ЗЦМ за умов двохопорного стояння та переважної опори на одну кінцівку. Результати аналізу наведено в табл. 4.

Показники площі ЗЦМ до та після хірургічного лікування перевищували нормальні значення. Площа проєкції в разі двохопорного стояння у дітей I групи була меншою ( $455,9 \pm 298,7$ ) мм<sup>2</sup>, ніж у II — ( $494,3 \pm 286,2$ ) мм<sup>2</sup>, різниця не значуща ( $p = 0,506$ ). Через 6 міс. після операції площа у хворих I групи суттєво не змінилася, а в пацієнтів II групи зменшилася до ( $394,4 \pm 257,5$ ) мм<sup>2</sup> ( $p = 0,042$ ). Через 12 міс. площа ЗЦМ у I групі значущо не змінилася порівняно з показником до операції, а у хворих II групи залишилась без змін порівняно з попереднім терміном дослідження. Процес відновлення був повільним, і статистично значущої різниці між термінами спостереження не відмічали в обох групах (табл. 5).

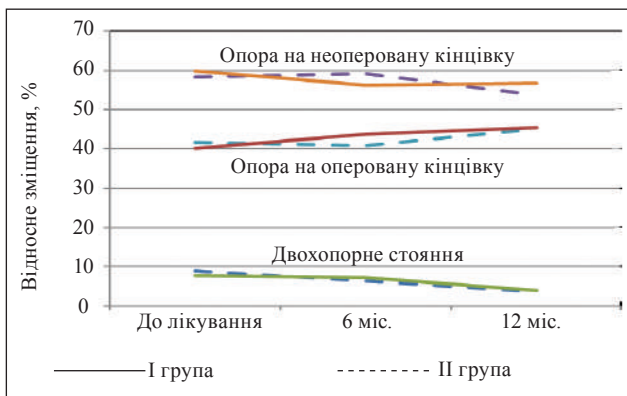


Рис. 3. Динаміка зміни відносного навантаження стоп упродовж спостереження

За умов двохопорного стояння в пацієнтів I групи величини площі проєкції ЗЦМ протягом усього періоду спостережень суттєво не змінилися. У пацієнтів II групи, навпаки, спостерігали статистично значуще покращення опорності. Площа проєкції ЗЦМ у разі опори на оперовану кінцівку в процесі спостереження зменшилася у всіх хворих, але в дітей I групи помітно ( $p = 0,007$ ) лише через 12 міс. після операції, а II — вже через 6 міс. ( $p = 0,001$ ) із аналогічною динамікою через 12 міс.

Зауважимо на особливості зміни площі проєкції ЗЦМ за умов опори на неущожену кінцівку: у процесі лікування відмічено її збільшення. На нашу думку, це зумовлено надмірним навантаженням стопи контралатеральної кінцівки в період відновлення після хірургічного втручання та психологічними чинниками, пов'язаними зі страхом повноцінної опори на оперовану стопу. Динаміку зміни площі проєкції ЗЦМ графічно наведено на рис. 4.

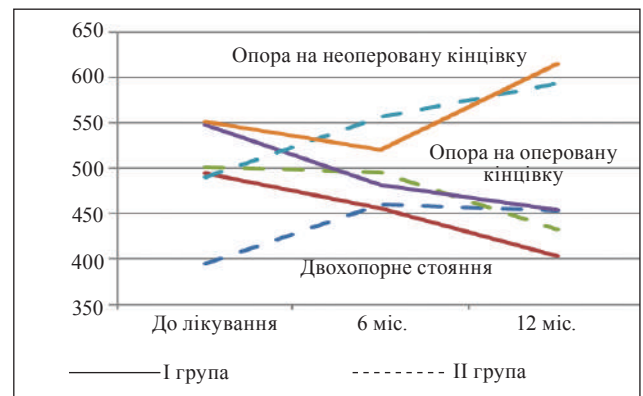


Рис. 4. Динаміка зміни площі проєкції ЗЦМ у хворих у процесі спостереження

Таблиця 5

Динаміка зміни площі проєкції ЗЦМ упродовж спостереження

Статистичний тест		Група	До операції ↔ 6 міс.		До операції ↔ 12 міс.		6 міс. ↔ 12 міс.	
			M ± SD	t, p	M ± SD	t, p	M ± SD	t, p
Двохопорне стояння		I	$-38,6 \pm 218,2$	$t = -0,795$ $p = 0,457$	$-58,4 \pm 221,7$	$t = -0,697$ $p = 0,512$	$7,4 \pm 14,9$	$t = 1,263$ $p = 0,253$
		II	$38,4 \pm 218,9$	$t = -0,464$ $p = 0,039$	$94,4 \pm 288,5$	$t = 0,839$ $p = 0,014$	$53,0 \pm 260,6$	$t = 0,538$ $p = 0,610$
Переважна опора на	оперовану кінцівку	I	$6,6 \pm 143,3$	$t = 0,121$ $p = 0,907$	$68,9 \pm 135,9$	$t = 1,341$ $p = 0,229$	$62,3 \pm 41,5$	$t = 3,970$ $p = 0,007$
		II	$160,3 \pm 34,5$	$t = 5,084$ $p = 0,002$	$193,4 \pm 30,1$	$t = 8,199$ $p = 0,001$	$27,1 \pm 16,0$	$t = 4,478$ $p = 0,004$
	неоперовану кінцівку	I	$-54,0 \pm 151,6$	$t = -0,797$ $p = 0,470$	$-75,0 \pm 320,4$	$t = -0,573$ $p = 0,591$	$-56,0 \pm 228,1$	$t = -0,549$ $p = 0,612$
		II	$-80,0 \pm 161,6$	$t = -0,990$ $p = 0,395$	$-96,7 \pm 320,6$	$t = -0,739$ $p = 0,493$	$-177,5 \pm 99,1$	$t = -3,581$ $p = 0,037$

Установлено, що у хворих із рецидивами УЕВК форма проєкції ЗЦМ була витягнутою в сагітальній проєкції і до, і після лікування, навіть у віддалені періоди. Це пояснюється особливостями роботи м'язів із обмеженням рухів у латерально-медіальному напрямку та підтримкою рівноваги переважно за рахунок сагітального руху тіла. Помітної різниці між групами не знайдено, тому ми провели аналіз коефіцієнта форми проєкції ЗЦМ між оперованою та контралатеральною кінцівками (табл. 6).

До лікування Kf під час опори на уражену стопу відображував практично квадратну форму проєкції, а після операції — витягнуто в сагітальній площині, що показує обмеження фронтальних коливань. Через 12 міс. після операції форма проєкції ЗЦМ залишалася витягнутою в сагітальній площині. Динаміка була однаковою в обох групах.

Особливо слід відмітити зміну Kf проєкції ЗЦМ контралатеральної кінцівки. А саме, до лікування в деяких хворих спостерігали збільшення розміру проєкції ЗЦМ у фронтальній площині, тобто стопа приймала на себе всю підтримку рівноваги тіла під час стояння. Ця тенденція зберігалася і надалі: хоча під час подальших спостережень не відмічали збільшення фронтальних розмірів проєкції ЗЦМ, але Kf наближався до правильної квадратної форми.

Найбільший розбіг у Kf відмічали через 6 міс. після операції, коли різниця у формі проєкції ЗЦМ була статистично значущою ( $p < 0,050$ ).

На контрольному огляді у 12 міс. зберігалася значуща різниця у формі проєкції ЗЦМ ( $p < 0,05$ ), але абсолютні показники наближувалися.

Аналіз швидкості коливання є одним із важливих показників опороспроможності людини. Оцінювання лише геометричних показників статограми не дає повної картини особливостей стояння через їхню статичність. Натомість швидкість коливання є динамічним показником, тому несе доволі багато нової інформації для діагностики. Результати аналізу динаміки зміни швидкості коливання наведено в табл. 7.

Відмічено, що швидкість коливання хворих під час двохопного стояння впродовж спостереження в обох групах була в межах 15–17 мм/с без помітних змін у I групі. У дітей II групи через 6 міс. після операції відбулося значуще ( $p = 0,01$ ) зменшення швидкості коливання (табл. 8). Різниці за цим параметром між групами не спостерігали.

Швидкість коливання під час опори на стопу враженої кінцівки до лікування була в межах 19–20 мм/с і в обох групах практично однаковою ( $p = 0,599$ ). Через 6 міс. після лікування в обох групах цей показник збільшився несуттєво, а через 12 міс. — значуще зменшився в обох групах ( $p < 0,05$ ).

Швидкість коливання в разі опори на стопу контралатеральної кінцівки до лікування була у межах 16–17 мм/с і не відрізнялася у групах ( $p = 0,547$ ). У процесі спостереження показник поступово зменшувався, але не значуще.

Таблиця 6

Динаміка зміни коефіцієнта форми проєкції ЗЦМ у хворих у процесі спостереження

Група хворих	Статографічний тест	Термін спостереження, міс.		
		до операції	через 6	через 12
I	Двохопне стояння	0,6 ± 0,1 0,4 ÷ 0,8	0,6 ± 0,1 0,5 ÷ 0,8	0,6 ± 0,3 0,2 ÷ 1,0
	Переважає опора на оперовану кінцівку	0,9 ± 0,2 0,6 ÷ 1,0	0,5 ± 0,3 0,3 ÷ 0,8	0,6 ± 0,1 0,3 ÷ 0,7
	Переважає опора на неоперовану кінцівку	1,1 ± 0,8 0,3 ÷ 2,2	0,8 ± 0,2 0,6 ÷ 1,1	0,8 ± 0,2 0,6 ÷ 1,0
	Парний Т-тест хвора ↔ здорова	t = -0,954 p = 0,358	t = -12,821 p = 0,021	t = -2,317 p = 0,027
II	Двохопне стояння	0,5 ± 0,1 0,4 ÷ 0,8	0,6 ± 0,1 0,5 ÷ 0,8	0,6 ± 0,3 0,2 ÷ 1,0
	Переважає опора на оперовану кінцівку	0,9 ± 0,2 0,6 ÷ 1,0	0,6 ± 0,3 0,3 ÷ 0,8	0,8 ± 0,1 0,3 ÷ 0,7
	Переважає опора на неоперовану кінцівку	1,0 ± 0,8 0,1 ÷ 2,8	0,8 ± 0,2 0,6 ÷ 1,1	0,8 ± 0,2 0,6 ÷ 1,0
	Парний Т-тест хвора ↔ здорова	t = -0,954 p = 0,358	t = -9,841 p = 0,024	t = -2,417 p = 0,037

Таблиця 7

## Динаміка швидкості коливання (мм/с) ЗЦМ стадиограм хворих у процесі спостереження (M ± SD; min ÷ max)

Статиграфічний тест		Група	Термін спостереження, міс.		
			до операції	через 6	через 12
Двохопорне стояння		I	15,22 ± 1,80 13,58 ÷ 19,19	15,77 ± 1,88 12,84 ÷ 18,66	15,36 ± 2,53 10,58 ÷ 18,91
		II	16,97 ± 2,66 13,63 ÷ 21,30	15,56 ± 1,61 12,84 ÷ 18,50	13,50 ± 3,14 8,91 ÷ 17,84
		t, p	t = -1,721; p = 0,102	t = 0,276; p = 0,786	t = 1,460; p = 0,162
Переважаюча опора на	оперовану кінцівку	I	19,23 ± 2,97 13,09 ÷ 24,71	21,31 ± 2,83 16,00 ÷ 24,75	17,50 ± 3,01 13,64 ÷ 21,17
		II	19,98 ± 3,25 13,09 ÷ 24,71	21,69 ± 2,24 17,33 ÷ 24,75	16,90 ± 4,54 10,41 ÷ 24,12
		t, p	t = -0,535; p = 0,599	t = -0,328; p = 0,747	t = 0,350; p = 0,730
	неоперовану кінцівку	I	16,30 ± 3,34 10,49 ÷ 20,99	15,42 ± 2,51 12,00 ÷ 21,61	13,76 ± 3,38 10,56 ÷ 22,50
		II	17,12 ± 2,59 13,00 ÷ 20,99	15,84 ± 1,65 13,48 ÷ 18,00	13,21 ± 3,42 10,51 ÷ 22,50
		t, p	t = -0,614; p = 0,547	t = -0,449; p = 0,659	t = 0,361; p = 0,722

Таблиця 8

## Динаміка зміни швидкості коливання

Статиграфічний тест		Група	До операції ↔ 6 міс.		До операції ↔ 12 міс.		6 міс. ↔ 12 міс.	
			M ± SD	t, p	M ± SD	t, p	M ± SD	t, p
Двохопорне стояння		I	-0,55 ± 1,74	t = -0,999 p = 0,344	-0,14 ± 3,23	t = -0,132 p = 0,898	0,42 ± 3,10	t = 0,425 p = 0,681
		II	1,41 ± 2,41	t = 1,852 p = 0,097	3,47 ± 3,36	t = 3,273 p = 0,010	2,06 ± 3,51	t = 1,857 p = 0,096
Переважаюча опора на	оперовану кінцівку	I	-2,08 ± 2,43	t = -2,710 p = 0,024	1,73 ± 3,67	t = 1,492 p = 0,170	3,81 ± 2,56	t = 4,714 p = 0,001
		II	-1,71 ± 3,07	t = -1,762 p = 0,112	3,08 ± 5,83	t = 1,671 p = 0,129	4,79 ± 4,08	t = 3,715 p = 0,005
	неоперовану кінцівку	I	0,88 ± 3,68	t = 0,757 p = 0,068	2,54 ± 3,83	t = 2,097 p = 0,065	1,66 ± 4,13	t = 1,272 p = 0,235
		II	1,28 ± 2,69	t = 1,499 p = 0,168	3,91 ± 3,83	t = 3,228 p = 0,010	2,64 ± 4,60	t = 1,810 p = 0,104

Стойка динаміка до зменшення швидкості коливання за всіх статиграфічних тестів може бути ознакою відновлення опороспроможності.

## Висновки

Проведений статистичний аналіз стадиограм хворих із рецидивами УЕВК показав, що в дітей, яких лікували за методикою Понсеті (II група), зміни показників опороспроможності за двохопороного стояння зафіксували на статистично значущому рівні. У пацієнтів I групи зміни величини площі проекції ЗЦМ протягом усього періоду спостережень не набували статистичної значущості.

У процесі відновлення опороспроможності, коли хворі починали навантажувати оперовану

стопу, спостерігали незначне погіршення параметрів стояння в пацієнтів I групи через 6 міс. після операції, що проявлялося в збільшенні площі проекції ЗЦМ, зменшенні величини зміщення ЦПЗЦМ. У хворих, оперованих за методикою Понсеті (II група) повне відновлення статиграфічних параметрів відбувалося раніше: вже через 6 міс. спостерігали нормалізацію опорності та стійкості.

Таким чином, можна стверджувати, що використання методики Понсеті для лікування УЕВК дозволяє відновити опороспроможність нижніх кінцівок пацієнтів значно раніше, ніж у разі «традиційних» методів.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

**Список літератури**

1. Ponseti I. V. The classic: congenital club foot: the results of treatment. 1963 / I. V. Ponseti, E. N. Smoley // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — 2009. — Vol. 467 (5). — P. 1133–1145. — DOI: 10.1007/s11999-009-0720-2.
2. Волков С. Е. Дифференциальная диагностика и раннее комплексное лечение врожденных деформаций стоп у детей: автореф. дис. ... докт. мед. наук / С. Е. Волков. — М., 1999. — 17 с.
3. Long-term retrospective study of patients with idiopathic clubfoot treated with posterior medial-lateral release / L. P. Hsu, L. S. Dias, V. T. Swaroop // *The Journal of Bone and Joint Surgery, American volume*. — 2013. — Vol. 95 (5). — Article: e27. — DOI: 10.2106/JBJS.L.00246.
4. Lampasi M. Transfer of the tendon of tibialis anterior in relapsed congenital clubfoot Long-term results in 38 feet / M. Lampasi // *The Journal of Bone and Joint Surgery, British volume*. — 2010. — Vol. 92 (5). — P. 277–283. — DOI: 10.1302/0301-620X.92B2.22504.
5. Changes in muscle moment arms following split tendon transfer of tibialis anterior and tibialis posterior / S. J. Piazza, R. L. Adamson, J. O. Sanders, N. A. Sharkey // *Gait and Posture*. — 2001. — Vol. 14 (3). — P. 271–278. — DOI: 10.1016/S0966-6362(01)00143-6.
6. Henderson C. P. Lateral and medial plantar pressures after split versus whole anterior tibialis tendon transfer / C. P. Henderson, B. G. Parks, G. P. Guyton // *Foot & Ankle International*. — 2008. — Vol. 29 (10). — P. 1038–1041. — DOI: 10.3113/FAI.2008.1038.
7. Hui J. H. Biomechanical study of tibialis anterior tendon transfer / J. H. Hui, J. C. Goh, E. H. Lee // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — 1998. — № 349. — P. 249–255. — DOI: 10.1097/00003086-199804000-00031.
8. Richards B. S. Nonoperative clubfoot treatment using the French physical therapy method / B. S. Richards, C. E. Johnston, H. Wilson // *Journal of Pediatric Orthopedics*. — 2005. — Vol. 25 (1). — P. 98–102. — DOI: 10.1097/00004694-200501000-00022.
9. Алексеева О. Ю. Методы анализа стабилотриграмм в оценке функционального состояния человека / О. Ю. Алексеева, М. Ю. Карпинский // *Медицина и...* . — 2002. — № 1. — С. 48–53.
10. Обґрунтування та аналіз геометричних параметрів статограм для оцінювання стану опорно-рухової системи людини / О. А. Тяжелов, М. Ю. Карпинський, О. Д. Карпінська, С. Ю. Яремін // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2014. — № 3. — С. 62–68. — DOI: 10.15674/0030-59872014362-67.
11. Особливості динамічних характеристик статограм при фіксації суглобів нижньої кінцівки / О. А. Тяжелов, М. Ю. Карпинський, О. Д. Карпінська, С. Ю. Яремін // *Травма*. — 2014. — Т. 15, № 2. — С. 88–93. — DOI: 10.22141/1608-1706.2.15.2014.81375.
12. Система для комплексной оценки состояния опорно-двигательного и вестибулярного аппарата человека «Статограф» / З. М. Мителева, М. Ю. Карпинский, В. Я. Кокоровец, Г. И. Кружилин // *Медицина и...* . — 1997. — № 1. — С. 35–36.
13. Александров А. В. Стратегия поддержания равновесия человека при наклоне корпуса вперед на узкой опоре / А. В. Александров, А. А. Фролов, Ж. Масьон // *Русский журнал биомеханики*. — 2002. — Т. 6, № 4. — С. 63–77.
14. Бююль Ахим. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей: Пер. с нем. / Ахим Бююль, Петер Цефлер. — СПб. : ДиаСофтЮП, — 2005. — 608 с.

Стаття надійшла до редакції 22.01.2021

## COMPARATIVE ANALYSIS OF WEIGHT-BEARING FUNCTION OF LOWER EXTREMITIES IN CHILDREN WITH RECURRENCES OF CONGENITAL EQUINOVARUS CLUBFOOT AFTER SURGICAL TREATMENT BY «TRADITIONAL» METHODS AND PONSETI METHOD

S. O. Khmyzov, G. V. Kykosh, O. D. Karpinska, M. Yu. Karpinsky

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

✉ Sergij Khmyzov, MD, Prof. in Traumatology and Orthopaedics: s.khmyzov@gmail.com

✉ Genadij Kykosh, PhD in Traumatology and Orthopaedics: kykoshgeny@gmail.com

✉ Olena Karpinska: helen.karpinska@gmail.com

✉ Mykhaylo Karpinsky: korab.karpinsky9@gmail.com