

Левицький А.Ф.<sup>1</sup>, Рогозинський В.О.<sup>1,2</sup>, Карпінська О.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національна дитяча спеціалізована лікарня «ОХМАТДИТ», м. Київ, Україна

<sup>3</sup>ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

## Динаміка корекції складної сколіотичної деформації хребта у дітей при використанні гало-гравітаційної тракції

**Резюме. Актуальність.** Деформації хребта є однією з поширених ортопедичних патологій дитячого віку. Сьогодні, за даними медичної статистики, у 75 % дітей віком 7–12 років виявляється сколіоз. Сколіоз III–IV ступеня з вираженими косметичними та функціональними порушеннями становить 1,5–2 % від усіх випадків. Лікування виражених сколіотичних деформацій у дітей залишається великим викликом для хірурга-вертебролога. Передопераційна гало-гравітаційна тракція (ГТ) може бути одним із варіантів забезпечення кращої корекції складних сколіотичних деформацій і мінімізації неврологічних ускладнень, пов'язаних із силовим інтраопераційним навантаженням. **Матеріали та методи.** Досліджено 76 пацієнтів віком від 7 до 17 років зі складними сколіотичними деформаціями хребта. Досліджено дві групи: I (дослідна група) — 38 дітей, яких лікували з використанням гало-гравітаційної тракції з застосуванням розробленої тактики етапного хірургічного лікування; II (контрольна група) — 38 дітей, яким виконували одномоментну хірургічну корекцію. **Результати.** Визначено, що після гало-гравітаційної тракції у дітей статистично значуще ( $p < 0,001$ ) зменшився кут деформації — в середньому на  $36,5 \pm 14,9^\circ$ , зміна деформації у хлопчиків та дівчаток відбувалася однаково ( $p = 0,279$ ). З віком у дітей збільшується кут сколіотичної деформації. Після ГТ у дітей до 13 років спостерігали зменшення кута деформації в середньому до  $67,6 \pm 14,7^\circ$ , у дітей старше 14 років — до  $85,9 \pm 18,2^\circ$ , у дітей молодше 14 років зменшення кута деформації було значуще більшим — в середньому на  $38,9 \pm 13,2^\circ$ , тоді як у дітей старше 14 років у середньому не сягало  $30^\circ$  —  $27,5 \pm 18,6^\circ$ . У дітей молодше 14 років застосування ГТ більш ефективно, ніж у дітей старшого віку. Пацієнти I групи перед хірургічною корекцією сколіотичної деформації мали статистично значуще ( $p < 0,001$ ) менший кут деформації, ніж у пацієнтів II групи ( $106,0 \pm 4,5^\circ$ ). Після оперативної корекції кут деформації в дітей I групи ( $44,4 \pm 15,3^\circ$ ) був значуще ( $p < 0,001$ ) меншим, ніж у дітей II групи ( $56,9 \pm 14,2^\circ$ ), зменшення деформації хребта було статистично значущим ( $p < 0,001$ ) в обох групах. Визначено, що в дітей старше 14 років корекція деформації була статистично значуще меншою ( $\alpha = 0,05$ ), ніж у молодших дітей, причому це спостерігалось в обох групах. В I групі відсоток корекції деформації в дітей від 7 до 13 років був статистично близьким ( $p = 0,181$ ), але в II групі відсоток корекції в дітей від 11 до 13 років був значуще меншим, ніж у дітей молодше 10 років. **Висновки.** Після гало-гравітаційної тракції в дітей статистично значуще ( $p < 0,001$ ) зменшився кут деформації — в середньому на  $36,5 \pm 14,9^\circ$ , що становить  $34,0 \pm 14,1$  % корекції деформації. Динаміка корекції не залежить від статі дітей ( $p = 0,824$ ). Величина кута деформації в пацієнтів I групи (гало-гравітаційна тракція) перед хірургічною корекцією була статистично значуще меншою, ніж у дітей II групи. Це обумовило статистично значуще ( $p < 0,001$ ) кращі результати хірургічної корекції в I групі ( $59,4 \pm 13,1$  %), ніж у пацієнтів II групи ( $46,6 \pm 12,3$  %). Незалежно від протоколу лікування кращі результати корекції сколіотичної деформації були в дітей молодше 14 років.

**Ключові слова:** гало-гравітаційна тракція; сколіотична деформація

© «Травма» / «Trauma» («Травма»), 2022

© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2022

Для кореспонденції: Карпінська Олена Дмитрівна, науковий співробітник лабораторії біомеханіки, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», вул. Пушкінська, 80, м. Харків, 61024, Україна; e-mail: helen.karpinska@gmail.com

For correspondence: Olena Karpinska, Research Fellow at the Department of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Pushkinskaya st., 80, Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: helen.karpinska@gmail.com

Full list of authors information is available at the end of the article.

## Вступ

Деформації хребта є однією з поширених ортопедичних патологій дитячого віку. Сьогодні, за даними медичної статистики, у 75 % дітей віком 7–12 років виявляється сколіоз. У дітей віком 10–18 років складні деформації хребта діагностуються в 2–3 % випадків у популяції, проте перебіг захворювання в кожній дитини є індивідуальним: від швидкого темпу прогресування до незмінного та стабільного впродовж кількох років [1]. Сколіоз III–IV ступеня з вираженими косметичними та функціональними порушеннями становить 1,5–2 % від усіх випадків [2].

Складні сколіотичні деформації в дітей (> 100°) становлять від 0,12 до 1,7 % серед інших сколіотичних деформацій хребта. Неefективність консервативного лікування при складних деформаціях хребта в дітей стала передумовою інтенсивного розвитку різних механічних пристроїв для лікування та подальшої стабілізації [3]. Водночас у тактичних підходах до лікування хворих зі складними деформаціями хребта можна відзначити відновлення осі хребта та біомеханіки хребетного стовпа, косметичний ефект, низький ризик ускладнень, надійність стабілізації, мінімальну втрату корекції.

Однак лікування виражених сколіотичних деформацій у дітей залишається великим викликом для хірурга-вертебролога. Передопераційна гало-гравітаційна тракція може бути одним із варіантів забезпечення кращої корекції складних сколіотичних деформацій та мінімізації неврологічних ускладнень, пов'язаних із силовим інтраопераційним навантаженням. Деякі автори вивчали використання гало-гравітаційної тракції як одного з напрямків задньої реконструктивної хірургії при тяжкому сколіозі. При гало-гравітаційній тракції існує можливість поступового зменшення деформації та відновлення балансу тулуба за рахунок видовження хребта. Також повідомляється про поліпшення функціональних параметрів та якості життя [4–7].

Адже до сьогодні питання стратегії та тактики хірургії складних деформацій хребта остаточно не розроблені та потребують подальшого відпрацювання.

Сучасна хірургічна практика одномоментної корекції складних деформацій хребта включає виконання остеотомії хребта, що значно поліпшує можливість корекції деформації, але й збільшує ризик неврологічних ускладнень, об'єм інтраопераційної крововтрати.

## Матеріали та методи

Досліджено 76 пацієнтів від 7 до 17 років зі складними сколіотичними деформаціями хребта, які проходили лікування у клініці кафедри дитячої хірургії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (на базі хірургічних відділень НДСЛ «ОХМАТДИТ», м. Київ) в період з 2009 по 2019 рік.

Пацієнти були поділені на дві групи: I (дослідна група) — 38 дітей, яких лікували з використанням гало-гравітаційної тракції з застосуванням розробленої тактики етапного хірургічного лікування; II (контрольна група) — 38 дітей, яким виконували одномоментну хірургічну корекцію.

Вік дітей в I групі становив  $11,0 \pm 2,8$  року, у II групі —  $11,2 \pm 2,8$  року, вік дітей у групах був статистично однаковим ( $t = -0,409$ ;  $p = 0,684$ ). У групах було 28 (36,8 %) хлопчиків і 48 (63,2 %) дівчаток, в I групі було 18 (47,4 %) хлопчиків і 20 (52,6 %) дівчаток, у II групі — відповідно 10 (26,3 %) та 28 (73,7 %); переважали дівчатка, але різниця за статтю між групами не досягла статистично значущого рівня ( $p = 0,057$ ).

Величина кута сколіотичної деформації у групах пацієнтів надана в табл. 1.

За даними статистичного аналізу було показано, що за первинним рівнем сколіотичної деформації групи дітей були однаковими ( $p = 0,113$ ), також не виявлено статистичної різниці в величині деформації у хлопчиків та дівчаток як у межах груп (I —  $p = 0,279$ ; II —  $p = 0,181$ ), так і між групами (хлопчики —  $p = 0,279$ ; дівчатка —  $p = 0,181$ ).

Таким чином, групи можна вважати однаковими як за розподілом за віком, статтю, так і за рівнем первинної сколіотичної деформації.

Дані були оброблені статистично. Розраховували середнє (M), стандартне відхилення (SD), мінімальне (min) та максимальне (max) значення вибірок. Порівняння між групами проводили за T-тестом для незалежних вибірок з розрахуванням різниці середніх ( $M \pm SE$ ), критичного значення тесту (t) та статистичної значущості (p). Для оцінки рівності дисперсії вибірок використовували тест Левене, при відхиленні нульової гіпотези тесту ( $p < 0,05$ ) застосовували тест Уелча. При порівнянні більше 2 вибірок використовували однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA з апостеріорним тестом Дункана. При порівнянні різних термінів спостереження використовували парний T-тест щодо різниці середніх ( $M \pm SD$ ), критичного

**Таблиця 1. Розподіл хворих за величиною первинної сколіотичної деформації**

Група	Величина первинної сколіотичної деформації, ° M ± SD/min ÷ max			
	По групі	Хлопчики	Дівчатка	t, p
I	108,0 ± 6,0 100 ÷ 121	109,2 ± 7,7 100,0 ÷ 121,0	107,0 ± 3,7 101,0 ÷ 113,0	t = 1,109 p = 0,279
II	106,1 ± 4,5 100 ÷ 117	107,7 ± 3,8 103,0 ÷ 114,0	105,5 ± 4,6 100,0 ÷ 117,0	t = 1,364 p = 0,181
Статистична значущість різниці між групами	t = 1,604 p = 0,113	t = 1,109 p = 0,279	t = 1,364 p = 0,181	

значення тесту (t) та статистичної значущості (p) [8]. Аналіз проводили з використанням пакета прикладних програм IBM SPSS Statistics 20.0.

## Результати та обговорення

Розглянемо вплив розробленої нами гало-гравітаційної тракції перед хірургічною корекцією на зміну величини кута сколіотичної деформації.

У пацієнтів I групи після гало-гравітаційної тракції відмічали зміну величини кута сколіотичної деформації.

Динаміка величини кута деформації після ГГТ у пацієнтів I групи наведена в табл. 2.

За даними статистичного аналізу було визначено, що після гало-гравітаційної тракції в дітей статистично значуще ( $p < 0,001$ ) зменшився кут деформації — в середньому на  $36,5 \pm 14,9^\circ$ , що становить  $34,0 \pm 14,1$  % корекції деформації. Зміна деформації у

хлопчиків та дівчаток відбувалася однаково, тобто відсутність різниці до лікування ( $p = 0,279$ ) зберігалася після ГГТ ( $p = 0,542$ ). Динаміка корекції у хлопчиків ( $35,9 \pm 16,8^\circ$ ) та дівчаток ( $37,1 \pm 13,5^\circ$ ) також була однаковою ( $p = 0,824$ ).

Для визначення того, чи впливає вік дитини на результат ГГТ, ми розподілили пацієнтів на 3 вікові підгрупи: від 7 до 10 років (15 дітей), від 11 до 13 років (15 дітей) та від 14 до 17 років (8 дітей). Для вирішення завдання був застосований дисперсійний тест ANOVA з апостеріорним тестом Дункана, результати якого наведені в табл. 3.

За даними статистичного аналізу було визначено: можна з 5% помилкою стверджувати, що з віком у дітей збільшується кут сколіотичної деформації. Після ГГТ величина кута сколіотичної деформації в дітей також розподіляється по-різному: у дітей до 13 років спостерігали зменшення кута деформації в серед-

**Таблиця 2. Динаміка кута сколіотичної деформації в пацієнтів I групи після ГГТ**

Параметри	Кут деформації, ° M ± SD/min ÷ max		Статистична значущість різниці між періодами (t, p)	Динаміка	
	До лікування	Після ГГТ		(M ± SD) min ÷ max	% (M ± SD) min ÷ max
Середні по групі	108,0 ± 6,0 100,0 ÷ 121,0	71,5 ± 16,5 41,0 ÷ 106,0	t = 15,043 p < 0,001	36,5 ± 15,0 7,0 ÷ 67,0	34,0 ± 14,1 6,7 ÷ 60,2
Хлопчики	109,2 ± 7,7 100,0 ÷ 121,0	73,2 ± 19,5 41,0 ÷ 106,0	t = 9,061 p < 0,001	35,9 ± 16,8 12,0 ÷ 67	33,2 ± 16,1 10,2 ÷ 60,2
Дівчатка	107,0 ± 3,7 101,0 ÷ 113,0	69,9 ± 13,5 49,0 ÷ 98,0	t = 12,273 p < 0,001	37,1 ± 13,5 7,0 ÷ 61,0	34,6 ± 12,5 6,7 ÷ 54,2
Статистична значущість різниці між статями	t = 1,109 p = 0,279	t = 0,615 p = 0,542		t = -0,224 p = 0,824	t = -0,304 p = 0,763

**Таблиця 3. Розподіл величини сколіотичної деформації в дітей за віковими групами (за даними ANOVA з апостеріорним тестом Дункана)**

Вік, років	Кут сколіотичної деформації, ° (M ± SD)				
	Різниця між підгрупами для $\alpha = 0,05$				
	До лікування			Після ГГТ	
	1	2	3	1	2
Від 7 до 10 років	104,3 ± 3,7			67,6 ± 13,7	
Від 11 до 13 років		108,9 ± 4,7		67,7 ± 14,7	
Від 14 до 17 років			113,4 ± 7,2		85,9 ± 18,2
Статистична значущість у межах підгруп	1,000	1,000	1,000	0,992	1,000

**Таблиця 4. Динаміка кута сколіотичної деформації після ГГТ у дітей різних вікових груп (за даними ANOVA, апостеріорний тест Дункана)**

Вік, років	Кут сколіотичної деформації, ° (M ± SD)	
	Різниця між підгрупами для $\alpha = 0,05$	
	1	2
Від 14 до 17 років	27,5 ± 18,6	
Від 7 до 10 років		36,7 ± 12,9
Від 11 до 13 років		41,2 ± 13,5
Статистична значущість у межах підгруп	1,000	0,455

ньому до  $67,6 \pm 14,7^\circ$ , а у дітей старше 14 років — до  $85,9 \pm 18,2^\circ$ , аналіз динаміки кута деформації показує, що в дітей молодше 14 років зменшення кута деформації є значуще більшим — у середньому на  $38,9 \pm 13,2^\circ$ , тоді як у дітей старше 14 років в середньому не сягає  $30^\circ$  —  $27,5 \pm 18,6^\circ$ , причому ця різниця є статистично значущою ( $\alpha = 0,05$ ) (табл. 4).

З огляду на отримані дані можна стверджувати, що в дітей молодше 14 років застосування ГГТ є більш ефективним, ніж у дітей старшого віку.

Таким чином, пацієнти I групи перед хірургічною корекцією сколіотичної деформації мали статистично значуще ( $p < 0,001$ ) зменшений кут деформації ( $71,5 \pm 2,7^\circ$ ), відповідно, статистично значуще менший ( $p < 0,001$ ), ніж у пацієнтів II групи ( $106,0 \pm 4,5^\circ$ ).

Розглянемо динаміку деформації в дітей після ГГТ і хірургічної корекції та в дітей після тільки хірургічної корекції (табл. 5).

За результатами статистичного аналізу, як і було показано раніше, в пацієнтів I групи отриманий після ГГТ кут сколіотичної деформації ( $71,5 \pm 16,5^\circ$ ) був статистично значуще ( $p < 0,001$ ) меншим, ніж у II групі ( $106 \pm 4,5^\circ$ ). Після хірургічної корекції кут деформації у дітей I групи ( $44,1 \pm 15,3^\circ$ ) також виявився статистично значуще ( $p < 0,001$ ) меншим, ніж у II групі

( $56,9 \pm 14,2^\circ$ ). Зменшення кута деформації в обох групах було однаково статистично значущим ( $p < 0,001$ ). Хірургічну корекцію сколіотичної деформації в дітей I групи ( $27,4 \pm 11,1^\circ$ ) виконували на статистично значуще ( $p < 0,001$ ) менший кут, ніж у дітей II групи ( $49,2 \pm 12,6^\circ$ ). Відсоток корекції в групах також значуще ( $p = 0,009$ ) відрізнявся, тобто в дітей I групи корекція становила  $38,6 \pm 13,3\%$ , а в дітей II групи —  $46,5 \pm 12,3\%$ .

Загальна зміна кута деформації в дітей відносно початкового стану надана в табл. 6.

Як було доведено раніше, різниці у величині сколіотичної деформації до лікування між групами не було ( $p = 0,113$ ). Після лікування кут деформації, як показано вище, в дітей I групи ( $44,4 \pm 15,3^\circ$ ) був значуще ( $p < 0,001$ ) меншим, ніж у дітей II групи ( $56,9 \pm 14,2^\circ$ ), хоча зменшення деформації хребта було статистично значущим ( $p < 0,001$ ) в обох групах. При цьому загальний відсоток корекції деформації в результаті лікування в дітей I групи ( $59,4 \pm 13,1\%$ ) був статистично значуще ( $p < 0,001$ ) більшим, ніж у дітей II групи ( $46,6 \pm 12,3\%$ ).

На діаграмі (рис. 1) наведена динаміка кута сколіотичної деформації в дітей.

На діаграмі (рис. 1) показано, що від однакового кута сколіотичної деформації в дітей до лікування піс-

**Таблиця 5. Результати хірургічної корекції сколіотичної деформації в дітей**

Група	Кут деформації, ° M ± SD/min ÷ max				
	До операції	Після операції	Статистична значущість між періодами	Величина зміни	Доля зміни, %
I	$71,5 \pm 16,5$ $41,0 \div 106,0$	$44,1 \pm 15,3$ $21,0 \div 82,0$	$t = 15,171$ $p < 0,001$	$27,4 \pm 11,1$ $13,0 \div 56,0$	$38,6 \pm 13,3$ $18,3 \div 68,$
II	$106,1 \pm 4,5$ $100,0 \div 117,0$	$56,9 \pm 14,2$ $34,0 \div 90,0$	$t = 24,015$ $p < 0,001$	$49,2 \pm 12,6$ $23,0 \div 71,0$	$46,5 \pm 12,3$ $20,4 \div 67,6$
Різниця середніх (M ± SE)	$-34,6 \pm 2,8$	$-12,8 \pm 3,4$		$-21,8 \pm 2,7$	$7,9 \pm 2,9$
Статистична значущість між групами	$t = -12,477$ $p < 0,001$	$t = -3,786$ $p < 0,001$		$t = -7,967$ $p < 0,001$	$t = -2,692$ $p = 0,009$

**Таблиця 6. Аналіз зміни кута сколіотичної деформації в результаті лікування**

Група	Кут деформації, ° M ± SD/min ÷ max			
	До лікування	Після лікування	M ± SD t, p	Величина зміни
I	$108,0 \pm 6,0$ $100,0 \div 121,0$	$44,1 \pm 15,3$ $21,0 \div 82,0$	$63,9 \pm 13,6$ $t = 28,892$ $p < 0,001$	$59,4 \pm 13,1$ $31,0 \div 79,0$
II	$106,1 \pm 4,5$ $100,0 \div 117,0$	$56,9 \pm 14,2$ $34,0 \div 90,0$	$49,2 \pm 12,6$ $t = 24,015$ $p < 0,001$	$46,6 \pm 12,3$ $20 \div 68$
Різниця середніх (M ± SE)	$1,9 \pm 1,2$	$-12,8 \pm 3,4$		$12,9 \pm 2,9$
Статистична значущість між групами	$t = 1,604$ $p = 0,113$	$t = -3,786$ $p < 0,001$		$t = 4,412$ $p < 0,001$

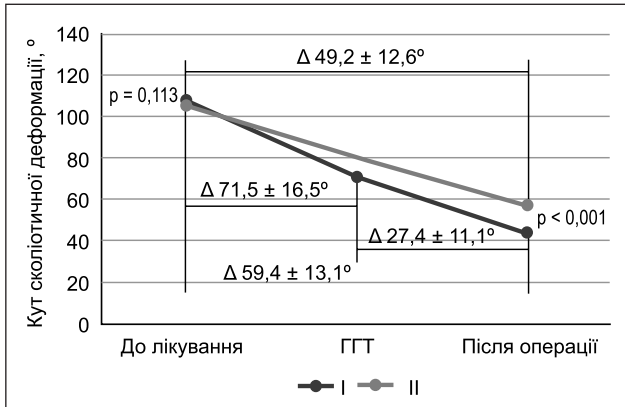


Рисунок 1. Динаміка кута деформації в дітей

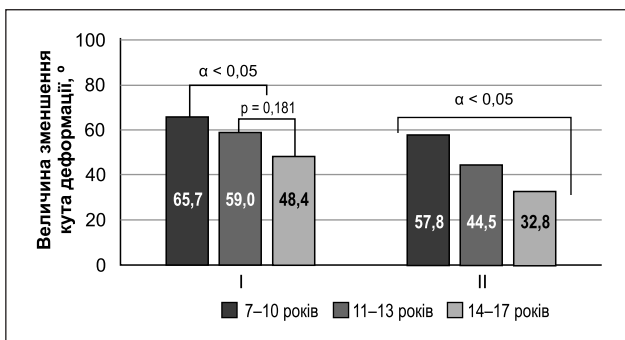


Рисунок 2. Величина зміни кута сколіотичної деформації в дітей різного віку по групах

ля хірургічної корекції у групах остаточний кут деформації виявився статистично значуще різним ( $p < 0,001$ ), з кращими результатами у групі з ГГТ.

Проаналізуємо, чи впливає вік дітей на результат лікування. Для цього провели однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) з апостеріорним тестом Дункана, результати якого надані в табл. 7

За даними проведеного аналізу визначено, що в дітей старше 14 років корекція деформації була статистично значуще меншою ( $\alpha = 0,05$ ), ніж у дітей молодшого віку, причому це спостерігалось в обох групах. В I групі відсоток корекції деформації в дітей від 7 до 13 років був статистично близьким ( $p = 0,181$ ), але в II групі відсоток корекції в дітей від 11 до 13 років був значуще меншим, ніж у дітей молодше 10 років. На діаграмі (рис. 2) наведена різниця у величині корекції сколіотичної деформації в дітей різного віку по групах.

На наданій діаграмі розподілу величини зміни кута сколіотичної деформації можна відмітити, що за всіма віковими підгрупами в дітей I групи величина зменшення кута деформації була більшою. Наскільки різними виявилися результати корекції деформації в дітей різного віку по групах, показано в табл. 8.

За результатами проведеного статистичного аналізу було визначено, що у дітей молодше 13 років найкращі результати лікування були в I групі, тобто використання ГГТ статистично значуще поліпшує результати лікування. У дітей старше 14 років відсутня значуща різниця ( $p = 0,060$ ) результатів лікування, хоча в ді-

Таблиця 7. Оцінка зменшення кута сколіотичної деформації у дітей різних вікових груп

Вік, років	Зменшення кута деформації, ° (M ± SD)						
	n	I група		n	II група		
		α = 0,05			α = 0,05		
		1	2		1	2	3
Від 14 до 17 років	8	48,4 ± 17,3		7	32,8 ± 10,		
Від 11 до 13 років	15		59,0 ± 9,3	19		44,5 ± 9,6	
Від 7 до 10 років	15		65,7 ± 10,5	12		57,8 ± 5,6	
Статистична значущість у межах кластера, p		1,000	0,181		1,000	1,000	1,000

Таблиця 8. Аналіз зменшення кута сколіотичної деформації в дітей різного віку у групах спостереження

Група	Зменшення кута деформації, ° M ± SD/min ÷ max		
	Вік, років		
	7-10	11-13	14-17
I	65,7 ± 10,5 44,2 ÷ 79,4	59,0 ± 9,3 39,0 ÷ 74,8	48,4 ± 17,3 30,5 ÷ 77,6
II	57,8 ± 5,6 45,2 ÷ 64,4	44,5 ± 9,6 26,8 ÷ 67,6	32,8 ± 10,7 20,4 ÷ 54,4
Статистична значущість між групами	t = 2,509 p = 0,020	t = 4,459 p < 0,001	t = 2,062 p = 0,060



тей I групи різниця у величині корекції помітно більша ( $48,4 \pm 17,3$  %), ніж у дітей II групи цього ж віку ( $32,8 \pm 10,7$  %).

Застосування запропонованого нами методу лікування сколіотичної деформації з використанням гало-гравітаційної тракції дозволило значуще поліпшити результати корекції. Застосування нашого методу лікування не тільки значуще ( $p < 0,001$ ) зменшує деформацію хребта, але й помітно зменшує величину хірургічної корекції.

Треба відмітити, що результати лікування, як із застосуванням ГГТ, так і без нього, кращі в дітей молодше 14 років. У них і первинно діагностували в середньому менший кут сколіотичної деформації, і застосування ГГТ приводило до більшого зменшення деформації та, відповідно, до значущого зменшення деформації по закінченні лікування.

## Висновки

1. Після гало-гравітаційної тракції в дітей статистично значуще ( $p < 0,001$ ) зменшився кут деформації — в середньому на  $36,5 \pm 14,9^\circ$ , що становить  $34,0 \pm 14,1$  % корекції деформації. Динаміка корекції не залежить від статі дітей ( $p = 0,824$ ).

2. Величина кута деформації в пацієнтів I групи (гало-гравітаційна тракція) перед хірургічною корекцією була статистично значуще меншою, ніж у дітей II групи. Це обумовило статистично значуще ( $p < 0,001$ ) кращі результати хірургічної корекції в I групі ( $59,4 \pm 13,1$  %), ніж у пацієнтів II групи ( $46,6 \pm 12,3$  %).

3. Незалежно від протоколу лікування кращі результати корекції сколіотичної деформації були в дітей молодше 14 років.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

## Список літератури

1. Кокушин Д.Н., Филиппова А.Н., Хусаинов Н.О. Некоторые факторы прогрессирования идиопатического сколиоза. *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26834>
2. Тягур Т.Р. Проблема сколиозу в сучасній ортопедії. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2014. № 3(41). С. 106–109.
3. Reisner M.J., Pumberger M., Shue J., Girardi F.P., Hughes A.P. Trends in lumbar spinal fusion—a literature review. *J. Spine Surg.* 2020. № 6(4). P. 752–761. doi: 10.21037/jss-20-492.
4. Ravindra V.M., Mazur M.D., Brockmeyer D.L., Kraus K.L., Ropper A.E., Hanson D.S., Dahl B.T. Clinical Effectiveness of S2-Alar Iliac Screws in Spinopelvic Fixation in Pediatric Neuromuscular Scoliosis: Systematic Literature Review. *Global Spine J.* 2020. № 10(8). P. 1066–1074. doi: 10.1177/2192568219899658.
5. Parent S., Shen J. Anterior Vertebral Body Growth-Modulation Tethering in Idiopathic Scoliosis: Surgical Technique. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2020. № 28(17). P. 693–699. doi: 10.5435/JAAOS-D-19-00849.
6. Rosinski A., Odeh K., Ungurean V. Jr, Leasure J., Kondrashov D. Non-Pedicular Fixation Techniques for the Treatment of Spinal Deformity: A Systematic Review. *JBJS Rev.* 2020. № 8(5). e0150. doi: 10.2106/JBJS.RVW.19.00150.
7. Rohozynskyi V., Levytskyi A., Dolianytskyi M., Benzar I. Treatment of Severe Spinal Deformations in Children with Idiopathic Scoliosis Using Halo-Gravity Traction. *Wiadomości Lekarskie*. 2020. Vol. 73. № 10. P. 2144–2149.
8. Everitt B.S., Skrondal A. *The Cambridge Dictionary of Statistics*. 4th ed. Cambridge University Press, 2010. 480 p.

Отримано/Received 27.01.2022

Рецензовано/Revised 10.02.2022

Прийнято до друку/Accepted 16.02.2022 ■

### Information about authors

A.F. Levitsky, MD, PhD, Head of the Department of Pediatric Surgery, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0002-4440-2090>.

V.O. Rogozinsky, PhD student at the Department of Pediatric Surgery, Bogomolets National Medical University, pediatric orthopedist and traumatologist at the Department of Orthopedics and Traumatology at the National Children Specialized Hospital "OHMATDYT", Kyiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0001-9891-0739>.

O.D. Karpinska, Research Fellow at the Department of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; e-mail: [helen.karpinska@gmail.com](mailto:helen.karpinska@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-1482-7733>.

**Conflicts of interests.** Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of their manuscript.

A.F. Levitsky<sup>1</sup>, V.O. Rogozinsky<sup>1,2</sup>, O.D. Karpinska<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>National Children's Specialized Hospital "OHMATDYT", Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

## Dynamics of correction of complex scoliotic deformity in children using halo-gravity traction

**Abstract. Background.** Spinal deformity is one of the common orthopedic pathologies of childhood. Today, according to medical statistics, 75 % of children aged 7–12 years are diagnosed with scoliosis. Scoliosis of III–IV degree with pronounced cosmetic and functional disorders is detected in 1.5–2 % of all cases. Treatment

of severe scoliotic deformities in children remains a major challenge for a vertebrologist. Preoperative halo-gravity traction (HGT) can be one of the options for better correction of complex scoliosis and minimization of neurological complications associated with intraoperative loading. **Materials and methods.** Seventy-six patients

aged 7 to 17 years with complex scoliotic deformities were examined. There were two groups: I (experimental one) — 38 children in whom HGT was used together with developed tactics of staged surgical treatment; II (control one) — 38 children who underwent one-step surgical correction. **Results.** After halo-gravity traction, the deformity angle decreased statistically significantly ( $p < 0.001$ ), on average by  $36.5 \pm 14.9^\circ$ , the change in deformity in boys and girls occurred equally ( $p = 0.279$ ). With age, the angle of scoliosis in children increased. After HGT, the angle of scoliosis in children under 13 years of age decreased on average to  $67.6 \pm 14.7^\circ$ , in patients over 14 years — to  $85.9 \pm 18.2^\circ$ . In children under the age of 14, a reduction in the deformity angle was significantly greater, on average to  $38.9 \pm 13.2^\circ$ , while in those older than 14 years, it did not reach  $30^\circ$  ( $27.5 \pm 18.6^\circ$ ). HGT is more effective under 14 years of age than in older children. Patients in group I before surgical correction of scoliosis had a statistically significantly ( $p < 0.001$ ) lower deformity angle than individuals in group II ( $106.0 \pm 4.5^\circ$ ). After surgical correction, the angle of deformity in group I ( $44.4 \pm 15.3^\circ$ ) was significantly ( $p < 0.001$ ) lower than in children of group II ( $56.9 \pm 14.2^\circ$ ), a

reduction in spinal deformity was statistically significant ( $p < 0.001$ ) in both groups. It was found that in children over 14 years of age, the correction of deformity was statistically significantly less ( $\alpha = 0.05$ ) than in younger patients, and this was observed in both groups. In group I, the percentage of deformity correction in children aged 7 to 13 years was statistically close ( $p = 0.181$ ), but in group II, among patients aged 11 to 13 years, it was significantly lower than in children younger than 10 years. **Conclusions.** After halo-gravity traction in children, the scoliosis angle decreased statistically significantly ( $p < 0.001$ ), by an average of  $36.5 \pm 14.9^\circ$ , which is  $34.0 \pm 14.1\%$  of the deformity correction. The dynamics of correction does not depend on the sex of children ( $p = 0.824$ ). The deformity angle in patients of group I (halo-gravity traction) before surgical correction was statistically significantly less than in group II. This resulted in a statistically significantly ( $p < 0.001$ ) better outcomes of surgical correction in group I ( $59.4 \pm 13.1\%$ ) than in group II ( $46.6 \pm 12.3\%$ ). Regardless of the treatment protocol, the better results of scoliosis correction were observed in children under 14 years of age.

**Keywords:** halo-gravity traction; scoliosis