

А. Ф. Левицький¹, В. О. Рогозинський^{1,2}, І. М. Бензар¹, М. М. Доляницький^{1,2},
О. Д. Карпінська³

Аналіз ефективності використання системи гало-гравітаційної тракції як фактора, що впливає на крововтрату при хірургічній корекції складних сколіотичних деформацій у дітей

¹Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

²Національна дитяча спеціалізована лікарня «ОХМАТДИТ», м. Київ, Україна

³ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України», м. Харків

Paediatric surgery (Ukraine).2022.1(74):34-39; doi 10.15574/PS.2022.74.34

For citation: Levytskyi AF, Rogozynskiy VO, Benzar IM, Dolianytskyi MM, Karpinska OD. (2022). Analysis of the effectiveness of the halo-gravitational traction system as a factor influencing blood loss in the surgical correction of complex scoliotic deformities in children. Paediatric Surgery (Ukraine). 1 (74): 34–39. doi: 10.15574/PS.2022.74.34.

Систему гало-гравітаційної тракції (ГГТ) широко застосовують у провідних клініках світу як етапний метод корекції складних ($>100^\circ$) сколіотичних деформацій хребта в дітей. На сьогодні не існує єдиного підходу використання цієї методики, і кожний лікар приймає рішення щодо схеми лікування імпірично, спираючись на власний клінічний досвід.

Мета – визначити фактори, які впливають на об'єм крововтрати при хірургічній корекції сколіотичної деформації в дітей.

Матеріали та методи. Обстежено 76 пацієнтів віком 7–17 років, у середньому – $11,0 \pm 2,8$ року. I (дослідна) група – 38 дітей, яких лікували з використанням ГГТ відповідно до розробленої тактики етапного хірургічного лікування; II (контрольна) група – 38 дітей, яким виконували одномоментну хірургічну корекцію. Вік дітей у 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 ($t = -0,409$; $p = 0,684$). Було 28 (36,8%) хлопчиків та 48 (63,2%) дівчат. Розподіл дітей за віком та статтю в групах був однаковим. Дані щодо операційної крововтрати опрацьовані статистично.

Результати. За даними статистичного дослідження, на крововтрату при хірургічній корекції сколіотичної деформації найбільше впливає кут деформації та вік пацієнта. При куті деформації $>100^\circ$ крововтрата значуще більша, ніж при куті $<100^\circ$. У дітей віком від 14 років також спостерігали значуще збільшення крововтрати, і це пов'язано не тільки з більшою масою тіла, але й з тим, що в цих дітей був більший кут деформації хребта, а також при застосуванні ГГТ кут деформації зменшується менше, ніж у молодших дітей.

Висновки. Визначено, що після ГГТ в дітей статистично значуще ($p < 0,001$) зменшився кут деформації в середньому на $36,5 \pm 14,9^\circ$. Зміна деформації у хлопців та дівчат відбувалася однаково. При хірургічній корекції сколіотичної деформації $<100^\circ$ крововтрата ($1025,0 \pm 235,9$ мл) статистично значуще ($p < 0,001$) менша за крововтрату при корекції деформації $>100^\circ$ ($1297,5 \pm 327,8$ мл). З віком у дітей збільшується крововтрата, причому ця різниця між віковими підгрупами статистично значуща ($\alpha = 0,05$). Величина кута сколіотичної деформації після хірургічної корекції має середній статистично значущий ($r = 0,576$; $p = 0,001$) вплив на крововтрату, величина хірургічної корекції деформації на крововтрату ($r = 0,015$; $p = 0,879$) не впливає.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом усіх зазначених у роботі установ. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків, дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: інтраопераційна крововтрата, деформація хребта, гало-гравітаційна тракція.

Analysis of the effectiveness of the halo-gravitational traction system as a factor influencing blood loss in the surgical correction of complex scoliotic deformities in children**A. F. Levytskyi¹, V. O. Rogozinskyi^{1,2}, I. M. Benzar¹, M. M. Dolianytskyi^{1,2}, O. D. Karpinska³**¹*Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine*²*National Children's Specialized Hospital «ОХМАТДЫТ», Kyiv, Ukraine*³*Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv*

Halo-gravity traction (HGT) systems are widely used in leading clinics around the world as a staged method for correcting complex (>100°) scoliotic deformities of the spine in children. Today there is no single approach to the use of this technique, and each doctor makes a decision regarding the treatment regimen empirically, based on his clinical experience.

Purpose – to identify the factors that affect the amount of blood loss during surgical correction of scoliotic deformity in children.

Materials and methods. 76 patients aged 7 to 17 years were examined, on average 11.0±2.8 years. I (experimental) group – 38 children were treated with HGT using the developed tactics of staged surgical treatment; II (control) group – 38 children who underwent one-step surgical correction. The age of children in the groups in group I was 11.0±2.8 years, in group II – 11.2±2.8 years, the age of children in groups was statistically the same ($t = -0.409$; $p = 0.684$). There were 28 (36.8%) boys and 48 (63.2%) girls. The distribution of children by age and sex in the groups was the same. Data on operative blood loss were statistically processed.

Results. According to the statistical study, it can be argued that the blood loss during surgical correction of scoliotic deformity is most affected by the angle of deformation and age of the patient. At an angle of deformation of >100° blood loss is significantly greater than at an angle of <100°, children over 14 years also observed a significant increase in blood loss, and this is associated not only with greater body weight but also with the fact that these children the greater the angle of deformation of the spine, as well as the use of HGT, the angle of deformation decreases less than in younger children.

Conclusions. It was determined that after HGT in children the angle of deformation decreased statistically significantly ($p < 0.001$) by an average of 36.5±14.9°. The change in deformation in boys and girls was the same. With surgical correction of scoliotic deformity <100° blood loss (1025.0±235.9 ml), statistically significant ($p < 0.001$) is statistically significantly less than blood loss with correction of deformity greater than 100° (1297.5±327.8 ml). With age, blood loss increases in children, and this difference between age subgroups is statistically significant ($\alpha = 0.05$). The value of the angle of scoliotic deformity after surgical correction has a statistically significant ($r = 0.576$; $p = 0.001$) effect on blood loss, the value of surgical correction of deformity on blood loss ($r = 0.015$; $p = 0.879$) does not affect.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki declaration. The study protocol was approved by the Local ethics committee of all participating institutions. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interests was declared by the authors.

Key words: intraoperative bleeding, spinal deformity, halo-gravity traction.

Вступ

Складні сколіотичні деформації хребта досі не мають конкретного визначення, зазвичай їх відносять до деформацій, при яких кут Кобба >100° [2,7]. Наразі тактика хірургічного лікування складних деформацій хребта в дітей залишається великою проблемою.

Кожна остеотомія має певні показання, переваги та недоліки, несе суттєві ризики серйозних неврологічних ускладнень, травми судин, великої втрати крові тощо.

У хірургічному лікуванні деформації хребта класичні методи остеотомії хребта, у тому числі SPO, PSO та VCR, були дуже популярними протягом останніх років, але різні методи остеотомії дали різну клінічну корекцію та частоту ускладнень [5,8].

Мета дослідження – визначити фактори, що впливають на об'єм крововтрати при хірургічній корекції сколіотичної деформації в дітей.

Матеріали та методи дослідження

Проведено дослідження 76 пацієнтів віком 7–17 років зі складними сколіотичними деформаціями хреб-

та, які проходили лікування в клініці кафедри дитячої хірургії Національного медичного університету імені О. О. Богомольця (на базі хірургічних відділень НДСЛ «ОХМАТДИТ», м. Київ) у період 2009–2019 рр.

Пацієнтів поділено на дві групи: I (дослідна) група – 38 дітей, яких лікували з використанням гало-гравітаційної тракції (ГГТ) відповідно до розробленої тактики етапного хірургічного лікування; II (контрольна) група – 38 дітей, яким виконували одномоментну хірургічну корекцію.

Пацієнтам I (дослідної) групи першим етапом накладали систему ГГТ для попередньої корекції складної деформації хребта. Пацієнтам II (контрольної) групи виконували одномоментну корекцію деформації хребта в об'ємі задньої корегувальної інструментації хребта та остеотомій Ponte на 1–3 рівнях.

Вік дітей у I групі становив 11,0±2,8 року, у II групі – 11,2±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. Розподіл пацієнтів у групах за статтю наведено в таблиці 1.

Оригінальні дослідження. Торакальна хірургія

Таблиця 1

Розподіл пацієнтів у групах за статтю

Група		Стать	
		хлопчики	дівчатка
I (дослідна), n=38	абс.	18	20
	% у групі	47,4	52,6
	загальний %	23,7	26,3%
II (контрольна), n=38	абс.	10	28
	% у групі	26,3	73,7
	загальний %	13,2	36,8
Усього	абс. (%)	28 (36,8%)	48 (63,2%)
Статистична значущість між групами (χ^2 , p)		$\chi^2=3,619$, p=0,057	

Таблиця 2

Розподіл хворих за величиною первинної сколіотичної деформації

Група	Величина первинної сколіотичної деформації			
	по групі	хлопці	дівчата	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	

Таблиця 3

Динаміка зміни кута сколіотичної деформації в пацієнтів I групи після гало-гравітаційної тракції

Параметр	Кут деформації, градус (M±SD)		Статистична значущість різниці між періодами, (M±SD), t, p
	до лікування	після ГТ	
Середні по групі	108,0±6,0	71,5±16,5	36,5±14,9 t=15,043; p<0,001
Хлопчики	109,2±7,72	73,22±19,5	35,9±16,8 t=9,061; p<0,001
Дівчата	106,9±3,7	69,9±13,5	37,1±13,5 t=12,273; p<0,001
Статистична значущість різниці між статтями	t=1,109 p=0,279	t=0,615 p=0,542	

У I групі кількість хлопчиків (18 осіб, або 47,4%) і дівчат (20 осіб, або 52,6%) була майже однаковою, у II групі переважала кількість дівчат (28 осіб, або 73,7%), але різниця за статтю між групами не досягла статистично значущого рівня (p=0,057).

Рівень первинної сколіотичної деформації в групах наведено в таблиці 2.

За даними статистичного аналізу, за первинним рівнем сколіотичної деформації групи дітей були однаковими (p=0,113), також не виявлено статистичної різниці у величині деформації в хлопців і дівчат як у межах кожної групи (I – p=0,279; II – p=0,181), так і між групами (хлопців – p=0,279; дівчата – p=0,181).

Отже, групи можна вважати однаковими як щодо розподілу за віком, статтю, так і щодо рівня первинної сколіотичної деформації (рис. 2).

Дані опрацьовані статистично. Розраховано Середнє (M), стандартне відхилення (SD), мінімальне (min) та максимальне (max) значення вибірок. По-

рівняння між групами проведено за T-тестом для незалежних вибірок із розрахуванням різниці середніх (M±SD), критичного значення тесту (t) і статистичної значущості (p). Для оцінки рівності дисперсії вибірок використано тест Левеня, при відхиленні нульової гіпотези тесту (p<0,05) застосовано тест Уелча. Під час порівняння понад 2 вибірок використано однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA з апостеріорним тестом Дункана [1].

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом усіх зазначених у роботі установ. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків, дітей.

Результати дослідження та їх обговорення

Пацієнтам I групи перед хірургічною корекцією сколіотичної деформації виконано ГТТ, яка здатна зменшити кут деформації.

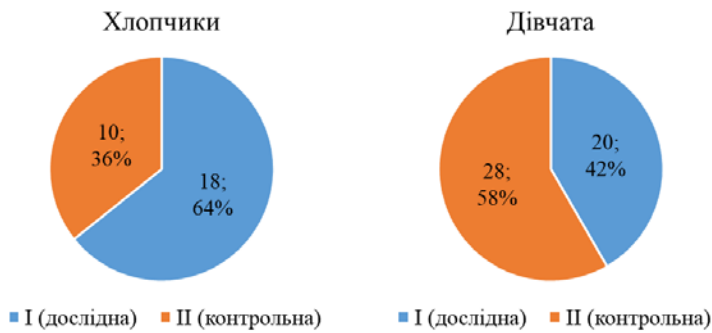


Рис. 1. Розподіл за статтю в групах пацієнтів

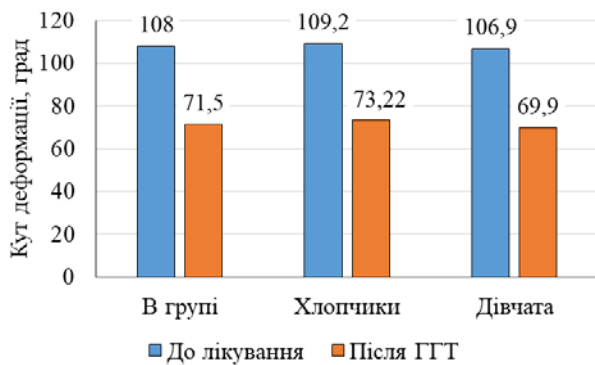


Рис. 3. Діаграма зміни кута сколіотичної деформації в пацієнтів I групи

Динаміку зміни величини кута деформації після ГТТ у пацієнтів I групи наведено в таблиці 3.

За даними статистичного аналізу, після ГТТ у дітей статистично значуще ($p < 0,001$) зменшився кут деформації в середньому на $36,5 \pm 14,9^\circ$. За отриманими даними, зміна деформації у хлопців і дівчат відбувалася однаково, тобто була статистично однаковою як до ($p = 0,279$), так і після ГТТ ($p = 0,542$).

Отже, пацієнти I групи перед хірургічною корекцією сколіотичної деформації мали статистично значуще ($p < 0,001$) зменшений кут деформації ($71,5 \pm 2,7^\circ$) і відповідно статистично значуще менший ($p < 0,001$), ніж у пацієнтів II групи ($106,0 \pm 4,5^\circ$). Динаміку зміни кута деформації наведено на рис. 3.

Далі проаналізовано крововтрату при хірургічному втручанні в групах пацієнтів (табл. 4).

За даними статистичного аналізу, крововтрата в I групі ($1044,7 \pm 245,7$ мл) була статистично значуще меншою, ніж у пацієнтів II групи – $1292,1 \pm 334,8$ мл.

Проаналізовано вплив кута сколіотичної деформації на об'єм крововтрати при операції (табл. 5). Для вирішення цього завдання величину кута сколіотичної деформації поділено на 2 рівні – $< 100^\circ$ деформації ($n = 36$) і $> 100^\circ$ ($n = 40$).

При хірургічній корекції сколіотичної деформації $< 100^\circ$ крововтрата ($1025,0 \pm 235,9$ мл) була статистич-

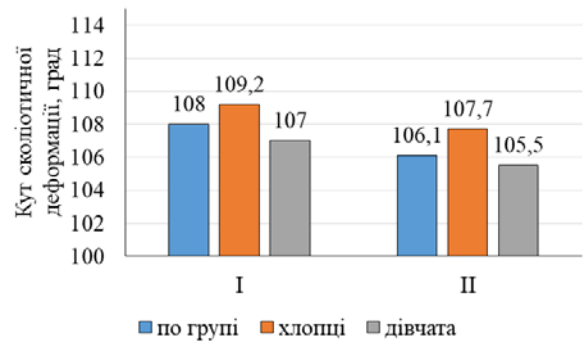


Рис. 2. Розподіл рівня сколіотичної деформації по групах і за статтю

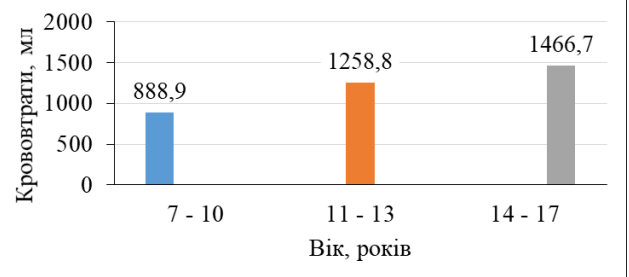


Рис. 4. Діаграма розподілу крововтрати в дітей різних вікових груп

Таблиця 4

Крововтрата при хірургічному втручанні в пацієнтів

Група	Крововтрата, мл ($M \pm SD$)	Статистична значущість між групами (t, p)
I	$1044,7 \pm 245,7$	$t = -3,672$ $p < 0,001$
II	$1292,1 \pm 334,8$	

Таблиця 5

Аналіз об'єму крововтрати залежно від кута сколіотичної деформації

Кут деформації	Крововтрата, мл ($M \pm SD$)	Статистична значущість між групами (t, p)
$< 100^\circ$ ($n = 36$)	$1025,0 \pm 235,9$	$t = -4,119$ $p < 0,001$
$> 100^\circ$ ($n = 40$)	$1297,5 \pm 327,8$	

но значуще ($p < 0,001$) меншою за крововтрата при корекції деформації $> 100^\circ$ ($1297,5 \pm 327,8$ мл).

Проаналізовано вплив віку дітей на крововтрата при хірургічному втручанні в загальній кількості дітей, яких поділено на три підгрупи відповідно до віку: 1-ша – 7–10 років ($n = 27$); 2-га – 11–13 років ($n = 34$); 3-тя – 14–17 років ($n = 15$), (табл. 6).

Статистично доведено, що з віком дітей збільшується крововтрата, причому ця різниця між віковими підгрупами була статистично значущою ($\alpha = 0,05$), що наведено на рис. 4. Це логічно, через

Оригінальні дослідження. Торакальна хірургія

Таблиця 6

Крововтрата при хірургічній корекції в дітей різних вікових підгруп

Вікова підгрупа	Крововтрата, мл (M±SD)		
	різниця між підгрупами для α=0,05		
	1-ша	2-га	3-тя
7–10 років (n=27)	888,9±157,7		
11–13 років (n=34)		1258,8±224,4	
14–17 років (n=15)			1466,7±328,8
Статистична значущість у межах підгруп, p	1,000	1,000	1,000

Таблиця 7

Крововтрата у дітей I групи при різних кутах сколіотичної деформації

Кут деформації	Крововтрата, мл (M±SD) / (min÷max)	Статистична значущість (кут деформації)
<100° (n=6)	1025,0±235,9 600,0÷1600,0	t= -2,208 p=0,034
>100° (n=2)	1400,0±141,4 1300,0÷1500,0	

Таблиця 8

Аналіз зв'язку крововтрата з кутом залишкової деформації та величиною зміни кута деформації

Параметр	Кут деформації	
	після корекції	рівень зміни
Крововтрата	r	0,576
	p	0,001
		0,897

збільшення маси тіла та протяжності хірургічного розтину з віком дитини.

У I групі у 2 дітей віком від 14 років після ГТТ кут деформації залишився >100°. Отже, у цих хворих крововтрата також була більшою, ніж у дітей з меншим кутом деформації (табл. 7).

За даними аналізу, крововтрата в дітей з кутом деформації <100° (1025±235,9 мл) була статистично значущою (p=0,034) меншою, ніж у дітей з кутом деформації >100° (1400±141,4) мл. Через те, що дітей з кутом >100° було лише 2 особи, то вважати достовірним отриманий результат можна з великим ризиком, але нижня межа розкиду крововтрата (1300 мл) була вищою, ніж у дітей з кутом деформації <100°.

Визначено вплив на крововтрату при хірургічному втручанні таких параметрів – залишкового кута деформації після корекції та величини зміни кута деформації після операції. Для цього проведено кореляційний аналіз (табл. 8).

За даними аналізу, величина кута сколіотичної деформації після хірургічної корекції має середній, але статистично значущий (r=0,576; p=0,001) вплив на крововтрату, а величина хірургічної корекції деформації не впливає на крововтрату (r=0,015; p=0,879).

За даними статистичного дослідження, на крововтрату при хірургічній корекції сколіотичної деформації найбільше впливає кут деформації та вік пацієнта. При куті деформації >100° крововтрата значущо більша, ніж при куті <100°, у дітей віком від 14 років також значущо більша крововтрата, і це пов'язано не тільки з більшою масою тіла, але й з тим, що в цих дітей більший кут деформації хребта, а також при застосуванні ГТТ кут деформації зменшується менше, ніж у молодших дітей.

Висновки

Встановлено, що після ГТТ у дітей статистично значущо (p<0,001) зменшується кут деформації (у середньому – на 36,5±14,9°). Зміна деформації у хлопців і дівчат відбувається однаково.

При хірургічній корекції сколіотичної деформації <100° крововтрата (1025,0±235,9 мл) статистично значущо (p<0,001) менша за крововтрату при деформації >100° (1297,5±327,8 мл). З віком у дітей збільшується крововтрата, причому ця різниця між віковими підгрупами статистично значуща (α=0,05).

Величина кута сколіотичної деформації після хірургічної корекції має середній статистично значущий (r=0,576; p=0,001) вплив на крововтрату, величина хірургічної корекції деформації на крововтрату (r=0,015; p=0,879) не впливає.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References/Література

1. Everitt BS, Skrondal A. (2010). The Cambridge Dictionary of Statistics. Ed. 4. Cambridge University Press: 480.
2. Little JP, Izatt MT, Labrom RD, Askin GN, Adam CJ. (2013, May 16). An FE investigation simulating intra-operative corrective

- forces applied to correct scoliosis deformity. *Scoliosis*. 8 (1): 9. doi: 10.1186/1748-7161-8-9.
3. Mezentsev AO, Petrenko DE. (2018). Retrospektyvnyi analiz uskladnen pislia khirurhichnoho likuvannia urodzhenoho kifozu u ditei. *Ortopediya, travmatologiya y protezyrovanye*. 3: 39–44. [Мезенцев АО, Петренко ДЄ. (2018). Ретроспективний аналіз ускладнень після хірургічного лікування уродженого кіфозу у дітей. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 3: 39–44].
 4. Rohozynskiy V, Levytskyi A, Dolianytskyi M, Benzar I. (2020). Treatment of Severe Spinal Deformations in Children with Idiopathic Scoliosis Using Halo-Gravity Traction. *Wiadomości Lekarskie*. 73 (10): 2144–2149.
 5. Salmingo R, Tadano S, Fujisaki K et al. (2012). Corrective force analysis for scoliosis from implant rod deformation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 27: 545–550. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.01.004.
 6. Semmelink K, Hekman EEG, van Griethuysen M, Bosma J, Swaan A, Kruyt MC. (2021, Jan). Halo pin positioning in the temporal bone; parameters for safe halo gravity traction. *Spine Deform*. 9 (1): 255–261. doi: 10.1007/s43390-020-00194-2.
 7. Vidal-Lesso A, Ledesma-Orozco E, Daza-Benítez L, Lesso-Arroyo R. (2014). Mechanical Characterization of Femoral Cartilage Under Unicompartimental Osteoarthritis. *Ingeniería mecánica tecnología y desarrollo*. 4 (6): 239–246.
 8. Voor MJ, Anderson RC, Hart RT. (1997, Sep). Stress analysis of halo pin insertion by non-linear finite element modeling. *J Biomech*. 30 (9): 903–909. doi: 10.1016/s0021-9290(97)82887-4.
 9. Wang Y, Li C, Liu L, Li H, Yi X. (2021). Presurgical Short-Term Halo-Pelvic Traction for Severe Rigid Scoliosis (Cobb Angle >120°): A 2-Year Follow-up Review of 62 Patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 46 (2): E95-E104.

Відомості про авторів:

Левицький Анатолій Феодосійович – д.мед.н., проф., зав. каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця. Адреса: м. Київ, бульвар Т. Шевченка, 13; тел. (044) 236-51-80. <https://orcid.org/0000-0002-4440-2090>.

Рогозинський Валентин Олександрович – аспірант каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця, лікар ортопед-травматолог дитячий відділення ортопедії та травматології НДСЛ «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0001-9891-0739>.

Бензар Ірина Миколаївна – д.мед.н., проф. каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця. Адреса: м. Київ, бульвар Т. Шевченка, 13; тел. (044) 236-51-80. <https://orcid.org/0000-0001-7637-7769>.

Доляницький Микола Михайлович – аспірант каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця, лікар ортопед-травматолог дитячий відділення ортопедії та травматології НДСЛ «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0002-0898-6914>.

Карпінська Олена Дмитрівна – науковий співробітник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0002-1482-7733>.

Стаття надійшла до редакції 09.11.2021 р., прийнята до друку 6.03.2022 р.