



# ХІРУРГІЯ

## ДИТЯЧОГО ВІКУ (УКРАЇНА)

PAEDIATRIC SURGERY (UKRAINE) <sup>4 (77)</sup> 2022

Передплатний індекс 60162



Київ 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ ІМЕНІ П.Л. ШУПИКА  
ВСЕУКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ДИТЯЧИХ ХІРУРГІВ  
ТОВ «ГРУПА КОМПАНІЙ «МЕД ЕКСПЕРТ»

# ХІРУРГІЯ ДИТЯЧОГО ВІКУ (УКРАЇНА)

науково-практичний спеціалізований журнал

## ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

**Котенко О.Г.**, доктор мед. наук, професор, керівник Центру хірургії печінки та підшлункової залози (Київ, Україна)

## ШЕФ-РЕДАКТОР

**Толстанов О.К.**, доктор мед. наук, професор, проректор з навчально-педагогічної роботи НУОЗ України імені П.Л. Шупика (Київ)

**Русак П.С.**, доктор мед. наук, професор кафедри дитячої хірургії НУОЗ України імені П.Л. Шупика, завідувач хірургічним відділенням №1 Житомирської обласної дитячої клінічної лікарні (Житомир, Україна)

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

**АльДжадді А.** (Альхобар, Саудівська Аравія)

**Бабучі С.І.** (Кишинів, Молдова)

**Бензар І.М.** (Київ, Україна)

**Боднар О.Б.** (Чернівці, Україна)

**Вдовиченко Ю.П.** (Київ, Україна)

**Веселий С.В.** (Лиман, Україна)

**Вороненко Ю.В.** (Київ, Україна)

**Горбатюк О.М.** (Київ, Україна)

**Гудумак Є.М.** (Кишинів, Молдова)

**Данилов О.А.** (Київ, Україна)

**Дігтяр В.А.** (Дніпро, Україна)

**Дубровін О.Г.** (Київ, Україна)

**Ємець І.М.** (Київ, Україна)

**Запорожан С.Й.** (Тернопіль, Україна)

**Йокіч Р.** (Новий Сад, Сербія)

**Калічінський П.** (Варшава, Польща)

**Капуллер В.** (Єрусалим, Ізраїль)

**Козинець Г.П.** (Київ, Україна)

**Коноплицький В.С.** (Вінниця, Україна)

**Косаковський А.Л.** (Київ, Україна)

**Кривченя Д.Ю.** (Київ, Україна)

**Ксьонз І.В.** (Полтава, Україна)

**Левицький А.Ф.** (Київ, Україна)

**Ліма М.** (Болонья, Італія)

**Лопез М.** (Барселона, Іспанія)

**Лосев О.О.** (Одеса, Україна)

**Мюнтер Х.** (Лондон, Великобританія)

**Наконечний А.Й.** (Львів, Україна)

**Патковський Д.** (Вроцлав, Польща)

**Переяслов А.А.** (Львів, Україна)

**Петербурзький В.Ф.** (Київ, Україна)

**Петерсонс А.** (Рига, Латвія)

**Погорілий В.В.** (Вінниця, Україна)

**Притула В.П.** (Київ, Україна)

**Ротенберг С.** (Денвер, США)

**Руденко Н.М.** (Київ, Україна)

**Слепов О.К.** (Київ, Україна)

**Спахі О.В.** (Запоріжжя, Україна)

**Текгюл С.** (Анкара, Туреччина)

**Усенко О.Ю.** (Київ, Україна)

**Фархат В.** (Торонто, Канада)

**Фофанов О.Д.** (Івано-Франківськ, Україна)

**Храпач В.В.** (Київ, Україна)

**Чаудерна П.** (Гданськ, Польща)

**Ченг В.** (Пекін, Китай)

**Черіан А.** (Лондон, Великобританія)

**Шевчук Д.** (Житомир, Україна)

**Юркевич Б.** (Варшава, Польща)

## НАУКОВІ КОНСУЛЬТАНТИ

**Боднар Б.М.** (Чернівці, Україна)

**Давиденко В.Б.** (Харків, Україна)

**Лазоришенець В.В.** (Київ, Україна)

**Макаров А.В.** (Київ, Україна)

**Момотов А.О.** (Київ, Україна)

**Ніколаєва Н.Г.** (Одеса, Україна)

**Сушко В.І.** (Дніпро, Україна)

**НАУКОВИЙ РЕДАКТОР Верголяс М.Р.** (Київ, Україна)

## СЕКРЕТАРІАТ

**Кузик А. С.** (Львів, Україна) – відповідальний секретар

**Горелік В.В.** (Київ, Україна)

**Доманський О.Б.** (Київ, Україна)

**Мельниченко М.Г.** (Одеса, Україна)

**Пономаренко О.П.** (Київ, Україна)

**Рибальченко В.Ф.** (Київ, Україна)

**Наконечний Р.А.** (Львів, Україна)

**Колівово Ю.В.** (Львів, Україна)

**Видавець ТОВ «Група компаній «Мед Експерт»**

Свідоцтво про державну реєстрацію ЗМІ

КВ № 25172-15112ІПР від 21.02.2022 р.

Видається з 2003 р.

Періодичність виходу — 4 рази на рік

Наказом МОН України №612 від 07.05.2019 р.

журнал «Хірургія дитячого віку» включено до Переліку наукових фахових видань України,

**категорія Б**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових фахових ступенів доктора і кандидата наук

Затверджено Вченою радою Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика Протокол №10 від 21.12.2022 р.  
Підписано до друку 26.12.2022 р.

Журнал «Хірургія дитячого віку (Україна)» реферується Інститутом проблем реєстрації інформації НАН України

**Адреса для листування:**

ТОВ «Група компаній Мед Експерт»,

«Хірургія дитячого віку (Україна)»,

а/с 80, м. Київ-211, Україна, 04211

Тел./факс: +38 044 498-08-80

E-mail: [pediatric.surgery.ukraine@gmail.com](mailto:pediatric.surgery.ukraine@gmail.com);

[pediatr@med-expert.com.ua](mailto:pediatr@med-expert.com.ua)

<http://med-expert.com.ua/>

Формат 60х90/8. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 16. Обл.-вид. арк. 13,95.

Загальний наклад 1 000 прим.

Зам. 27.12/01 від 27.12.2022 р.

Надруковано з готових фотоформ у типографії

«Аврора-принт»,

м. Київ, вул. Причальна, 5, тел. +38 (044) 550-52-44

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

A00 № 777897 від 06.07.2009 р.

Всі статті рецензовані. Повний або частковий передрук або тиражування у будь-який спосіб матеріалів, опублікованих у цьому виданні, допускається лише за письмовим дозволом редакції. Відповідальність за зміст рекламних матеріалів несе рекламодавець.

Журнал «Хірургія дитячого віку (Україна)» включений у наукометричні, реферативні та пошукові бази даних: **Scopus, DOAJ, WorldCat, BASE, Sherpa Romeo, Google Scholar, CrossRef, Джерело**. Статтям журналу присвоюється DOI.

**Увага!** Здійснити передплату видання «Хірургія дитячого віку (Україна)» можна у будь-якому поштовому відділенні України  
Передплатний індекс **60162**

© Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, 2022

© Всеукраїнська асоціація дитячих хірургів, 2022

© ТОВ «Група компаній «Мед Експерт», 2022

**Київ 2022**

SHUPYK NATIONAL HEALTHCARE UNIVERSITY OF UKRAINE

UKRAINIAN ASSOCIATION PAEDIATRICS SURGERY

GROUP OF COMPANIES MED EXPERT, LLC

# PAEDIATRIC SURGERY (UKRAINE)

Scientific and Practical Journal

## EDITOR-IN-CHIEF

**Kotenko O.G.**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Shief of Hepatopancreatic Surgery Centr (Kyiv, Ukraine)

## CHIEF EDITOR

**Tolstanov O.K.**, Doctor of Medical Sciences, Professor, First Deputy Rector of the Shupyk National Healthcare University of Ukraine (Kyiv)

**Rusak P.S.**, Doctor of Medical Sciences, Professor of Pediatric Surgery Department Shupyk National Healthcare University of Ukraine ; Head of Department pediatric surgery of Zhytomyr Regional Children's Clinical Hospital (Zhytomyr, Ukraine)

## EDITORIAL BOARD

<b>AlJahdali A.</b> (Alkhobar, Saudi Arabia)	<b>Losev O.O.</b> (Odesa, Ukraine)
<b>Babuci S.</b> (Kishinev, Moldova)	<b>Munther H.</b> (London, Great Britain)
<b>Benzar I.M.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Nakonechnyi A.Y.</b> (Lviv, Ukraine)
<b>Bodnar O.B.</b> (Chernivtsi, Ukraine)	<b>Patkowski D.</b> (Wroclaw, Poland)
<b>Vdovichenko Yu.P.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Pereyaslov A.A.</b> (Lviv, Ukraine)
<b>Veseliy S.V.</b> (Liman, Ukraine)	<b>Peterburgskiy V.F.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Voronenko Yu.V.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Petersons A.</b> (Riga, Latvia)
<b>Gorbatyuk O.M.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Pogoriliy V.V.</b> (Vinnytsia, Ukraine)
<b>Gudumak E.M.</b> (Chisinau, Moldova)	<b>Pritula V.P.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Danylov O.A.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Rothenberg S.</b> (Denver, USA)
<b>Digtyar V.A.</b> (Dnipro, Ukraine)	<b>Rudenko N.M.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Dubrovyn O.G.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Sliepov O.K.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Emetc I.M.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Spahy O.V.</b> (Zaporizhzhia, Ukraine)
<b>Zaporozhan S.Y.</b> (Ternopil, Ukraine)	<b>Tekgul S.</b> (Ankara, Turkey)
<b>Jokic R.</b> (Novi Sad, Serbia)	<b>Usenko O.Yu.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Kaliciński P.</b> (Warsaw, Poland)	<b>Farhat W.</b> (Toronto, Canada)
<b>Kapuller V.</b> (Jerusalem, Israel)	<b>Fofanov O.D.</b> (Ivano-Frankivsk, Ukraine)
<b>Kozinets G.P.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Hrapach V.V.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Konopliitskiy B.S.</b> (Vinnytsia, Ukraine)	<b>Czauderna P.</b> (Gdansk, Poland)
<b>Kosakovskiy A.L.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Cheng W.</b> (Beijing, China)
<b>Krivchenya D.Yu.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Cherian A.</b> (London, Great Britain)
<b>Ksyonz I.V.</b> (Poltava, Ukraine)	<b>Shevchuk D.</b> (Zhytomyr, Ukraine)
<b>Kutcenok Ya.B.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Jurkiewicz B.</b> (Warsaw, Poland)
<b>Levitckiy A.F.</b> (Kyiv, Ukraine)	
<b>Lima M.</b> (Bologna, Italy)	
<b>Lopez M.</b> (Barcelona, Spain)	

## SCIENTIFIC ADVISERS

<b>Bodnar B.M.</b> (Chernivtsy, Ukraine)	<b>Momotov A.O.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Davidenko V.B.</b> (Kharkiv, Ukraine)	<b>Nikolaeva N.G.</b> (Odesa, Ukraine)
<b>Lazorishenets V.V.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Sushko V.I.</b> (Dnipro, Ukraine)
<b>Makarov A.V.</b> (Kyiv, Ukraine)	

**SCIENTIFIC EDITOR Vergolyas M.R.** (Kyiv, Ukraine)

## SECRETARIAT

<b>Kuzyk A.S.</b> (Lviv, Ukraine) – Executive Secretary	<b>Ponomarenko O.P.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Gorelyk V.V.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Rybalchenko V.F.</b> (Kyiv, Ukraine)
<b>Domanskiy O.B.</b> (Kyiv, Ukraine)	<b>Nakonechnyi R.A.</b> (Lviv, Ukraine)
<b>Melnichenko M.G.</b> (Odesa, Ukraine)	<b>Kolivoshko Yu.V.</b> (Lviv, Ukraine)

**Publisher - Group of companies MedExpert, LLC**

Certificate of registration of KB No. 25172-15112IIP of 21.02.2022

Published since 2003 p.

Periodicity - 4 times a year

By the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 612 from May 7, 2019, the journal «Paediatric Surgery. Ukraine» was included in the List of specialized scientific editions of Ukraine in the field of medical sciences, **category B**

Recommended by the Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Protocol No.10 from 21.12.2022

Signed for publication 26.12.2022

The journal «Paediatric Surgery (Ukraine)» abstracted by the Institute of Information Recording Problems of Ukraine

## Mailing address:

Group of Companies Med Expert, LLC,  
«Paediatric Surgery (Ukraine)»,  
p/b 80, Kyiv, 04211, Ukraine,  
Tel./fax: +38 044 498-08-80  
E-mail: [pdiatric.surgery.ukraine@gmail.com](mailto:pdiatric.surgery.ukraine@gmail.com);  
[pdiatr@med-expert.com.ua](mailto:pdiatr@med-expert.com.ua);  
<http://med-expert.com.ua>

Format 60x90/8. Offset paper.

Conventional printed sheet. 13,95.

Total circulation is 1 000 copies.

Ord. No. 27.12/01 from 27.12.2022

Printed in the «Aurora-print» printing house,  
5, Prichalnaya Str., Kyiv, tel. (044) 550-52-44  
Certificate A00 No. 777897 from 06.07.2009 y.

All articles reviewed. Total or partial copy of materials published in this publication at any way is available only by the letter of permission of the journal staff. Advertiser is responsible for the content of advertising materials.

Indexed and/or presented in: **Scopus, DOAJ, World-Cat, BASE, Sherpa Romeo, Google Scholar, Cross-Ref, Djerelo.**

**Attention!** Subscribe to the journal «Paediatric Surgery. Ukraine» you can at every post offices of Ukraine Subscription index **60162**

© Shupyk National Healthcare University of Ukraine, 2022

© Ukrainian Association Paediatric Surgery, 2022

© Group of Companies MedExpert, LLC, 2022

**Kyiv 2022**



## Зміст

### ПОДІЇ

- 5 II науково-практична конференція з міжнародною участю «ОХМАТДИТівські читання», м. Київ, 15-16 вересня 2022 року

### ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ. АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

- 9 Гомон М.Л., Гончарук О.С., Титаренко Н.В., Вознюк А.В., Костюченко А.В.  
Динаміка маркерів стрес-відповіді та функціонального стану вегетативної нервової системи як показник ефективності анестезіологічного забезпечення з використанням внутрішньовенної інфузії лідокаїну в дітей

### ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ. АБДОМІНАЛЬНА ХІРУРГІЯ

- 17 Борова-Галай О.Є., Мальований Б.Я., Переяслов А.А., Никифоров О.М.  
Ультрасонографія у діагностиці гіпертрофічного пілоростенозу в дітей: переваги та «підводні камені»
- 23 Годік О.С., Дегтярьова Д.С., Дубровін О.Г., Левицький А.Ф., Бензар І.М.  
Особливості хірургічної техніки мезопортального шунтування та ефективність методу в лікуванні дітей з портальною гіпертензією
- 34 Ахмедов Ф.Т.  
Види і локалізація спайок у черевній порожнині після відкритих операцій (експериментальне дослідження)
- 40 Прытула В.П., Курташ О.О., Хуссейні С.Ф., Русак П.С.  
Порівняльна характеристика результатів хірургічного лікування хвороби Гіршпрунга в дітей залежно від способу хірургічної корекції

### ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ. УРОЛОГІЯ ТА ГІНЕКОЛОГІЯ

- 50 Чайківська Е.Ф., Гиза Л.Ю., Переяслов А.А.  
Лікування дітей з перекрутом придатків матки
- 56 Коробко Ю.Є., Коноплицький В.С.  
Апендикулярно-генітальний синдром у дітей

## Content

### EVENTS

- 5 The Second Scientific and Practical Conference with International Participation «Okhmatdytivski Readings». Kyiv, September 15-16, 2022

### ORIGINAL ARTICLES. ANESTHESIOLOGY

- 9 Gomon M.L., Goncharuk O.S., Tytarenko N.V., Vozniuk A.V., Kostyuchenko A.V.  
Dynamics of stress-response markers and the functional state of the autonomic nervous system as an indicator of sufficient anesthetic support using intravenous infusion of lidocaine in children

### ORIGINAL ARTICLES. ABDOMINAL SURGERY

- 17 Borova-Halay O.E., Malovanyy B.Y., Pereyaslov A.A., Nykyforuk O.M.  
Ultrasonography in diagnostic of hypertrophic pyloric stenosis in children: advantages and pitfalls
- 23 Godik O.S., Diehtiarova D.S., Dubrovin O.G., Levytskii A.F., Benzar I.M.  
Peculiarities of mesoportal shunt surgical technique and its efficiency in treatment of children with portal hypertension
- 34 Akhmedov F.T.  
Types and Localization of Abdominal Adhesions after Open Operations (Experimental Study)
- 40 Prytula V.P., Kurtash O.O., Hussaini S.F., Rusak P.S.  
Comparative characteristics of the results of surgical treatment of Hirschsprung's disease in children depending on the method of surgical correction

### ORIGINAL ARTICLES. UROLOGY AND GYNECOLOGY

- 50 Chaikivska E.F., Hyzha L.Y., Pereyaslov A.A.  
Treatment of children with adnexal torsion
- 56 Korobko Y.Ye., Konoplytskyi V.S.  
Appendicular-genital syndrome in children

## ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ. ОРТОПЕДІЯ

- 68 *Прозоровський Д.В., Романенко К.К., Карпінський М.Ю., Яреско О.В.*  
Біомеханічне обґрунтування вибору засобу фіксації кісткових фрагментів при проксимальній остеотомії першої плеснової кістки
- 75 *Хмизов С.О., Якушкін Є.Ю., Карпінський М.Ю., Яреско О.В.*  
Математичне моделювання напружено-деформованого стану моделі колінного суглоба при аплазії хрестоподібних зв'язок та після відновлення зв'язкового апарату
- 84 *Видерко Р.В., Зима А.М., Гук Ю.М., Чернуха Л.М., Чеверда А.І., Кінча-Поліщук Т.А.*  
Робоча клініко-ортопедична класифікація функціонального стану нижніх кінцівок при вроджених судинних мальформаціях

## ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ. РОБОТИЧНА ХІРУРГІЯ

- 91 *Дворакевич А.О., Гураєвський А.А., Стасишин А.Р., Гураєвський А.-Д.А., Шевчук Д.В., Калінчук О.О.*  
Перший досвід застосування робот-асистованої хірургії в дитячому віці в Україні

## КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК

- 96 *Лурін І.А., Хорошун Е.М., Негодуйко В.В., Макаров В.В., Бунін Ю.В., Салютін Р.В., Тertiшній С.В.*  
Відеоторакоскопічне видалення інородного тіла (стрілоподібного елемента) вогнепального походження з тіла хребця з використанням променевої та магнітної технологій

## ПЕДАГОГІКА

- 101 *Боднар Б.М., Рибальченко В.Ф., Русак П.С.*  
Інвагінація кишечника в дітей: навчання та практика

## 110 НЕКРОЛОГ

## ORIGINAL ARTICLES. ORTHOPEDICS

- 68 *Prozorovskyi D. V., Romanenko K. K., Karpinsky M. Yu., Yaresko O. V.*  
Biomechanical rationale for choosing a means of fixation of bone fragments during proximal osteotomy of the first metatarsal bone
- 75 *Khmyzov S. O., Yakushkin E. Yu., Karpinsky M. Yu., Yaresko O. V.*  
Mathematical modeling of the stress-strain state of the knee joint model with aplasia of the cruciate ligaments and after restoration of the ligamentous apparatus
- 84 *Vyderko R. V., Zyma A. M., Guk Yu. M., Chernukha L. M., Cheverda A. I., Kincha-Polishchuk T. A.*  
Working orthopedic classification of the functional state of the lower extremities in congenital vascular malformations

## ORIGINAL ARTICLES. ROBOTIC SURGERY

- 91 *Dvorakevych A. O., Gurayevskyi A. A., Stasyshyn A. R., Gurayevskyi A.-D. A., Shevchuk D. V., Kalinchuk O. O.*  
The first experience of using robot-assisted surgery in childhood in Ukraine

## CLINICAL CASE

- 96 *Lurin I. A., Khoroshun E. M., Nehoduiko V. V., Makarov V. V., Bunin Yu. V., Salyutin R. V., Tertyshnyi S. V.*  
Videothoracoscopic removal of a foreign body (arrow-shaped element) of gunshot origin from the vertebral body, using radiation and magnetic technologies

## PEDAGOGY

- 101 *Bodnar B. N., Rybalchenko V. F., Rusak P. S.*  
Invagination of the intestine in children: studies and practice

## 110 OBITUARY

## II науково-практична конференція з міжнародною участю «ОХМАТДИТівські читання»

м. Київ  
15–16 вересня 2022 року

Попри війну, 15–16 вересня Національна дитяча спеціалізована лікарня «ОХМАТДИТ» МОЗ України провела II науково-практичну конференцію з міжнародною участю «ОХМАТДИТівські читання». У конференції взяли участь представники педіатричної служби з усіх куточків України, а також з інших країн (Велика Британія, Ізраїль, Іспанія, Італія, США, Німеччина).

Формат заходу дає змогу учасникам глибоко зануритися в тему обраної секції та поглибити знання свого профілю. У 2022 р. на конференції представлені різнопрофільні секції: хірургія, педіатрія, діагностика, ортопедія та травматологія, медсестринство та постерна секція. Конференція тривала протягом двох днів. Загалом представлено понад 200 доповідей.

Традиційно конференцію зі вступним словом відкрив генеральний директор Національної дитячої спеціалізованої лікарні «ОХМАТДИТ» МОЗ України Володимир Аполлінарійович Жовнір: «Лікарня «ОХМАТДИТ» вітає всіх учасників і, попри складний та тривожний час, невпинно продовжує лікувально-діагностичну роботу, а також науково-практичну діяльність для розвитку та підтримки надання висококваліфікованої допомоги дитячому населенню України і не тільки. Перемоги нам і Слава Україні!».

Вступне слово сказав ректор Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, доктор медичних наук, професор Кучін Юрій Леонідович: «Ми завжди тісно співпрацювали з НДСЛ «ОХМАТДИТ»



Учасники конференції



## Події



Генеральний директор НДСЛ «ОХМАТДИТ» МОЗ України, доктор медичних наук, професор Жовнір В. А.



Ректор НМУ імені О. О. Богомольця, доктор медичних наук, професор Кучін Ю. Л.



На фото зліва направо: Єлизавета Євгенівна Шунько, Сергій Сергійович Чернишук, Наталія Миколаївна Мірута, Юрій Леонідович Кучін, Володимир Апполінарійович Жовнір, Юрій Петрович Вдовиченко, Сергій Володимирович Земсков, Світлана Миколаївна Ярославська

МОЗ України, лікарнею, що є провідним педіатричним центром та є клінічною базою багатьох кафедр Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. Ця лікарня невинно надає висококваліфіковану допомогу і є форпостом для тяжких та безнадійно хворих пацієнтів. Мені дуже приємно, що в такі складні часи «ОХМАТДИТ» продовжує не тільки працювати, але й розвивати науковий напрям».

Привітальне слово сказав в. о. ректора Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, професор, доктор медичних наук Юрій Петрович Вдовиченко сказав: «У такі складні часи я вірю, що якщо продовжують проводити такі масштабні та необхідні заходи, це говорить, що медична галузь та наука України приречені на успіх та невпинний розвиток і професійне вдосконалення.».

Хірургічний блок «ОХМАТДИТівських читань» складався з двох секцій: загальнохірургічної й ортопедії та травматології.

Хірургічний блок відкрив доктор медичних наук, професор, президент асоціації дитячих ортопедів та травматологів України Левицький Анатолій Феодосійович: «Ми раді вітати всіх учасників нашого заходу та будемо раді поділитись своїм досвідом, а також перейняти досвід колег. У такий час перед педіатричною службою стоїть багато викликів, але, незважаючи ні на що, ми рухаємося вперед, і ця конференція ще раз підтверджує, що наукова спільнота не припиняє розвивати науку та вдосконалювати практичну діяльність. Слава Україні!»

Вступне слово сказав президент асоціації дитячих хірургів України, доктор медичних наук, професор Притула Василь Петрович: «Слава Україні! Ми вітаємо всіх і дуже вдячні, що ви змогли долучитись та взяти участь у конференції. Ми робимо свою справу і повинні її робити бездоганно, щоб наступне покоління було здорове та мало майбутнє в Україні і надалі продовжувало будувати незалежну державу. Цей захід спрямований на вдосконалення та розвиток педіатричної служби і безпосередньо дитячої хірургії. Лише тісна співпраця з регіонами та комунікація дасть змогу збудувати ефективну хірургічну допомогу дітям у будь-якому куточку України. І саме «ОХМАТДИТівські читання» спрямовані на реалізацію цих планів та об'єднання спільноти».

Під час конференції обговорено результати надання допомоги дитячому населенню, що постраждало від агресії російських загарбників, зокрема, організація хірургічної служби під час воєнного стану; тактико-хірургічна допомога при мінно-вибухових травмах у дітей. На конференції розглянуто не лише питання, що стосуються особливостей воєнного часу, але й надання допомоги дітям зі складними вродженими або набутими вадами, що потребують висококваліфікованої допомоги, такі як вади розвитку трахеї, стравоходу, сечостатевої системи.

Спеціалісти поділилися новим набутим досвідом лікування та реабілітації пацієнтів із військовою травмою. «Від початку війни Національна дитяча спеціалізована лікарня «ОХМАТДИТ» стала госпіталем і для дітей, і для дорослих. Робота в умовах воєнного стану не зупинялася ні на хвилину. Навіть коли на околицях Києва відбувалися активні бойові дії та навколо лікарні були обстріли. За цей час



Доктор медичних наук, професор, президент асоціації дитячих ортопедів та травматологів України Левицький А. Ф.



## Події



Робота секції

в «ОХМАТДИТ» проліковано десятки пацієнтів із пораненнями, отриманими внаслідок війни, зокрема, вогнепальними мінно-вибуховими, осколковими пораненнями, контузіїми. Найменшому пораненому пацієнту був 1 місяць, найстаршому – 83 роки. Ми прагнемо ділитися набутим в «ОХМАТДИТ» досвідом зі своїми колегами», – розповідає генеральний директор НДСЛ «ОХМАТДИТ» Володимир Жовнір.

Головним завданням конференції вже другий рік є підвищення рівня професіоналізму практикуючих спеціалістів, їхніх наукових і медичних знань, що дає змогу підвищити якість надання медичної допомоги в Україні. Спільнота лікарів разом працює та розвивається, боронячи медичний фронт.

УДК 616-009.7-053

М.Л. Гомон<sup>1</sup>, О.С. Гончарук<sup>1,2</sup>, Н.В. Титаренко<sup>1,2</sup>, А.В. Вознюк<sup>1,2</sup>, А.В. Костюченко<sup>1</sup>

## Динаміка маркерів стрес-відповіді та функціонального стану вегетативної нервової системи як показник ефективності анестезіологічного забезпечення з використанням внутрішньовенної інфузії лідокаїну в дітей

<sup>1</sup>Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, Україна<sup>2</sup>КНП «Вінницька обласна дитяча клінічна лікарня Вінницької обласної ради», Україна

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):9-16; doi 10.15574/PS.2022.77.9

**For citation:** Gomon ML, Goncharuk OS, Tytarenko NV, Vozniuk AV, Kostyuchenko AV. (2022). Dynamics of stress-response markers and the functional state of the autonomic nervous system as an indicator of sufficient anesthetic support using intravenous infusion of lidocaine in children. Paediatric Surgery (Ukraine). 4(77): 9-16. doi: 10.15574/PS.2022.77.9.

Операційний стрес викликає поліфункціональні зміни в організмі дитини з боку різних органів і систем: нервової, серцево-судинної, дихальної, ендокринної. Антиноцицептивний захист є важливим компонентом анестезіологічного забезпечення педіатричних пацієнтів через недосконалість у дитячому віці центральних і периферичних систем нейрогуморальної регуляції і, як наслідок, низьку адаптованість організму дитини.

**Мета** – дослідити стрес-маркери та показники функціонального стану вегетативної нервової системи для оцінки антиноцицептивних властивостей інтраопераційної безперервної внутрішньовенної інфузії лідокаїну під час оперативних втручань у дітей.

**Матеріали та методи.** Проведено проспективне контрольоване дослідження за участю 74 дітей (хлопчики/дівчатка=50/24), яким виконано оперативні втручання в умовах загальної анестезії. Залежно від способу загальної анестезії пацієнтів поділено на дві групи: стандартної загальної анестезії на основі пропофолу та фентанілу, (контрольна група, n=46) і загальної анестезії з інтраопераційною внутрішньовенною інфузією лідокаїну (група лідокаїну, n=28). Проведено порівняння адекватності антиноцицептивного захисту при різних способах анестезії під час хірургічних, урологічних і травматологічних втручань у дітей шляхом вивчення рівня деяких стрес-маркерів та функціонального стану вегетативної нервової системи. Дані проаналізовано за допомогою статистичного пакету «SPSS 20» (SPSS Inc.) версії 21.0.0 для Windows.

**Результати.** Встановлено, що інтраопераційна активація симпатичного тону вегетативної нервової системи і зміни глікемії та кортизолу крові є менш вираженими в дітей, яким проводили постійну інфузію лідокаїну. Показники функціонального стану вегетативної нервової системи корелюють із післяопераційними показниками стрес-маркерів.

**Висновки.** Пролонгована периопераційна інфузія лідокаїну в дозі 0,5–2 мг/кг/год як компонент мультимодальної анестезії оперативних втручань у дітей забезпечує більш виражений антиноцицептивний захист порівняно з анестезією пропофолом у поєднанні з фентанілом.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків, дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** індекс Кердо, індекс функціональних змін, вегетативна нервова система, глікемія, кортизол, мультимодальна анестезія, інфузія лідокаїну, діти.

## Dynamics of stress-response markers and the functional state of the autonomic nervous system as an indicator of sufficient anesthetic support using intravenous infusion of lidocaine in children

M.L. Gomon<sup>1</sup>, O.S. Goncharuk<sup>1,2</sup>, N.V. Tytarenko<sup>1,2</sup>, A.V. Vozniuk<sup>1,2</sup>, A.V. Kostyuchenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vinnitsia National Pirogov Medical University, Ukraine

<sup>2</sup>MNE Vinnytsia Regional Children's Clinical Hospital Vinnytsia Regional Council, Ukraine

Surgical stress causes a wide range of functional changes in different body systems in children: nervous, cardiovascular, respiratory, and endocrine. Antinociceptive protection is the main component of anesthetic support for pediatric patients due to the immaturity of neurohumoral regulation of the central and peripheral nervous systems in childhood and, therefore, the low adaptability of the child's organism.

**Purpose** – to investigate stress-response markers and indicators of the functional state of the autonomic nervous system to assess the antinociceptive properties of intraoperative continuous intravenous infusion of lidocaine during surgical procedures in children.

**Materials and methods** controlled study included 74 children (boys/girls=50/24) who underwent surgical procedures under general anesthesia. Based on the method of general anesthesia, patients were divided into two groups: the standard general anesthesia with propofol and fentanyl, (the control group – n=46) and the general anesthesia with intraoperative intravenous infusion of lidocaine (the study (lidocaine) group – n=28). The adequacy of antinociceptive protection with different methods of anesthesia during surgical, urological, and traumatological procedures in children was compared by evaluation of stress marker levels and the functional state of the autonomic nervous system. Data analysis was performed using the statistical package «SPSS 20» (SPSS Inc.) version 21.0.0 for Windows.

**Results.** The study found that the intraoperative activation of the sympathetic tone of the autonomic nervous system along with changes in blood glucose and cortisol are less pronounced in children who received a constant infusion of lidocaine. Indicators of the functional state of the autonomic nervous system correlate with postoperative levels of stress markers.

**Conclusions.** Prolonged perioperative infusion of lidocaine at a dose of 0.5–2 mg/kg/hour as a component of multimodal anesthesia during surgical procedures in children provides more pronounced antinociceptive protection than anesthesia with propofol in combination with fentanyl.

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.

**Keywords:** Kerdo index, index of functional changes, autonomic nervous system, multimodal anesthesia, lidocaine infusion, children.

Проблема адекватного знеболювання оперативних втручань у дітей є однією з найактуальніших у сучасній медичній практиці. Як і раніше, стандартом загального знеболювання є багатокomпонентна збалансована анестезія, одним із п'яти основних і обов'язкових компонентів якої є нейровегетативний (антиноцицептивний) захист. Блокада небажаних нейровегетативних і нейроендокринних реакцій, напевно, найбільшою мірою відображає сутність наркозу, його спрямованість на запобігання впливу операційного стресу.

Вважається, що операційний стрес викликає поліфункціональні зміни в організмі дитини з боку різних органів і систем: нервової, серцево-судинної, дихальної, ендокринної, що виникають у відповідь на агресивні фактори оперативного втручання [15]. Найважливішими з них є: психоемоційна агресія, біль, крововтрата, пошкодження життєво важливих органів. Стрес-відповідь на хірургічну травму активізує гіпоталамо-гіпофізарно-адреналову систему, що, своєю чергою, викликає різноманітні гормональні і метаболічні зміни, такі як гіперглікемія, надмірне виділення адреналокортикотропного гормону, кортизолу, соматотропіну, а також зменшення

секреції інсуліну [13]. Антиноцицептивний захист є важливим компонентом анестезіологічного забезпечення педіатричних пацієнтів через недосконалість у дитячому віці центральних і периферичних систем нейрогуморальної регуляції і, як наслідок, низьку адаптованість організму дитини [9,21].

У 1951 р. С. Gilbert та співавт. опублікували перше повідомлення про можливість використання внутрішньовенної інфузії лідокаїну як методу знеболювання [6]. На сьогодні є багато робіт, у яких проаналізовано ефективність і безпечність внутрішньовенної інфузії лідокаїну як компонента мультимодальної збалансованої анестезії при різноманітних оперативних втручаннях [2,8,12,19,20]. Проте, по-перше, у педіатричній практиці такі дослідження є поодинокими [1,4,7,16]. По-друге, немає робіт, у яких проаналізовано маркери стресу та показники функціонального стану вегетативної нервової системи в умовах загального знеболювання з використанням постійної інтраопераційної внутрішньовенної інфузії лідокаїну, зокрема при оперативних втручаннях у педіатричній популяції.

**Мета роботи** – дослідити стрес-маркери та показники функціонального стану вегетативної нервової



системи для оцінки антиноцицептивних властивостей інтраопераційної безперервної внутрішньовенної інфузії лідокаїну під час оперативних втручань у дітей.

### Матеріали та методи дослідження

Проведено проспективне контрольоване дослідження на базі КНП «Вінницька обласна дитяча клінічна лікарня Вінницької обласної ради» з січня 2019 року по грудень 2020 року включно. До дослідження залучено 74 (50 хлопчиків, 24 дівчинки) дитини, яким проводили оперативні втручання під загальною анестезією. Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження погоджено Локальним етичним комітетом установи. Від батьків, дітей отримано інформовану згоду на участь у дослідженні.

Критерії залучення пацієнтів до дослідження: заплановане оперативне втручання під загальною анестезією; згода батьків дитини на участь у дослідженні. Критерії вилучення пацієнтів із дослідження: діти віком молодші від 12 років; супутня патологія в стадії декомпенсації, що супроводжується порушеннями системного метаболізму та функціонування інших органів і систем; порушення ритму серця; анестезіологічний ризик за ASA більше III; регіонарна анестезія; протипоказання до застосування лідокаїну; відмова батьків дитини від участі в дослідженні.

Усім дітям після премедикації (атропін сульфат, діазепам у стандартній дозі, ацетамінофен 15 мг/кг внутрішньовенно за 30–40 хв до операції) проведено комбінований багатокомпонентний наркоз із тотальною міорелаксацією. Індукцію в наркоз забезпечено внутрішньовенним введенням пропофолу в дозі 2,5–3 мг/кг та сукцинілхоліну в дозі 1,5–2 мг/кг. Анальгезію підтримано фентанілом 8–12 мкг/кг, анестезію – пропофолом у дозі 12 мг/кг/год протягом 10 хв після введення індукційної дози препарату з подальшим введенням 9 мг/кг/год протягом наступних 10 хв і 6 мг/кг/год до завершення оперативного втручання. Підтримання міоплегії здійснено фракційним введенням сукцинілхоліну в дозі 0,5–1 мг/кг або піпекуроніуму броміду в дозі 0,01–0,015 мг/кг. Штучну вентиляцію легень проведено повітряно-кисневою сумішшю апаратом «Leon, Dräger» («Dräger», Німеччина) у режимі PCV. Екстубацію трахеї у всіх дітей здійснено у відділенні анестезіології та інтенсивної терапії. Проведено периопераційний моніторинг: пульсоксиметрію (SpO<sub>2</sub>), контроль частоти серцевих скорочень (ЧСС), систолічного (САТ), діастолічного (ДАТ), середнього (СрАТ) артеріального тиску (АТ), електрокардіографію, капнографію, термометрію.

Реєстрацію цих параметрів виконано в автоматичному і ручному режимі за допомогою монітора «Life Score» (NIHON KOHDEN).

Середній артеріальний тиск (СрАТ, мм рт. ст.) визначено за формулою:

$$\text{СрАТ} = \text{ДАТ} + (\text{САТ} - \text{ДАТ}) / 3,$$

де ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.; САТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.

Для визначення стану вегетативної нервової системи обраховано інтегральні індекси – індекс Кердо (ІК) та індекс функціональних змін (ІФЗ).

Вегетативний ІК обчислено за формулою:

$$\text{ІК} = \left(1 - \frac{\text{ДАТ}}{\text{ЧСС}}\right) \times 100,$$

де ІК – індекс Кердо; ДАТ – показник діастолічного артеріального тиску; ЧСС – частота серцевих скорочень.

Величини ІК у межах від -15 до +15 свідчать про врівноваженість симпатичних і парасимпатичних впливів. Значення ІК від 16 до 30 вказують на перевагу симпатичної регуляції тонусу судин, а показники від 30 – про виражену симпатикотонію. На парасимпатикотонію вказує рівень ІК від -16 до -30, на виражену парасимпатикотонію – нижче 30 [11].

Індекс функціональних змін визначено за формулою:

$$\text{ІФЗ} = 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,014 \times \text{САТ} + 0,008 \times \text{ДАТ} + 0,014 \times \text{В} + 0,009 \times \text{Р} - 0,009 \times \text{Л} - 0,27,$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень (уд./хв); САТ і ДАТ – систолічний і діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.); В – вік (роки); Р – маса тіла (кг); Л – зріст (см).

За наявності задовільної адаптації організму дитини ІФЗ не перевищує 2,6 ум. од. Якщо ІФЗ становить від 2,6 ум. од. до 3,09 ум. од., функціональні резерви характеризуються як напруга механізмів адаптації, якщо ІФЗ від 3,09 ум. од. – адаптація незадовільна або спостерігається її зрив.

Статистичній обробці піддано інтраопераційні показники на таких етапах дослідження: до операції, інтубація трахеї, розріз шкіри, етап максимальної травматичності оперативного втручання, кінець операції, екстубація трахеї.

Визначено вміст глюкози в крові за методом Хагедорна–Йенсена та концентрацію кортизолу в сироватці крові методом хемілюмінесцентного імуноаналізу до та після операції.

Усіх залучених до дослідження пацієнтів залежно від способу загальної анестезії поділено на дві групи: група лідокаїну (n=28) – діти, оперовані в умовах

## Оригінальні дослідження. Анестезіологія

## Таблиця

Клініко-демографічні та антропометричні характеристики досліджуваних груп

Показник	Контрольна група (n=46)		Група лідокаїну (n=28)	
	абс. (%)	Me [Q25–Q75]	абс. (%)	Me [Q25–Q75]
Стать: хлопчики дівчатка	32 (69,6) 14 (30,4)	– –	18 (64,3) 10 (35,7)	– –
Вік, роки	–	13,0 [12,0–16,0]	–	14,0 [12,0–16,0]
Маса тіла, кг	–	38,0 [31,0–53,0]	–	42,0 [33,0–57,0]
Зріст, см	–	142,0 [135,0–157,0]	–	150,0 [140,0–166,0]
Вид оперативних втручань: травматологічні абдомінальна хірургія урологічні	12 (26,1) 16 (34,8) 18 (39,1)	– – –	8 (28,6) 11 (39,3) 9 (32,1)	– – –
Тривалість оперативних втручань, хв	–	60,0 [30,0–90,0]	–	60,0 [45,0–115,0]
Анестезіологічний ризик за ASA:				
I	–	–	3 (10,7)	–
II	8 (17,4)	–	6 (21,4)	–
III	19 (41,3)	–	11 (39,3)	–
IV	19 (41,3)	–	8 (28,6)	–

Примітки: Me – медіана; Q25–Q75 – квартилі.

загальної анестезії з інтраопераційною внутрішньовенною інфузією лідокаїну; контрольна група (n=46) – діти, оперовані в умовах загальної анестезії на основі пропофолу та фентанілу.

Пацієнтам групи лідокаїну внутрішньовенно болюсно вводили навантажувальну дозу 1–1,5 мг/кг 2% розчину лідокаїну протягом 4 хв із наступною підтримувальною інфузією в дозі 0,5–2 мг/кг/год. Введення препарату починали перед хірургічним розрізом і продовжували протягом 1–3 діб для післяопераційного знеболювання (швидкість введення за допомогою перфузора / інфузійної помпи – 2–6 мл/год).

Статистичний аналіз проведено за допомогою пакету програм «SPSS 23.0». Перевірку нормальності розподілу отриманих даних виконано з використанням критерію Шапіро–Уїлка. Дані представлені у вигляді  $M \pm \sigma$  (середнє значення  $\pm$  середнє квадратичне відхилення) або Me [Q25–Q75] (медіана, інтерквартильний розмах (25 і 75-й процентилі) залежно від виду розподілу (параметричного або непараметричного). Для порівняння параметричних даних t-критерій Стьюдента, непараметричних – критерій Манна–Уїтні для двох груп незалежних сукупностей.

Граничною допустимою межею достовірності прийнято показник  $p < 0,05$  (95% рівень значущості).

## Результати дослідження та їх обговорення

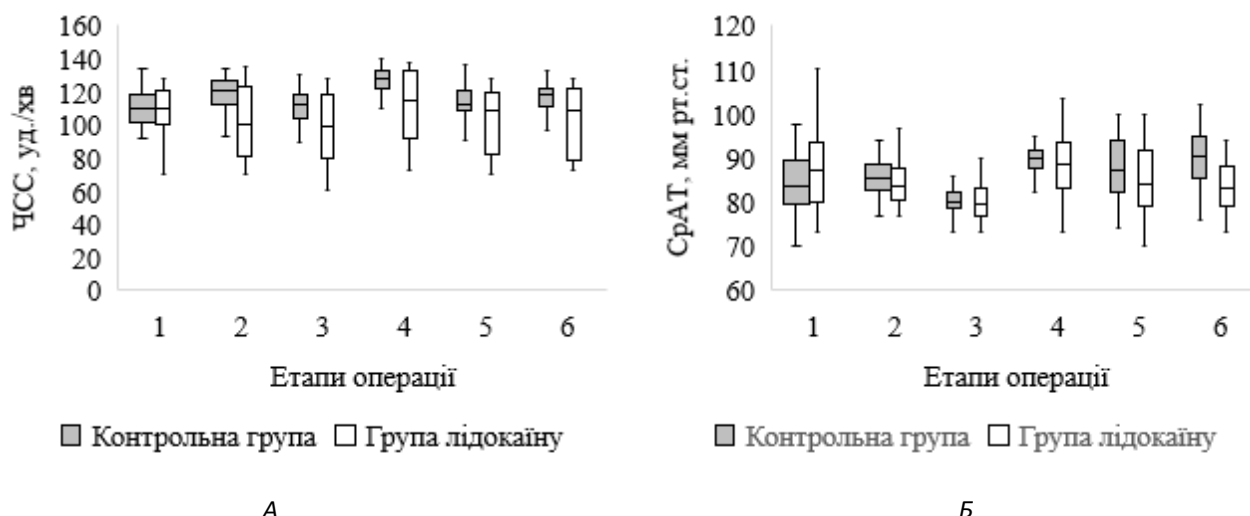
Наведені в таблиці клініко-демографічні та антропометричні характеристики свідчать, що групи порівняння були порівнювані між собою за статтю,

середнім віком, масою тіла, зростом, а також за видом і тривалістю оперативного втручання, ступенем анестезіологічного ризику та відповідали критеріям залучення до дослідження.

Виявлено достовірне збільшення рівня ЧСС у контрольній групі порівняно з передопераційним показником на етапі інтубації трахеї ( $p < 0,001$ ), травматичного моменту операції ( $p < 0,001$ ) та екстубації трахеї ( $p = 0,014$ ). Між етапами в групі лідокаїну достовірної різниці не виявлено ( $p > 0,05$ ).

Середні інтраопераційні показники ЧСС були достовірно нижчими в пацієнтів групи лідокаїну порівняно з контрольною групою під час інтубації трахеї ( $102,21 \pm 21,86$  уд./хв проти  $119,37 \pm 8,84$  уд./хв;  $p < 0,001$ ), хірургічного розрізу шкіри ( $96,5 \pm 21,22$  уд./хв проти  $111,87 \pm 9,6$  уд./хв;  $p < 0,001$ ), максимально травматичного етапу операції ( $112,68 \pm 19,89$  уд./хв проти  $127,52 \pm 8,47$  уд./хв;  $p < 0,001$ ), завершення операції ( $101,71 \pm 19,7$  уд./хв проти  $112,8 \pm 11,44$  уд./хв;  $p = 0,003$ ) та екстубації трахеї ( $102,71 \pm 20,46$  уд./хв проти  $116,11 \pm 8,3$  уд./хв;  $p < 0,001$ ), (рис. 1А).

Середній артеріальний тиск на етапі травматичного моменту операції, завершення операції та екстубації трахеї в пацієнтів групи лідокаїну достовірно не відрізнявся від передопераційного показника, але в пацієнтів контрольної групи на цих етапах спостереження була тенденція до зростання показника ( $p < 0,001$ ). Як видно з рисунку 1Б, середні інтраопераційні показники СрАТ в обох групах при порівнянні не мали статистично значущих



**Рис. 1.** Зміни інтраопераційних рівнів частоти серцевих скорочень (А) і середнього артеріального тиску (Б) у контрольній групі (n=46) та групі лідокаїну (n=28) на етапах дослідження: 1 – до операції, 2 – інтубація трахеї, 3 – розріз шкіри, 4 – максимально травматичний етап операції, 5 – кінець операції, 6 – екстубація трахеї

відмінностей, за винятком етапу завершення оперативного втручання та екстубації трахеї, однак у дітей контрольної групи відзначався приріст СрАТ при пробудженні ( $88,18 \pm 6,79$  мм рт. ст. проти  $84,64 \pm 7,53$  мм рт. ст.,  $p=0,040$ ) і приріст СрАТ, імовірно, обумовлений реакцією на ендотрахеальну трубку ( $89,94 \pm 6,87$  мм рт. ст. проти  $83,64 \pm 5,56$  мм рт. ст. у групі лідокаїну;  $p<0,001$ ), (рис. 1Б).

За середнім передопераційним значенням вегетативного ІК у дітей обох досліджуваних груп у доопераційному періоді була перевага симпатичного тону ( $32,83 \pm 7,58$  ум. од. у контрольній групі та  $35,53 \pm 13,93$  ум. од. у групі лідокаїну;  $p>0,05$ ). Проте, за наведеними на рисунку 2А даними, можна зробити висновок, що пацієнтам контрольної групи було притаманне достовірне інтраопераційне зростання переваги функціонального стану симпатичної ланки вегетативної нервової системи ( $p<0,001$ ), їхні середні значення вегетативного ІК на всіх етапах оперативного втручання були достовірно вищими, ніж у пацієнтів групи лідокаїну, зокрема під час інтубації трахеї ( $43,8 \pm 5,53$  ум. од. проти  $30,21 \pm 19,87$  ум. од.;  $p<0,001$ ), хірургічного розрізу шкіри ( $44,15 \pm 6,06$  ум. од. проти  $30,98 \pm 19,15$  ум. од.;  $p<0,001$ ), максимально травматичного етапу операції ( $43,84 \pm 4,91$  ум. од. проти  $33,58 \pm 18,87$  ум. од.;  $p=0,001$ ), завершення операції ( $41,51 \pm 7,33$  ум. од. проти  $29,6 \pm 21,65$  ум. од.;  $p=0,001$ ) та екстубації трахеї ( $42,6 \pm 5,5$  ум. од. проти  $31,5 \pm 17,26$  ум. од.;  $p<0,001$ ), (рис. 2А).

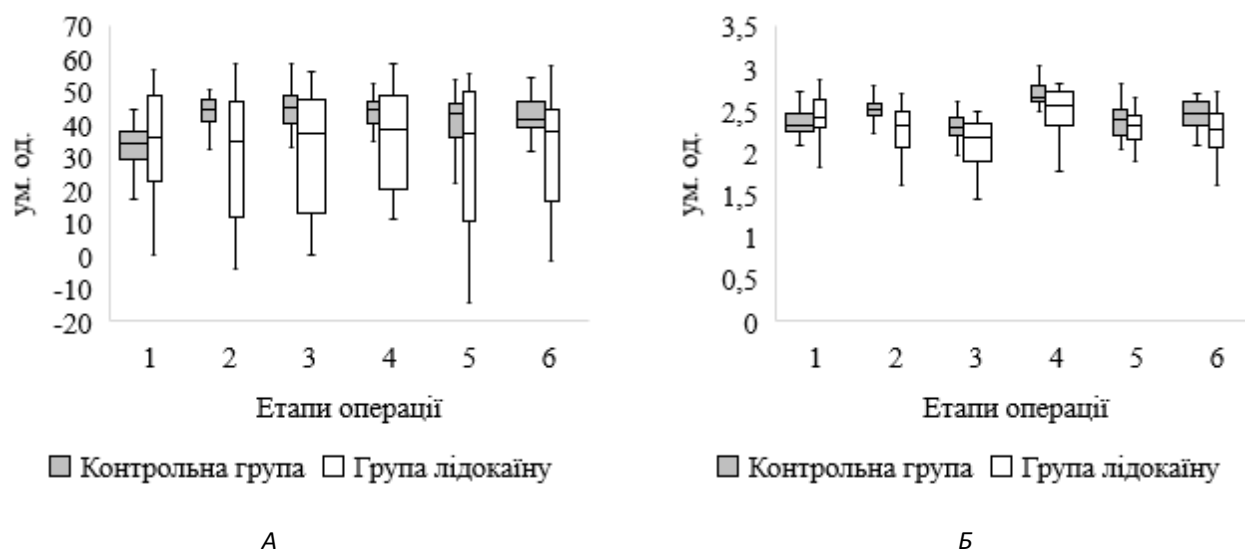
Вихідний рівень функціональних можливостей за показником ІФЗ у 43/46 (93,5%) дітей контрольної групи та у 22/28 (78,6%) осіб групи лідокаїну визначався як задовільна адаптація організму без

розходжень між аналізованими групами ( $p>0,05$ ). Передопераційні значення ІФЗ не мали між групами достовірних відмінностей ( $p>0,05$ ). Проте середні інтраопераційні значення цього показника в дітей контрольної групи були достовірно вищими, ніж у пацієнтів групи лідокаїну ( $p<0,001$ ), хоча і не виходили за межі 2,6 ум. од., що характеризує задовільну адаптацію організму. Виняток становив етап максимальної травматичності оперативного втручання, коли середні значення ІФЗ у пацієнтів контрольної групи істотно перевищило показник групи лідокаїну ( $2,69 \pm 0,14$  ум. од. проти  $2,47 \pm 0,29$  ум. од.,  $p<0,001$ ) та свідчило про напругу механізмів адаптації (рис. 2Б).

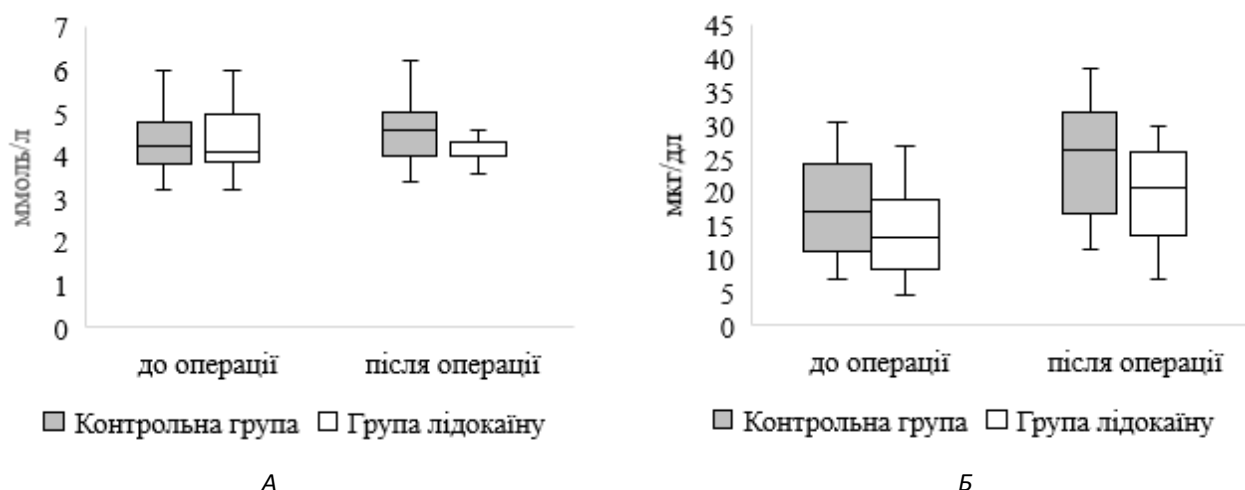
Під час дослідження маркерів стресу встановлено, що вихідні рівні глікемії та кортизолу крові в доопераційному періоді в пацієнтів досліджуваних груп достовірно не відрізнялися ( $p>0,05$ ). Після завершення оперативного втручання середній показник вмісту глюкози в сироватці крові у хворих контрольної групи достовірно збільшився до  $4,68 \pm 0,87$  ммоль/л, кортизолу – до  $24,33 \pm 8,53$  мкг/дл, при цьому був вищим за ці показники – відповідно  $4,24 \pm 0,53$  ммоль/л і  $19,69 \pm 7,11$  мкг/дл – у пацієнтів групи лідокаїну ( $p=0,017$  і  $p=0,008$ ), (рис. 3).

Показники функціонального стану вегетативної нервової системи корелювали з післяопераційними показниками стрес-маркерів. Значення вегетативного ІК мало позитивний зв'язок із післяопераційним рівнем глікемії ( $r=0,51$ ,  $p<0,001$ ) та сироваткового кортизолу ( $r=0,436$ ,  $p<0,001$ ). ІФЗ також прямо корелював зі збільшенням концентрації як глюкози ( $r=0,397$ ,  $p<0,001$ ), так і кортизолу ( $r=0,288$ ,  $p=0,013$ ) у сироватці крові.





**Рис. 2.** Зміни інтраопераційних рівнів вегетативного індексу Кердо (А) та індексу функціональних змін (Б) у контрольній групі (n=46) та групі лідокаїну (n=28) на етапах дослідження: 1 – до операції, 2 – інтубація трахеї, 3 – розріз шкіри, 4 – максимально травматичний етап операції, 5 – кінець операції, 6 – екстубація трахеї



**Рис. 3.** Зміни концентрації глюкози (А) і кортизолу (Б) сироватки крові в контрольній групі (n=46) та групі лідокаїну (n=28)

На сьогодні численні клінічні дослідження довели ефективність внутрішньовенної інфузії лідокаїну як компонента мультимодальної збалансованої анестезії різноманітних оперативних втручань. Проте в педіатричній практиці такі дослідження є поодинокими [1,9,13,17].

У нашому дослідженні в групі лідокаїну в переважній більшості випадків застосовували фентаніл як анальгетик одноразово під час індукції в анестезію, а головний анальгетичний компонент був забезпечений за рахунок інтраопераційної безперервної інфузії лідокаїну.

Обґрунтовано вважається, що недостатній захист від операційного стресу на травматичному етапі операції в пацієнтів із нормальною серцево-судинною системою викликає тахікардію і гіпертензію. За отриманими нами даними, у групі

лідокаїну спостерігалися стабільні показники гемодинаміки як на початкових етапах операції, так і протягом усіх наступних етапів спостереження, а наявність достовірно нижчих показників ЧСС на етапах оперативного втручання в дітей групи лідокаїну порівняно з групою контролю дає змогу стверджувати про достатність анальгетичний ефект, який істотно перевершує системне введення наркотичних анальгетиків при традиційному загальному знеболюванні в пацієнтів контрольної групи. За літературними даними, анальгетичний ефект внутрішньовенної інфузії лідокаїну, імовірно, обумовлений його здатністю модулювати запалення, викликане системною стрес-відповіддю на хірургічну травму з широким спектром ендокринних, імунних і серцево-судинних ефектів [2,10,18–20]. Отримані нами результати підтверджують це

припущення, адже зміни стрес-маркерів у групі системного застосування лідокаїну були менш вираженими. Так, кортизол сироватки крові та глікемія, які є широко використовуваними маркерами стресу, у групі лідокаїну були значно менше підвищеними після завершення оперативного втручання, ніж у дітей контрольної групи. Це дає змогу зробити висновок, що інтраопераційна інфузія лідокаїну є більш протективною від стрес-реакції, викликаной хірургічним втручанням, порівняно зі стандартною загальною анестезією з використанням пропофолу в поєднанні з фентанілом [5,6].

Істотні відмінності між групами отримані й щодо вегетативного ІК та ІФЗ. До операції в дітей обох груп ІК свідчить, що стан симпатикотонії спостерігався до операції із наступним збільшенням на всіх етапах анестезії. Ці дані збігаються з результатами дослідження стану регуляторних систем в дітей при аденомії в умовах загальної анестезії, проведеними М.Б. Пушкарем та іншими дослідниками [14].

Результати роботи свідчать про статистично більшу активацію симпатичного відділу вегетативної нервової системи в рамках стрес-реакції в пацієнтів контрольної групи порівняно з групою лідокаїну, що, на наш погляд, дає змогу стверджувати про недостатній рівень нейровегетативної стабілізації в разі проведення стандартної загальної анестезії з використанням пропофолу в поєднанні з фентанілом. Останнє співвідноситься і з більш виразною тенденцією до підвищення ІФЗ у пацієнтів контрольної групи, особливо на етапі максимальної травматичності оперативного втручання, що підтверджує наявність напруження механізмів адаптації з переважанням симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Натомість відсутність достовірних змін ІК та ІФЗ у групі лідокаїну на етапах інтраопераційного спостереження в сукупності з відсутністю значущих достовірних коливань показників гемодинаміки, імовірно, слід вважати наслідком центрального симпатолітичного (модуючого) ефекту інфузії лідокаїну. Своєю чергою, стабільність цього модулюючого ефекту свідчить про достатній рівень нейровегетативної стабілізації та збереження компенсаторних серцево-судинної системи в умовах загальної анестезії з використанням постійної інфузії лідокаїну.

## Висновки

Анестезія з використанням пропофолу в поєднанні з фентанілом і постійною інтраопераційною інфузією лідокаїну в дозі 0,5–2 мг/кг/год при оперативних втручаннях у дітей забезпечує більш вира-

жений антиноцицептивний захист порівняно з анестезією пропофолом у поєднанні з фентанілом.

Установлено, що в дітей в інтраопераційному періоді має місце активація симпатичного тону вегетативної нервової системи, яка є менш вираженою в дітей, яким проводили оперативні втручання в умовах загальної анестезії з використанням постійної інтраопераційної інфузії лідокаїну – 0,5–2 мг/кг/год.

Зміни кортизолу та глікемії були більш вираженими в пацієнтів, яким проводили анестезію пропофолом у поєднанні з фентанілом порівняно з групою постійної інтраопераційної внутрішньовенної інфузії лідокаїну.

Показники функціонального стану вегетативної нервової системи корелюють із післяопераційними показниками стрес-маркерів. Значення вегетативного ІК та ІФЗ мають позитивний зв'язок із післяопераційним рівнем глікемії ( $p < 0,001$ ) та сироваткового кортизолу ( $p < 0,05$ ).

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

## References/Література

1. Batko I, Koscielniak-Merak B, Tomasik PJ, Kobylarz K, Wordliczek J. (2020). Lidocaine as an element of multimodal analgesic therapy in major spine surgical procedures in children: a prospective, randomized, double-blind study. *Pharmacol Rep.* 72 (3): 744–755. doi: 10.1007/s43440-020-00100-7.
2. De Oliveira CM, Issy AM, Sakata RK. (2010). Intraoperative intravenous lidocaine. *Rev Bras Anesthesiol.* 60 (3): 325–333. doi: 10.1016/S0034-7094(10)70041-6.
3. Gilbert CR, Hanson IR, Brown AB, Hingson RA. (1951). Intravenous use of xylocaine. *Curr Res Anesth Analg.* 30 (6): 301–313.
4. Hall EA, Sauer HE, Davis MS, Anghelescu DL. (2021). Lidocaine Infusions for Pain Management in Pediatrics. *Paediatr Drugs.* 23 (4): 349–359. doi: 10.1007/s40272-021-00454-2.
5. Ilies C, Gruenewald M, Ludwigs J et al. (2010). Evaluation of the surgical stress index during spinal and general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 105 (4): 533–537. doi: 10.1093/bja/aeq203.
6. Kahveci K, Ornek D, Doger C et al. (2014). The effect of anesthesia type on stress hormone response: comparison of general versus epidural anesthesia. *Niger J Clin Pract.* 17 (4): 523–527. doi: 10.4103/1119-3077.134058.
7. Koscielniak-Merak B, Batko I, Kobylarz K, Sztelfko K, Tomasik PJ. (2020). Intravenous, perioperatively administered lidocaine regulates serum pain modulators' concentrations in children undergoing spinal surgery. *Pain Med.* 21 (7): 1464–1473. doi: 10.1093/pm/pnz212.
8. MacFater WS, Rahiri JL, Lauti M, Su'a B, Hill AG. (2017). Intravenous lignocaine in colorectal surgery: a systematic review. *ANZ J Surg.* 87 (11): 879–885. doi: 10.1111/ans.14084. Epub 2017 Jul 5.
9. McHoney M, Eaton S, Pierro A. (2009). Metabolic response to surgery in infants and children. *Eur J Pediatr Surg.* 19 (5): 275–285. doi: 10.1055/s-0029-1241192.
10. Myhal II. (2021). Stress-response during the Nuss procedure under the combination of general anesthesia with different regional blocks. *Paediatric Surgery. Ukraine.* 2 (71): 14–20. [Мигаль ІІ. (2021). Стрес-відповідь при корекції лікоподібної деформації грудної клітки за Nuss в умовах комбінації загальної анестезії з різними регіонарними блокадами. *Хірургія дитячого віку.* 2 (71): 14–20]. doi: 10.15574/PS.2021.71.14.

## Оригінальні дослідження. Анестезіологія

11. Mynvaleeva RS. (2009). VEHETATYVNIY YNDEKS KERDO: yndeks dlia otsenky vehetatyvnogo tonusa, vychysliaemiy yz dan-nikh krovoobrashcheniya. Sportyvna medytsyna. 1–2: 33–44. [Минвалеева РС. (2009). Вегетативный Индекс Кердо: индекс для оценки вегетативного тонуса, вычисляемый из данных кровообращения. Спортивная медицина. 1–2: 33–44].
12. Nakhli MS, Kahloul M, Guizani T, Zedini C, Chaouch A, Naija W. (2018). Intravenous lidocaine as adjuvant to general anesthesia in renal surgery Libyan J Med. 13 (1): 1433418. doi: 10.1080/19932820.2018.1433418.
13. Palmieri TL, Lerine S, Schonfeld-Warden N, O'Mara MS, Greenhalgh DG. (2006). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to sustained stress after major burn injury in children. J Burn Care Res. 27 (5). 742–748. doi: 10.1097/01.BCR.0000238098.43888.07.
14. Pushkar MB, Neorhiiani MA. (2015). Markery stresu ta stan rehuliatornykh system pry adenotomii u ditei. Medytsyna neotlozhnykh sostoiyaniy. 5: 144–147. [Пушкар МБ, Георгіянц МА. (2015). Маркери стресу та стан регуляторних систем при аденомотомії у дітей. Медицина неотложных состояний. 5: 144–147].
15. Reis FM, Ribeiro-de-Oliveira A, Machado LJ, Guerra RM, Reis AM, Coimbra CC. (1998). Plasma prolactin and glucose alterations induced by surgical stress: a single or dual response? Exp Physiol. 83 (1): 1–10. doi: 10.1113/expphysiol.1998.sp004086.
16. Rove KO, Edney JC, Brockel MA. (2018). Enhanced recovery after surgery in children: Promising, evidence-based multidisciplinary care. Paediatr Anaesth. 28 (6): 482–492. doi: 10.1111/pan.13380.
17. Sloan T, Mongan P, Lyda C, Koht A. (2014). Lidocaine infusion adjunct to total intravenous anesthesia reduces the total dose of propofol during intraoperative neurophysiological monitoring. J Clin Monit Comput. 28 (2): 139–147. doi: 10.1007/s10877-013-9506-x.
18. Soto G, Naranjo Gonzalez M, Calero F. (2018). Intravenous lidocaine infusion. Revista Espanola de Anestesiologia y Reanimacion. 65 (5): 269–274. doi: 10.1016/j.redar.2018.01.004.
19. Weibel S, Jokinen J, Pace NL, Schnabel A, Hollmann MW, Kranke P. (2016). Efficacy and safety of intravenous lidocaine for post-operative analgesia and recovery after surgery: a systematic review with trial sequential analysis. Br J Anaesth. 116 (6): 770–783. doi: 10.1093/bja/aew101.
20. Wren K, Lancaster RJ, Walesh M, Margelosky K, Leavitt K, Albala MZ. (2019). Intravenous Lidocaine for Relief of Chronic Neuropathic Pain. AANA Journal. 87 (5): 351–355.
21. Yuki K, Matsunami E, Tazawa K, Wang W, DiNardo JA, Koutsogiannaki S. (2017). Pediatric Perioperative Stress Responses and Anesthesia. Transl Perioper Pain Med. 2 (1): 1–12.

### Відомості про авторів:

**Гомон Микола Лонгінович** – д.мед.н., проф., зав. каф. анестезіології, інтенсивної терапії та медицини невідкладних станів Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 56; тел.: (0432) 57–03–60. <https://orcid.org/0000-0002-3557-2928>.

**Гончарук Оксана Сергіївна** – асистент каф. анестезіології, інтенсивної терапії та медицини невідкладних станів Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 56; тел.: (0432) 57–03–60; дитячий лікар-анестезіолог КНП «Вінницька обласна дитяча клінічна лікарня Вінницької обласної ради». Адреса: м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 108; тел.: (0432) 56–07–80. <https://orcid.org/0000-0003-1732-9374>.

**Титаренко Наталія Василівна** – к.мед.н., доц. каф. анестезіології, інтенсивної терапії та медицини невідкладних станів Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 56; тел.: (0432) 57–03–60; лікар-анестезіолог Вінницького обласного перинатального центру КНП «Вінницька обласна клінічна лікарня імені М.І. Пирогова ВОР». Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 46; тел.: (0432) 35–12–83. <https://orcid.org/0000-0003-0192-1613>.

**Вознюк Андрій Вікторович** – к.мед.н., асистент каф. акушерства та гінекології № 2 Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 56; тел.: (0432) 57–03–60; лікар акушер-гінеколог Вінницького обласного перинатального центру КНП «Вінницька обласна клінічна лікарня імені М.І. Пирогова ВОР». Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 46; тел.: (0432) 35–12–83. <https://orcid.org/0000-0003-0014-4904>.

**Костюченко Андрій Володимирович** – к.мед.н., доцент каф. нервових хвороб Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, 56; тел.: (0432) 57–03–60. <https://orcid.org/0000-0001-8930-0795>.

Стаття надійшла до редакції 28.09.2022 р., прийнята до друку 10.12.2022 р.



УДК 616.334-007.271-007.61-073.48

О. Є. Борова-Галай<sup>1</sup>, Б. Я. Мальований<sup>1</sup>, А. А. Переяслов<sup>2</sup>, О. М. Никифорок<sup>1,2</sup>

## Ультрасонографія у діагностиці гіпертрофічного пілоростенозу в дітей: переваги та «підводні камені»

<sup>1</sup>КНП ЛОР Львівська обласна дитяча клінічна лікарня «ОХМАТДИТ», Україна<sup>2</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):17-22; doi 10.15574/PS.2022.77.17

**For citation:** Borova-Halay OE, Malovanyy BY, Pereyaslov AA, Nykyforuk OM. (2022). Ultrasonography in diagnostic of hypertrophic pyloric stenosis in children: advantages and pitfalls. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 17-22. doi: 10.15574/PS.2022.77.17.

Гіпертрофічний пілоростеноз (ГПС) у новонароджених є одним із найчастіших факторів блювання, який потребує хірургічного втручання. Упродовж багатьох років рентгенологічне обстеження було основним методом для підтвердження діагнозу ГПС, проте після перших повідомлень про можливості ультрасонографії (УСГ) у діагностуванні цієї патології метод набув значного поширення в клінічній практиці.

**Мета** – узагальнити власний досвід використання УСГ для діагностики ГПС; визначити переваги і недоліки цього методу обстеження.

**Матеріали та методи.** Дослідження ґрунтувалося на результатах УСГ 93 пацієнтів із ГПС та 27 дітей з діагнозом пілороспазм, які перебували на обстеженні та лікуванні в КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ» упродовж 2009–2020 рр.

При УСГ визначено товщину пілоричного м'яза, довжину, передньо-задній розмір і діаметр просвіту пілоричного каналу.

Статистичне опрацювання результатів дослідження проведено з використанням програми «StatPlus: mac, AnalystSoft Inc.» (version v8).

**Результати.** Товщина пілоричного м'яза та довжина пілоричного каналу є основними критеріями підтвердження/виключення діагнозу ГПС. У визначенні товщини пілоричного м'яза слід пам'ятати, що тангенціальне положення датчика та скорочення м'яза можуть зумовити псевдостовщення. За результатами нашого дослідження, товщина пілоричного м'яза при ГПС становила  $6,4 \pm 0,3$  мм (межі коливань – 3–10 мм) і не корелювала ні з тривалістю захворювання ( $p=0,364$ ), ні з віком дитини ( $p=0,534$ ). При пілороспазмі, який клінічно може симулювати ГПС, товщина пілоричного м'яза становила  $3,02 \pm 0,1$  мм, що достовірно менше порівняно з немовлятами із ГПС (t-критерій Стюдента – 1,983;  $p=0,0000$ ). Довжина пілоричного каналу за наявності ГПС становила  $22,9 \pm 0,6$  мм (межі коливань – 16–32 мм), що достовірно відрізнялося від показників при пілороспазмі –  $15,8 \pm 0,5$  мм (t-критерій Стюдента – 1,998;  $p=0,0000$ ). Це був єдиний показник, який чітко корелював із віком дитини ( $p=0,004$ ) і тривалістю захворювання ( $p=0,006$ ). Діаметр просвіту і передньо-задній розмір пілоричного каналу також статистично відрізнялися від показників у дітей із пілороспазмом. За результатами ROC-аналізу, найкращими маркерами для підтвердження діагнозу ГПС є товщина пілоричного м'яза, довжина і передньо-задній розмір пілоричного каналу, тоді як діаметр отвору виявляє посередню прогностичну значущість.

**Висновки.** Ультрасонографічне обстеження дає змогу з високим ступенем достовірності встановити діагноз ГПС у новонароджених. Лікар, який проводить УСГ у дитини з підозрою на пілоростеноз, повинен орієнтуватись у розмірах незміненого пілоричного каналу і при його гіпертрофії пам'ятати про «підводні камені» в обстеженні та знати шляхи їх подолання.

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:** гіпертрофічний пілоростеноз, діагностика, ультрасонографія.

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

### Ultrasonography in diagnostic of hypertrophic pyloric stenosis in children: advantages and pitfalls

O. E. Borova-Halay<sup>1</sup>, B. Y. Malovanyy<sup>1</sup>, A. A. Pereyaslov<sup>2</sup>, O. M. Nykyforuk<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>CNE of LRC Lviv Regional Children's Clinical Hospital «OHMATDYT», Ukraine

<sup>2</sup>Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine

Hypertrophic pyloric stenosis (HPS) in newborns is the one of the most frequent causes of vomiting that required surgery. During long period of time, X-ray was the main method for the confirming diagnosis of HPS, however after first reports about possibilities of ultrasonography (US), this method was widely applied in clinical practice.

**Purpose** – to summarize own experience of US applying for the diagnostic of HPS; determining advantages and disadvantages of this method of examination.

**Materials and methods.** This study based on the US results of 93 patients with HPS and 27 children with pylorospasm that were observed and treated in Lviv regional children's clinical hospital for 2009–2020 years.

By US measured the thickness of pyloric muscle, length, front-posterior (transverse) size, and diameter of orifice of pyloric canal.

Results of the study were evaluated by the statistical program StatPlus: mac, AnalystSoft Inc. (version v8).

**Results.** The thickness of pyloric muscle and pyloric canal length are the major criteria of confirming/excluding HPS diagnosis. By the measurement of pyloric muscle thickness, it is necessary to remember that tangential position of transducer and muscles' contraction can cause pseudo-thickening. According to the results of the study, the thickness of pyloric muscle in case of HPS was  $6.4 \pm 0.3$  mm (a range – 3–10 mm) and was no correlation nor with duration of illness ( $p=0.364$ ) nor with age of child ( $p=0.534$ ). In pylorospasm, which clinically can simulate HPS, the thickness of the pyloric muscle was  $3.02 \pm 0.1$  mm, what is significantly less compared to infants with HPS (Student's t-test – 1.983;  $p=0.0000$ ). Pyloric canal length in case of HPS was  $22.9 \pm 0.6$  mm (a range – 16–32 mm), what also was significantly differed than in case of pylorospasm –  $15.8 \pm 0.5$  mm (Student's t-test – 1.998;  $p=0.0000$ ). This was only indicator that clear correlated with child's age ( $p=0.004$ ) and duration of illness ( $p=0.006$ ). Diameter of pyloric canal orifice and front-posterior size differed from indices in children with pylorospasm also. According to the results of ROC analysis, the best markers for the confirming diagnosis of HPS was thickness of pyloric muscle, its length, and front-posterior size, while the diameter of pyloric canal orifice shows the moderate prognostic significance.

**Conclusions.** Ultrasonographic examination makes it possible to establish the diagnosis of HPS in newborns with a high degree of reliability. A doctor, who performs US in a child with suspected pylorostenosis, should be guided by the size of the unchanged pyloric canal and in case of its hypertrophy remember the «pitfalls» in the examination and know the ways to overcome them.

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.

**Keywords:** hypertrophic pyloric stenosis, diagnostic, ultrasonography.

## Вступ

Гіпертрофічний пілоростеноз (ГПС) у новонароджених є одним із найчастіших факторів блювання, який потребує хірургічного втручання [1,8,20]. Незважаючи на достатньо високу частоту цієї вади, етіологія захворювання чітко не встановлена [14,25]. ГПС характеризується стовщенням м'язів пілоричного відділу шлунка, яке зумовлює його обструкцію [6]. Переважно діагноз ГПС встановлюється на основі клінічного обстеження, зокрема, наявності симптому «оливи» та видимої перистальтики кишків [6,12,19]. Проте часто ці симптоми не виявляються під час клінічного обстеження дитини, що може зумовити запізню діагностику і, як наслідок, подальше блювання із суттєвими розладами водно-електролітного балансу, зневоднення організму і порушенням функції нирок [4,23]. Усе це зумовлює необхідність швидкого і точного встановлення діагнозу. Упродовж багатьох років основним діагностичним методом у дітей з підозрою на ГПС була рентгеноскопія. Незважаючи на високу точність рентгенологічних методів обстеження, вони несуть певні ризики, зокрема ризик ви-

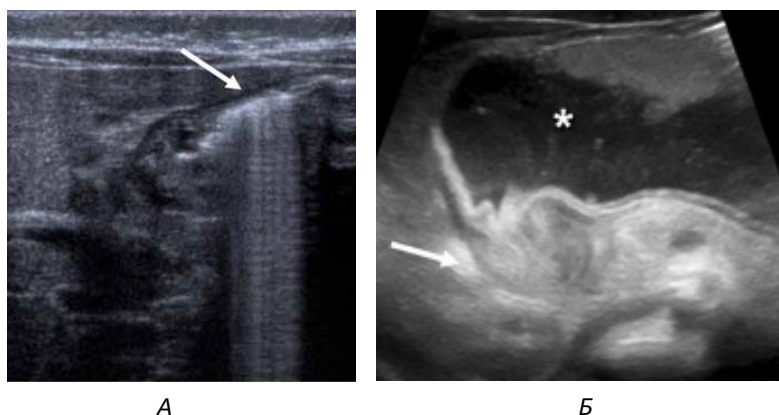
никнення блювання і з можливою аспірацією, а крім того, це достатньо тривале обстеження зі значним променевим навантаженням [11]. У 1977 р. вперше використали ультрасонографію (УСГ) у діагностуванні ГПС [21]. Поступово УСГ стала основним діагностичним методом у дітей з підозрою на ГПС.

**Мета** дослідження – узагальнити власний досвід використання УСГ для діагностики ГПС; визначити переваги і недоліки цього методу.

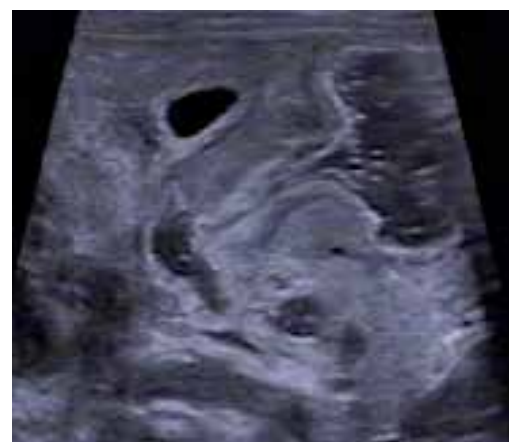
## Матеріали та методи дослідження

Дослідження ґрунтувалося на результатах УСГ 93 пацієнтів із ГПС і 27 дітей із пілороспазмом, які перебували на обстеженні та лікуванні в КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ» упродовж 2009–2020 рр. Обстеження проводили на апараті «Voluson 730 Pro» («General Electric», Австрія), а з 2018 р. – на апараті «LOGIQ P7» («General Electric», США), з використанням 7–12 МГц лінійних датчиків.

Обстеження проводили після годування в положенні дитини на спині. Датчик розміщували в попере-



**Рис. 1.** Ультрасонограма шлунка та пілоричного каналу: А – розтягнутий газом (стрілка) шлунок; Б – розтягнутий шлунок (\*) та зміщений до заді пілоричний канал (стрілка), який подібний до шийки матки



**Рис. 2.** Дослідження пасажу через пілоричний канал

чному положенні, а інколи незначно повертали проти годинникової стрілки для кращої візуалізації жовчного міхура як одного з орієнтирів для ідентифікації пілоричного каналу, розташованого дещо медіальніше і до заді відносно жовчного міхура. Визначали товщину пілоричного м'яза, довжину, передньо-задній розмір і діаметр просвіту пілоричного каналу.

Статистичне опрацювання результатів дослідження здійснювали з використанням програми «StatPlus: mac, AnalystSoft Inc.» (version v8): варіаційної статистики з визначенням середнього арифметичного, помилки середнього арифметичного, коефіцієнта достовірності ( $p$ ); параметричної оцінки достовірності різниці відносних величин ( $t$ -критерій Стюдента), параметричної кореляційної залежності ( $t$ -критерій Пірсона). При значеннях  $p < 0,05$  різницю між показниками вважали достовірною. З метою оцінювання та порівняння різних показників застосовували ROC (receiver operating characteristic) криву (крива помилок). Крім того, визначали чутливість, специфічність, позитивну (ППЦ) і негативну прогностичну цінність (НПЦ) показників. Також визначали коефіцієнт імовірності (Likelihood Ratio – LR): позитивний (LR+) і негативний (LR-). J-індекс (індекс Youden) використовували для порівняння між граничними значеннями.

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

Середній вік дітей на момент госпіталізації становив  $4,9 \pm 0,4$  тижня (межі коливань – 2–11 тижнів), а середня тривалість захворювання –  $10,7 \pm 1,7$  доби (межі коливань – 2–42 доби).

Слід зазначити, що візуалізувати гіпертрофований пілоричний канал простіше за незмінений, що підтверджують й інші дослідники [7]. Труднощі при УСГ виникають у дітей, у яких шлунок роздутий газом, а це зумовлює зміщення пілоричного каналу до заді (рис. 1).

З метою уникнення цих труднощів дитину слід покласти на лівий бік, що зумовлює переміщення пілоричного каналу в більш переднє положення, або перед обстеженням необхідно спорожнити шлунок через зонд, що підтверджують дані інших дослідників [7,16].

Водночас наявність розтягнутого шлунка може бути першою УСГ-ознакою наявності його обструкції.

Товщина м'яза та довжина пілоричного каналу є основними критеріями підтвердження/виключення діагнозу ГПС [5,10,16].

Обстеження потрібно проводити щонайменше упродовж 5 хвилин для переконання, що товщина пілоричного м'яза та довжина пілоричного каналу не змінюються упродовж обстеження, а також виявлення/відсутності пасажу рідини в цибулину дванадцятипалої кишки (рис. 2).

У випадках, коли шлунок порожній, можна дати невелику кількість води, але не молока або молочної суміші (вони погіршують візуалізацію за рахунок створення артефактів); це сприяє визначенню пасажу через пілоричний канал.

Під час визначення товщини пілоричного м'яза слід пам'ятати, що тангенціальне положення датчика та скорочення м'яза можуть зумовити псевдостовщення. Окрім того, вимірювання має включати лише товщину гіпоехогенного м'язового шару, який є зовнішнім, і не включати гіперехогенного пілоричного каналу, на чому наголошують й інші дослідники [5,9].

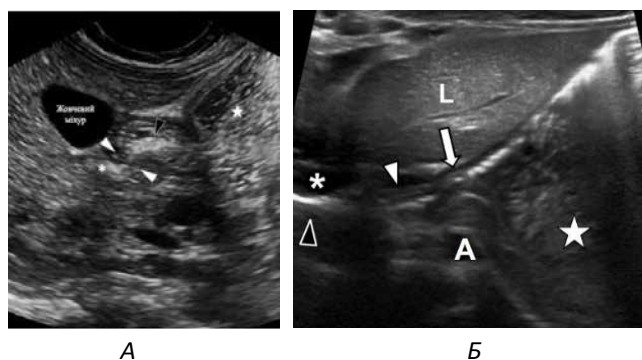
За даними літератури, при ГПС товщина пілоричного м'яза коливалася в межах 3–5 мм [9,22], а за результатами нашого дослідження, –  $6,4 \pm 0,3$  мм (межі коливань – 3–10 мм), (рис. 3) і не корелювала



## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія



**Рис. 3.** УСГ при пілоричному стенозі. (1) Довжина пілоричного каналу (чорна стрілка); (2) Передньо-задній розмір (червона пунктирна стрілка); (3) Товщина пілоричного м'яза (біла стрілка)



**Рис. 4.** (А) Повздовжнє сканування незміненого пілоричного каналу (білі трикутники). Антральний відділ шлунка (чорний трикутник) первинно помилково розцінений як видовжений пілоричний канал, \* – цибулина дванадцятипалої кишки; ★ – шлунок. (Б) Гастроєзофагеальне з'єднання (біла стрілка) помилково розцінене як пілоричний канал; L – ліва доля печінки, дистальна частина стравоходу (біла стрілка), ★ – шлунок, А – аорта, \* – праве передсердя, легень (чорний трикутник)

ні з тривалістю захворювання ( $p=0,364$ ), ні з віком дитини на момент госпіталізації ( $p=0,534$ ).

При пілороспазмі, який клінічно може симулювати ГПС, товщина пілоричного м'яза становила  $3,02 \pm 0,1$  мм, що достовірно менше порівняно в немовлят із ГПС (t-критерій Ст'юдента – 1,983;  $p=0,0000$ ), що підтверджують й інші дослідники [10,15].

За результатами нещодавнього дослідження L. Piotto зі співавторами (2022), товщина пілоричного м'яза за відсутності ГПС становила менше 2 мм, а за наявності ГПС – 2–5 мм, при цьому в багатьох новонароджених вона дорівнювала менше 2 мм, що зумовлює необхідність знизити нижній поріг товщини пілоричного каналу до 2 мм, замість 3 мм, який використовують сьогодні для діагностики ГПС [18].

У немовлят, у яких під час обстеження пілоричний

м'яз мав товщину 2–4 мм і не розслаблювався упродовж обстеження, слід проводити обстеження в динаміці, про що наголошують й інші дослідники [7,10,13].

Особливої уваги потребують новонароджені, які народилися передчасно, оскільки в них ГПС розвивається в ті самі терміни, що і в новонароджених, які народилися вчасно, проте маса тіла в таких дітей менша, що може впливати на товщину пілоричного м'яза. М. I. Arguroroulou зі співавторами (1998) довели, що розміри пілоричного відділу шлунка змінюються відповідно до гестаційного віку дитини, а також визначили наявність чіткої кореляційної залежності його розмірів від маси тіла дитини та навели значення довжини, ширини пілоричного каналу і товщини пілоричного м'яза як у недоношених, так і в доношених новонароджених [2].

Іншим принциповим УСГ-критерієм для діагностики ГПС є довжина пілоричного каналу [3,18]. За даними різних дослідників, середні значення довжини пілоричного каналу при ГПС коливалися в межах 10–22 мм [3,11,15,18,20], а за результатами нашого дослідження, –  $22,9 \pm 0,6$  мм (межі коливань – 16–32 мм), що достовірно відрізнялося від показників при пілороспазмі –  $15,8 \pm 0,5$  мм (t-критерій Ст'юдента – 1,998;  $p=0,0000$ ). Необхідно зазначити, що це був єдиний показник, який чітко корелював із віком дитини ( $p=0,004$ ) і тривалістю захворювання ( $p=0,006$ ). Хоча J. Niedzielski зі співавторами (2011) вважають, що за відсутності ГПС довжина пілоричного каналу не буває більше 15 мм [17], у нашому дослідженні в 17 (62,96%) немовлят, у яких підтверджений пілороспазм, цей показник перевищував 15 мм.

Антральний відділ шлунка і гастроєзофагеальне з'єднання помилково можна прийняти за пілоричний канал. За наявності гастроєзофагеального рефлюксу переміщення рідини зі шлунка в абдомінальну частину стравоходу можна помилково прийняти за пасаж через пілоричний канал. Для уникнення таких помилок слід звертати увагу на анатомічні орієнтири, які допоможуть ідентифікувати пілоричний канал (рис. 4).

Діаметр просвіту пілоричного каналу, так само як і передньо-задній (поперечний) розмір пілоричного каналу, не так часто використовують при УСГ в діагностуванні ГПС [3,18]. У немовлят із ГПС діаметр просвіту пілоричного каналу коливався від 1,9 до 15,9 мм (у середньому –  $3,3 \pm 0,3$  мм), натомість за відсутності ГПС цей показник був у межах 3–8 мм (у середньому –  $4,6 \pm 0,2$  мм), що було достовірно більше (t-критерій Ст'юдента – 1,998;  $p=0,008$ ). Такі результати узгоджуються з даними S. Ma зі співавторами (2017) [15]. За даними інших дослідників, діаметр пілоричного каналу за наявності ГПС коливався

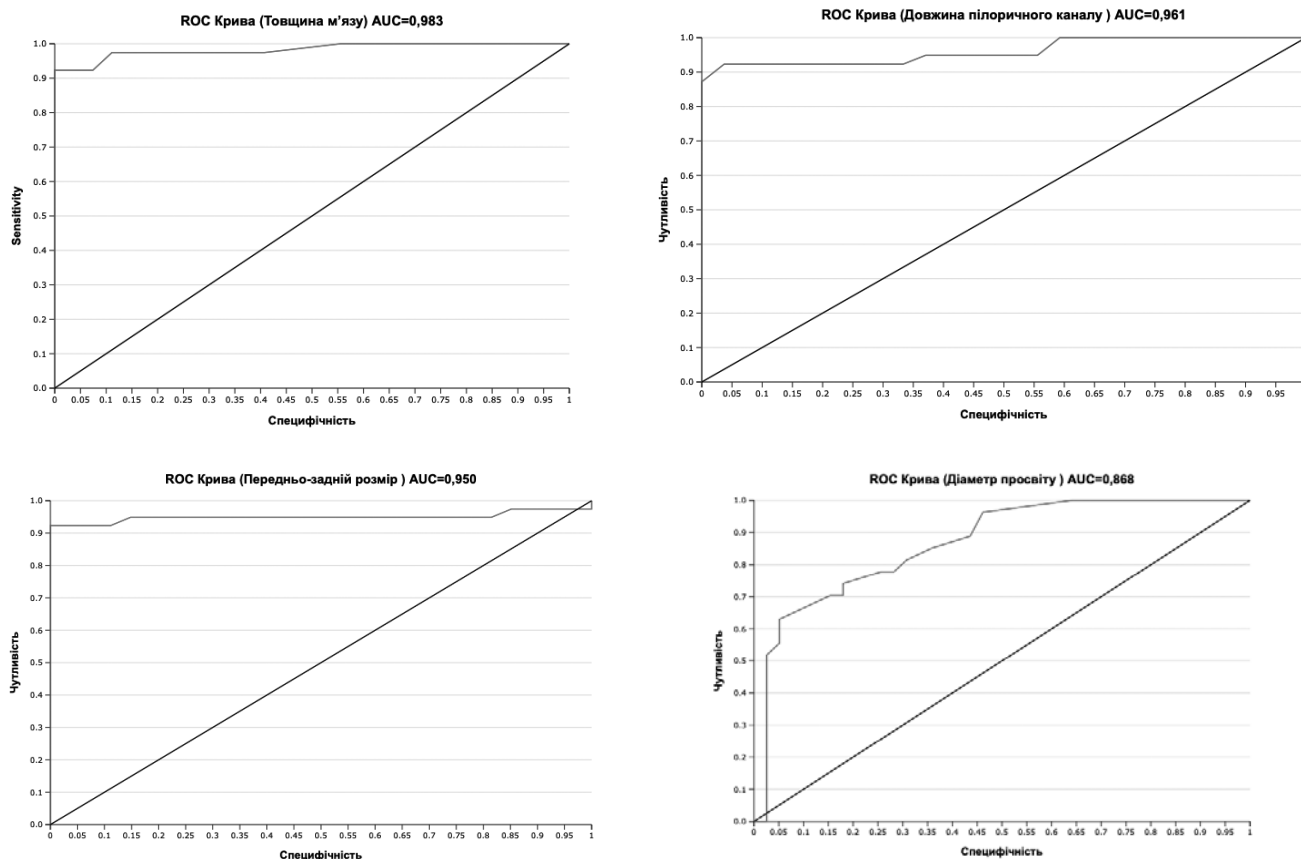


Рис. 5. ROC-криві для показників розмірів пілоричного каналу

в межах 9–18 мм [3,18]. Таку різницю в результатах наших досліджень і даних літератури можна пояснити тим, що ми визначали діаметр отвору пілоричного каналу, а не загальну товщину пілоричного каналу.

За даними літератури, поперечний розмір пілоричного каналу в немовлят із ГПС коливався в межах 8–16 мм [18], у наших дослідженнях – 7–19,6 мм (у середньому –  $14,5 \pm 0,5$  мм), що достовірно перевищувало показники в дітей без пілоричного стенозу –  $8,9 \pm 0,2$  мм (t-критерій Стюдента – 1,998;  $p=0,0000$ ).

З метою визначення прогностичної значущості результатів УСГ проведено ROC-аналіз усіх показників, що визначались (рис. 5, таблиця).

Значення AUC, які відображають точність УСГ-параметрів для діагностики ГПС, відповідали оцінці «відмінно» для товщини пілоричного м'яза, довжини пілоричного каналу і його передньо-заднього розміру, а для діаметра просвіту – оцінці «дуже добре». Під час подальшого оцінювання виявлено, що найкращі результати УСГ у діагностуванні ГПС показують значення товщини пілоричного м'яза та передньо-задній розмір пілоричного каналу (таблиця): високі значення J-індексу, специфічності, чутливості, ППЦ, НПЦ і LR (+) у поєднанні з низькими значеннями LR (-). Подібні результати отримані Т. I. Vinycomb [24]. На-

#### Таблиця

Прогностична значущість результатів ультразвукографії для діагностики пілоростенозу

Показник	Товщина пілоричного м'яза (>4,2 мм)	Довжина пілоричного каналу (>18,4 мм)	Діаметр просвіту (>4 мм)	Передньо-задній розмір (>10,2 мм)
J-Індекс	0,923	0,886	0,578	0,923
Чутливість, %	92,3	92,3	62,9	92,3
Специфічність, %	100	96,3	94,9	100
ППЦ, %	100	97,3	89,5	100
НПЦ, %	90	89,7	78,7	90
LR (+)	24,9	24,9	12,3	24,8
LR (-)	0,08	0,08	0,39	0,08

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

томість значення діаметра отвору пілоричного каналу виявили посередню прогностичну значущість.

### Висновки

Ультрасонографічне обстеження дає змогу з високим ступенем достовірності встановити діагноз ГПС у новонароджених. Лікар, який проводить ультрасонографію у дитини з підозрою на ГПС, повинен орієнтуватись у розмірах незміненого пілоричного каналу і при його гіпертрофії, пам'ятати про «підводні камені» в обстеженні та знати шляхи їх подолання.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

### References/Література

1. Acker SN, Garcia AJ, Ross JT, Somme S. (2015). Current trends in the diagnosis and treatment of pyloric stenosis. *Pediatr Surg Int.* 31 (4): 363–366. doi: 10.1007/s00383-015-3682-3.
2. Argyropoulou MI, Hadjigeorgi CG, Kiortsis DN. (1998). Antropyloric canal values from early prematurity to full-term gestational age: an ultrasound study. *Pediatr Radiol.* 28 (12): 933–936. doi: 10.1007/s002470050504.
3. Ayaz ÜY, Döğen ME, Dilli A et al. (2015). The use of ultrasonography in infantile hypertrophic pyloric stenosis: does the patient's age and weight affect pyloric size and pyloric ratio? *Med Ultrason.* 17 (1): 28–33. doi: 10.11152/mu.2013.2066.171.uya.
4. Bakal U, Sarac M, Aydin M et al. (2016). Recent changes in the features of hypertrophic pyloric stenosis. *Pediatr Int.* 58 (5): 369–371. doi: 10.1111/ped.12860.
5. Calle-Toro JS, Kaplan SL, Andronikou S. (2020). Are we performing ultrasound measurements of the wall thickness in hypertrophic pyloric stenosis studies the same way? *Pediatr Surg Int.* 36 (3): 399–405. doi: 10.1007/s00383-019-04601-2.
6. Chiarenza SF, Blevie C, Escolino M et al. (2020). Guidelines of the Italian Society of Videosurgery (SIVI) in infancy for the minimally invasive treatment of hypertrophic pyloric stenosis in neonates and infants. *Pediatr Med Chir.* 42 (1): 16–24. doi: 10.4081/pmc.2020.243.
7. Costa Dias S, Swinson S, Torrao H, et al. (2012). Hypertrophic pyloric stenosis: tips and tricks for ultrasound diagnosis. *Insights Imaging.* 3 (3): 247–250. doi: 10.1007/s13244-012-0168-x.
8. Donda K, Asare-Afriye B, Ayensu M et al. (2019). Pyloric stenosis: national trends in the incidence rate and resource use in the United States from 2012 to 2016. *Hosp Pediatr.* 9 (12): 923–932. doi: 10.1542/hpeds.2019-0112.
9. Dorinzi N, Pagenhardt J, Sharon M et al. (2017). Immediate emergency department diagnosis of pyloric stenosis with point-of-care ultrasound. *Clin Pract Cases Emerg Med.* 1 (4): 395–398. doi: 10.5811/cpcem.2017.9.35016.
10. Hernanz-Schulman M. (2003). Infantile hypertrophic pyloric stenosis. *Radiology.* 227 (2): 319–331. doi: 10.1148/radiol.2272011329.
11. Hernanz-Schulman M. (2009). Pyloric stenosis: role of imaging. *Pediatr Radiol.* 39 (2): S134–139. doi: 10.1007/s00247-008-1106-4.
12. Hsu P, Klimek J, Nanan R. (2014). Infantile hypertrophic pyloric stenosis: does size really matter? *J Paediatr Child Health.* 50 (10): 827–828. doi: 10.1111/j.1440-1754.2010.01778.x.
13. Keckler SJ, Ostlie DJ, Holcomb III GW, St. Peter SD. (2008). The progressive development of pyloric stenosis: a role for repeat ultrasound. *Eur J Pediatr Surg.* 18 (3): 168–170. doi: 10.1055/s-2008-1038533.
14. Krogh C, Gortz S, Wohlfahrt J et al. (2012). Pre- and perinatal risk factors for pyloric stenosis and their influence on the male predominance. *Am J Epidemiol.* 176 (1): 24–31. doi: 10.1093/aje/kwr493.
15. Ma S, Liu J, Zhang Y. (2017). Application of color Doppler ultrasound combined with Doppler imaging artifacts in the diagnosis and estimate of congenital hypertrophic pyloric stenosis. *Sci Rep.* 7 (1): 9527. doi: 10.1038/s41598-017-10264-7.
16. Meister M, Alharthi O, Kim JS, Son JK. (2020). Pediatric emergency gastrointestinal ultrasonography: pearls & pitfalls. *Clin Imaging.* 64: 103–118. doi: 10.1016/j.clinimag.2020.03.002.
17. Niedzielski J, Kobielski A, Sokal J, Krakos M. (2011). Accuracy of sonographic criteria in the decision for surgical treatment in infantile hypertrophic pyloric stenosis. *Arch Med Sci.* 7 (3): 508–511. doi: 10.5114/aoms.2011.23419.
18. Piotto L, Gent R, Taranath A et al. (2022). Ultrasound diagnosis of hypertrophic pyloric stenosis – Time to change the criteria. *Australas J Ultrasound Med.* 25 (3): 116–126. doi: 10.1002/ajum.12305.
19. Solovjov A, Spakhi O, Baruhovich V, Ljaturinskaja O. (2008). Diagnostics congenital hypertrophic pylorostenosis at present stage. *Khirurgiia dytiachoho viku.* 19 (2): 72–74. [Соловьев АЕ, Спахи ОВ, Барухович ВЯ, Лятуринская ОВ. (2008). Диагностика врожденного гипертрофического пилоростеноза на современном этапе. *Хирургия детского века.* 19 (2): 72–74].
20. Spakhy OV. (2015). Diagnostic peculiarities of congenital hypertrophic pyloric stenosis in children today. *Khirurgiia dytiachoho viku.* 17 (3): 72–74. [Спахи ОВ. (2015). Особенности диагностики врожденного гипертрофического пилоростеноза у детей на современном этапе. *Хирургия детского века.* 17 (3): 72–74].
21. Teele RL, Smith EH. (1977). Ultrasound in the diagnosis of idiopathic hypertrophic pyloric stenosis. *N Engl J Med.* 296 (20): 1149–1150. doi: 10.1056/NEJM197705192962006.
22. Vinycomb T, Vanhaltren K, Pacilli M et al. (2021). Evaluating the validity of ultrasound in diagnosing hypertrophic pyloric stenosis: a cross-sectional diagnostic accuracy study. *ANZ J Surg.* 91 (11): 2507–2513. doi: 10.1111/ans.17247.
23. Vinycomb TI, Laslett K, Gwini SM et al. (2019). Presentation and outcomes in hypertrophic pyloric stenosis: An 11-year review. *J Paediatr Child Health.* 55 (10): 1183–1187. doi: 10.1111/jpc.14372.
24. Vinycomb TI, Vanhaltren K, Pacilli M et al. (2022). Stratifying features for diagnosing hypertrophic stenosis on ultrasound: a diagnostic accuracy study. *ANZ J Surg.* 92 (5): 1153–1158. doi: 10.1111/ans.17649.
25. Zhu J, Zhu T, Lin Z et al. (2017). Perinatal risk factors for infantile hypertrophic pyloric stenosis: a meta-analysis. *J Pediatr Surg.* 52 (9): 1389–1397. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.02.017.

### Відомості про авторів:

**Борова-Галай Олеся Євгенівна** – зав. діагностичного відділення, лікар-ультрасонографіст КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31.

**Мальований Ярослав Богданович** – заст. директора з хірургічної роботи, ординатор першого хірургічного відділення КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31.

**Переяслов Андрій Анатолійович** – д.мед.н., проф., проф. каф. дитячої хірургії Львівського НМУ імені Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31. <https://orcid.org/0000-0002-1225-0299>.

**Никифорок Олеся Мирославівна** – к.мед.н., асистент каф. дитячої хірургії Львівського НМУ імені Д. Галицького, лікар-ультрасонографіст КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31. <https://orcid.org/0000-0003-2967-5653>.

Стаття надійшла до редакції 28.09.2022 р., прийнята до друку 08.12.2022 р.

УДК 616.149-008.341.1-053.2-089

О. С. Годік<sup>1,2</sup>, Д. С. Дегтярьова<sup>1,2</sup>, **О. Г. Дубровін<sup>1</sup>**, А. Ф. Левицький<sup>1,2</sup>,  
І. М. Бензар<sup>1,2</sup>

## Особливості хірургічної техніки мезопортального шунтування та ефективність методу в лікуванні дітей з портальною гіпертензією

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

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

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):23-33; doi 10.15574/PS.2022.77.23

**For citation:** Godik OS, Diehtiarova DS, Dubrovin OG, Levytskii AF, Benzar IM. (2022). Peculiarities of mesoportal shunt surgical technique and its efficiency in treatment of children with portal hypertension. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 23-33. doi: 10.15574/PS.2022.77.23.

Сучасні методи хірургічного лікування допечінкової форми портальної гіпертензії (ДфПГ) спрямовані на профілактику кровотеч із варикозно розширених вен стравоходу та можливість відновлення перфузії печінки. Застосування мезопортального шунтування (МПШ) у пацієнтів із ДфПГ обмежене наявністю в останніх сприятливої анатомії. Стандартизація обсягу діагностичних процедур, етапів технічного виконання цього хірургічного втручання дасть змогу суттєво поліпшити результати лікування дітей з ДфПГ, у яких є показання до виконання МПШ.

**Мета** – оцінити можливість виконання, ефективність і безпечність МПШ в дітей з портальною гіпертензією, ступінь інволюції варикозних вен і зменшення розмірів селезінки.

**Матеріали та методи.** Ретроспективно досліджено історії хвороби 20 дітей, які отримали хірургічне лікування ДфПГ із використанням МПШ у період із січня 2010 року до червня 2022 року. Медіана спостереження становила 85,6±14,17 місяця. Детально описано хірургічну техніку.

**Результати.** У досліджуваній групі переважали пацієнти чоловічої статі (12 хлопчиків, 8 дівчаток). Середній вік на момент встановлення діагнозу – 7,6±0,88 року. У 13 (65%) випадках першим клінічним проявом був епізод кровотечі з варикозно розширених вен стравоходу. Ендоскопічне дослідження виявило в 17 (85%) дітей варикоз вен стравоходу II–III ступеня. В усіх пацієнтів спостерігалася спленомегалія із середнім об'ємом селезінки 507,7±67,7 см<sup>3</sup>. У 8 (40%) дітей з досліджуваної групи відмічався тяжкий гіперспленізм. Медіана часу операції МПШ з внутрішньої яремної вени становила 326 (95% ДІ: 300–371) хвилин. У 7 (35%) випадках стався тромбоз шунта, в 1 (14,2%) випадку вдалося виконати тромбоектомію, відновивши функцію МПШ. Досягнуто загальної ефективності МПШ в 70%. У жодного пацієнта групи спостереження повторної кровотечі не було.

**Висновки.** Можливість виконання МПШ залежить від сприятливої анатомії, у виявленні якої невід'ємним діагностичним методом є комп'ютерна томографія, але зберігається роль прямої інтраопераційної візуалізації та інтраопераційної внутрішньопечінкової портографії. 5-річна виживаність МПШ становила 72,2±10,6%. МПШ забезпечило інволюцію варикозних вен стравоходу через 1 рік після оперативного втручання (p<0,001) та зменшення об'єму селезінки (p<0,001).

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** допечінкова форма портальної гіпертензії, діти, мезопортальне шунтування.



## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

**Peculiarities of mesoportal shunt surgical technique and its efficiency in treatment of children with portal hypertension****O. S. Godik<sup>1,2</sup>, D. S. Diehtiarova<sup>1,2</sup>, O. G. Dubrovin<sup>1</sup>, A. F. Levytskii<sup>1,2</sup>, I. M. Benzar<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine<sup>2</sup>National Children's Specialized Hospital «OHMATDYT», Kyiv, Ukraine

Modern methods of surgical treatment of the prehepatic form of portal hypertension (PPH) aim to prevent bleeding from esophagus varicose veins and to restore liver portal perfusion. The use of mesoportal shunt (MPS) in patients with PPH is limited by the presence of favorable anatomy in the latter. The standardization of the diagnostic procedures volume, stages of surgery technical performance will help to significantly improve the results of treatment of children with PPH, to which indications for the MPS were established.

**Purpose** – to evaluate the possibility of performing, efficiency and safety of MPS in children with portal hypertension, the degree of esophageal varicose veins involution and reducing the spleen volume reduction.

**Materials and methods.** Case histories of 20 children who underwent surgical treatment of PPH by means of MPS in the period from January 2010 to June 2022 were retrospectively studied. The median follow up was 85.6±14.17 months. The surgical technique used is presented in detail.

**Results.** Male predominance is seen (12 boys, 8 girls) in the study group. The average age at the moment of diagnosis was 7.6±0.88 years. In 13 (65%) cases, an episode of bleeding from varicose veins of the esophagus was the first clinical manifestation. Endoscopic examination revealed II–III degree esophageal varices in 17 (85%) children. All patients had splenomegaly with an average spleen volume of 507.7±67.7 cm<sup>3</sup>. 8 (40%) patients had severe hypersplenism. The median MPS operational time was 326 (95% CI 300–371) minutes. In 7 (35%) cases shunt thrombosis occurred, in 1 (14.2%) case thrombectomy was performed. The overall MPS efficiency of 70% was reached. None of the patients of the follow up group had recurrency of esophageal bleeding.

**Conclusions.** The possibility of performing the MPS depends on favorable anatomy; CT is the optional diagnostic method to detect it, but the role of direct intraoperative visualization and the performance of intraoperative intrahepatic portography remains highly valuable. The 5-year MPS survival rate was 72.2±10.6%. 1 year after surgery, MPS resulted into the involution of the esophageal varices ( $p<0.001$ ) and a decrease in the volume of the spleen ( $p<0.001$ ).

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.

**Keywords:** extrahepatic portal vein obstruction, children, mesoportal shunting.

**Вступ**

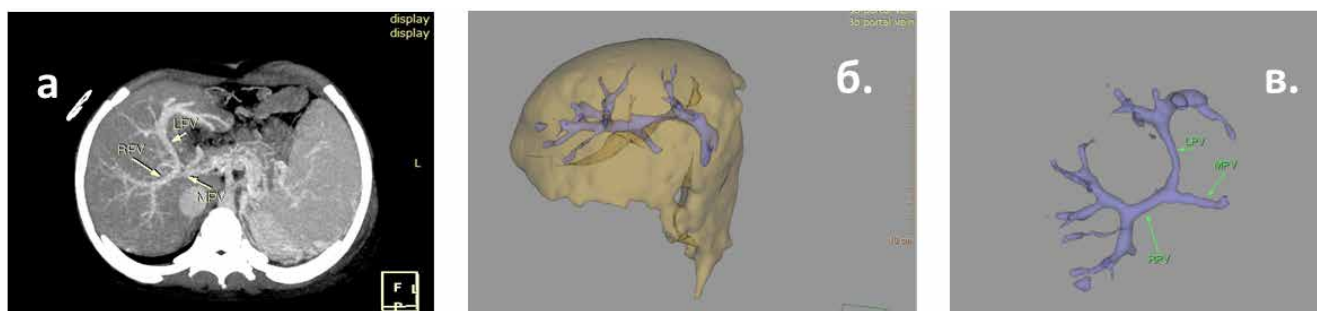
Сучасні методи хірургічного лікування допечінкової форми портальної гіпертензії (ДфПГ) у дітей мають на меті дві основні цілі: профілактику кровотеч із варикозно розширених вен стравоходу та можливість відновлення перфузії печінки портальною кров'ю [5,7,15,16,20,23]. Мезопортальне шунтування (МПШ) уперше представлене на початку дев'яностих років минулого століття в групі пацієнтів дитячого віку після трансплантації печінки [8,9], які потребували відновлення постачання портальної крові в графт у зв'язку зі стенозами або частковими тромбозами первинних портальних анастомозів. Використання хірургічної техніки МПШ у пацієнтів з ДфПГ дало змогу не тільки нівелювати загрозливі прояви портальної гіпертензії, такі як кровотечі з вен стравоходу та гіперспленізм, але й повноцінно відновити перфузію печінки. Однак згодом виявлено, що МПШ можна виконувати тільки пацієнтам зі сприятливою анатомією [1,13,15,18,25]. У нашому дослідженні оперативне втручання проведено з використанням класичної методики [5,8,9,23], при якій з'єднання верхньої брижової та лівої ворітної вен виконано з використанням алографта, лівої або правої внутрішньої яремної вени (ВЯВ) пацієнта.

У цьому дослідженні описано особливості обстеження, ведення перед- та післяопераційного періодів, детально висвітлено ключові моменти хірургічної методики, а також оцінено виживаність шунтів, виникнення дисфункції та тромбозу МПШ в групі з 20 дітей, що отримали хірургічне лікування ДфПГ з використанням наведеної методики. Стандартизація обсягу лабораторних, візуалізаційних та інвазивних діагностичних процедур у передопераційному періоді, стандартизація етапів технічного виконання такого хірургічного втручання, розуміння ключових моментів операції дасть змогу, на думку авторів, суттєво поліпшити результати лікування дітей з ДфПГ, у яких є показання до виконання МПШ.

**Мета** дослідження – оцінити можливість виконання, ефективність і безпечність МПШ в дітей з портальною гіпертензією.

**Матеріали та методи дослідження**

Проведено ретроспективний аналіз історій хвороби педіатричних пацієнтів Національної дитячої спеціалізованої лікарні «ОХМАТДИТ» МОЗ України, які отримали хірургічне лікування портальної гіпертензії в період із січня 2010 року до червня 2022 року. З 475 дітей, що отримали хірургічне ліку-



**Рис. 1.** Комп'ютерна томографія з контрастним посиленням у пацієнтки А.; аксіальний зріз пізньої портальної фази, портальна вена та її гілки марковані на зображенні (а), 3D-реконструкція внутрішньопечінкової портальної системи щодо тканини печінки (б) та окремо (в). Ліва та права гілки ворітної вени визнані з'єднаними між собою, що підтверджено інтраопераційно

вання портальної гіпертензії, у 20 пацієнтів з ДфПГ визнано можливим виконання та проведено МПШ із використанням ВЯВ як алографта. У роботі досліджено ефективність виконання МПШ, виживаність шунта, ретроспективно оцінено ступінь інволюції варикозних вен і зменшення розмірів селезінки. Період спостереження оцінено по серпень 2022 року, медіана спостереження становила  $85,6 \pm 14,17$  місяця.

Для проведення множинних порівнянь використано критерій Данна, критерій Хі-квадрат. Для оцінки виживаності МПШ застосовано тест Каплана-Майєра. Статистичний аналіз проведено з використанням пакету статистичного аналізу «IBM SPSS for Windows version 24.0» («IBM Corp.», Armonk, NY) та «EZR» (R-statistics). Статистичну значущість відмінності від 0 встановлено на рівні  $p < 0,05$ .

Наведені результати роботи є частиною НДР, що фінансуються МОЗ України з Державного бюджету №0122U001363. Дослідження ухвалено Етичною комісією Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. Усі дослідження виконано відповідно до впроваджених рекомендацій. Протокол засідання етичної комісії №141 від 27.01.2021, з урахуванням GCP-ICH та Гельсінської декларації [24]. Отримано письмову інформовану згоду батьків/опікунів усіх учасників дослідження.

**Передопераційне обстеження.** Проведено загальний аналіз крові з визначенням кількості тромбоцитів для оцінки ступеня гіперспленізму та наслідків кровотечі, якщо така мала місце в анамнезі. У всіх дітей з ДфПГ виключено тромбофілію шляхом детального дослідження коагуляційної панелі – визначення протромбінового часу, часткового тромбoplastинового часу, нормалізованого міжнародного відношення (МНО); антитромбіну ІІІ; факторів ІІ, V, VII і X; білків С і S; виконання пошуку мутацій фактора V Лейдена; фактора ІІ протромбіну і метилен-тетра-гідро-фолатредуктази. Таке дослідження

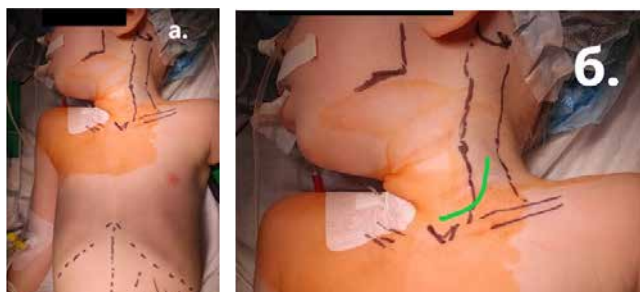
дає змогу спланувати післяопераційну тромбопрофілактику з визначенням необхідності, кратності та тривалості застосування антикоагулянтів.

Ультразвукове дослідження (УЗД) у сірій шкалі та режимі кольорового доплерівського картування виконано всім пацієнтам. Дослідження в сірій шкалі проведено з метою підтвердження, що паренхіма печінки має задовільну ультраструктуру (відсутність фіброзу або цирозу), для виявлення печінкових вузлів або пухлинних утворів. Особливу увагу приділено вивченню ехоструктури внутрішньопечінкових портальних трактів (з особливою увагою до лівої ворітної вени та Rex recessus) і можливі анатомічні варіації та оцінкою поширеності перипортального фіброзу вздовж портальних трактів (що унеможливило подальший розгляд пацієнта кандидатом до МПШ); виміряно розмір та об'єм селезінки. Оцінено інші прояви ДфПГ: розширені внутрішньопечінкові жовчні протоки (вторинна «портальна біліопатія»), наявність жовчних каменів і сладжу. У режимі кольорового доплерівського картування вивчено басейн ворітної вени (верхньобрижова вена, селезінкова вена, спленомезентеріальний конфлюєнс) та наявність спонтанних спленоренальних шунтів (для визначення необхідності модуляції гепатопетального кровотоку по шунтах); оцінено інші прояви ДфПГ (варикозне розширення вен жовчного міхура).

Ультразвукову доплерографію шії виконано для оцінки ВЯВ (прохідність і діаметр, наявність клапанного апарата) з метою обрання для подальшого використання в якості аутоотрансплантату під час шунтування тієї вени, яка найкраще відповідає критеріям (достатній діаметр, відсутність або менша кількість клапанів).

Проведено додаткову оцінку, що включала виконання мультизрізової комп'ютерної томографії (МЗКТ) – ангіографії черевної порожнини для точної анатомічної оцінки спланхнічної венозної системи,

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія



**Рис. 2.** Розмітка доступу, що планується: а – розмічені серединна лапаротомія, край селезінки; б – на шиї розмічені анатомічні орієнтири – яремна вирізка та край грудинно-ключично-соскоподібного м'яза. Для наочності доступ вказано зеленою лінією. Голова пацієнта повернута в бік, протилежний обраному на етапі передопераційного обстеження боку забору аутографта

зокрема, прохідність і діаметр верхньобрижової та селезінкової вен, збереження і тип формування спленомезентеріального конфлюенсу, наявність спленогастральних, спленозаочеревинних коллатералей. В останніх випадках МЗКТ виконано з додатковим 3D-моделюванням інтрапаренхіматозної частини ворітної вени з її гілками (рис. 1). Особливу увагу приділено оцінці прохідності та збереженості біфуркації ворітної вени – передньої та задньої гілок правої гілки ворітної вени та прохідності умбілікальної порції лівої гілки ворітної вени.

Якщо під час обстеження виникали сумніви щодо стану паренхіми печінки, а УЗД та еластометрія печінки не дали адекватної відповіді, виконано пункційну або лапароскопічну біопсію печінки для визначення ступеня фіброзу. Протипоказанням до виконання МПШ є фіброз печінки F 2–3.

**Тактика щодо варикозно розширених вен у дітей з ДфПГ до оперативного втручання.** Дітям, у яких нещодавно була кровотеча з варикозно розширених вен стравоходу високого ступеня тяжкості, пропонуємо ендоскопічне дослідження для ліквідації ризику кровотечі перед оперативним втручанням. Тим дітям, у кого є стабільний варикоз високого ступеня, без або з ознаками високого ризику кровотечі в короткостроковій перспективі проводимо лігування вен для профілактики кровотечі з них. Пацієнтам із варикозом I–II ступеня без ознак загрози кровотечі одразу виконуємо оперативне втручання (оскільки варикозне розширення вен спонтанно регресує після успішної операції). У тих пацієнтів, які в якості консервативного лікування отримують  $\beta$ -адреноблокатори, лікування припиняємо в день операції.

**Оперативна техніка.** Положення пацієнта та доступи. Положення пацієнта на операційному столі: на спині, зі злегка гіперекстензованою та повернутою вправо головою. Таке положення дає змогу одночас-

но отримати вільний доступ до черевної порожнини та до лівої ВЯВ. Деякі хірурги надають перевагу L-подібному правобічному або поперечному доступу для розкриття черевної порожнини. Це пов'язано з особливостями розташування печінки в дітей та зменшення розмірів у дітей з ДфПГ. Ми розкриваємо черевну порожнину шляхом серединної лапаротомії (рис. 2). На нашу думку, серединна лапаротомія є найкращим доступом до ротованої вправо печінки, оскільки ротація усувається після мобілізації і переведення печінки в «серединну» позицію з підкладанням серветок під праву долю печінки на етапах диссекції умбілікального плато та виконання анастомозу графта з ВЯВ з лівою гілкою портальної вени. Після того, як печінка повертається в анатомічне положення, чітко формується площина розташування графта поза шлунком до верхньобрижової вени, що попереджає його компресію.

#### **Крок 1: Доступ до умбілікальної порції лівої гілки ворітної вени**

Мобілізація печінки за рахунок пересічення правої трикутної, серпоподібної та круглої зв'язок печінки для розташування її в «серединному» положенні. Виконуємо прошивання паренхіми печінки двома швами по краю III та IV сегментів печінки вглиб, формуємо шви-тримачі, що дає змогу розкрити умбілікальну фісуру для подальшої диссекції умбілікального плато. Найчастіше умбілікальна фісура закрита паренхіматозним містком між III та IV сегментами печінки, в інших випадках має відкритий тип. Незважаючи на наявність або відсутність паренхіматозного сполучення між III та IV сегментами печінки, виконуємо резекцію цієї частини сегментів для повного відкриття умбілікальної фісури (рис. 3а). Це дає змогу виконати найширшу диссекцію умбілікального плато та лівої гілки ворітної вени з її відтоками. Особливу увагу приділяємо артеріальним і жовчним структурам лівого загального та сегментарних глісонів, пошкодження яких може призвести до порушення артеріального кровопостачання або до формування жовчних фістул. Диссекцію умбілікального плато починаємо вздовж круглої зв'язки печінки з розсічення вісцеральної очеревини по вентральній площині. Диссекцію виконуємо до чіткої візуалізації облітерованої пупкової вени в місці її сполучення з умбілікальним плато. Після досягнення візуалізації продовжуємо диссекцію у вентральному напрямку, розкриваючи глісонову капсулу умбілікального плато з розширенням праворуч і ліворуч. Це забезпечує доступ до гілок умбілікального плато ворітної вени, що живлять II, III та IV сегменти печінки, та дає змогу отримати по-



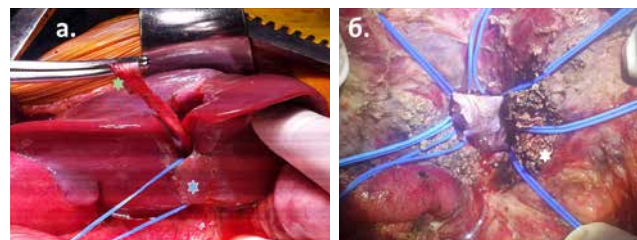
вний контроль над ними. Дисекцію закінчуємо на рівні гілок ворітної вени до II сегмента печінки. Такий обсяг дисекції надає можливість створити майданчик довжиною до 4 см і шириною до 2 см для подальшої безпечної венотомії умбілікальної порції лівої гілки ворітної вени (рис. 3б).

Після забезпечення контролю над гілками умбілікального плато до II, III та IV сегментів печінки розкриваємо пупкову вену з її подальшою реканалізацією з виходом у просвіт умбілікальної порції лівої гілки ворітної вени. Наступним етапом оцінюємо ретроградний кровотік. Якщо кровотік задовільний, ознак тромбозу або фіброзного ураження не виявлено, виконуємо інтрапаренхіматозне вимірювання портального тиску з подальшим розрахунком індексу супротиву. Якщо отримано позитивний індекс паренхіматозного супротиву, виконуємо інтраопераційну внутрішньопечінкову портографію (рис. 4) для остаточної оцінки прохідності та анатомії внутрішньопечінкової частини портальної системи.

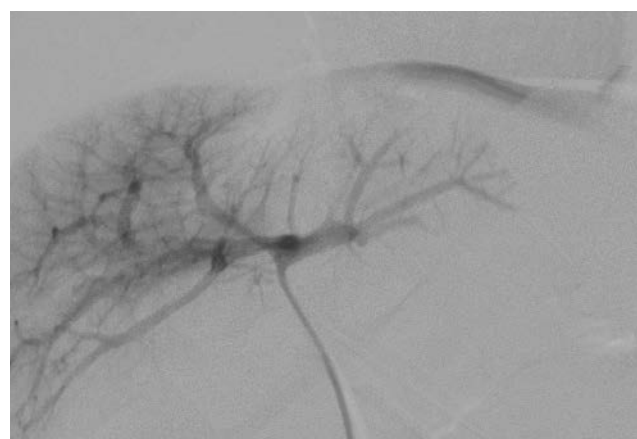
#### **Крок 2: Доступ до верхньої брижової вени і підготовка ретрогастрального шляху до шунтування**

Розташування графта є важливим етапом оперативного втручання. Правильне анатомічне розуміння площини майбутнього положення графта запобігає компресії після його включення. Шлях і площина, у якій має розташовуватися графт: із вентральної площини умбілікального плато лівої гілки ворітної вени графт проходить під антральним відділом шлунка зверху та підшлунковою залозою знизу, занурюючись під брижу поперечно-ободової кишки, де анастомозується з верхньобрижовою веною нижче спленомезентеріального конфлюенсу.

Для безпечного розташування графта в цьому положенні виконуємо певні дії. Спочатку розкриваємо малий чепець у межах площини умбілікальної фісури зверху та антрального відділу шлунка позаду, що дає змогу безперешкодно отримати доступ до чепцевої сумки. Наступним кроком проводимо мобілізацію дванадцятипалої кишки та печінкового кута поперечно ободової кишки, з подовженням відкриття чепцевої сумки вздовж великої кривини шлунка. Після візуалізації ретрогастрального простору та підшлункової залози в брижі товстої кишки шукаємо товстокишкову серединну вену, яка є орієнтиром для мобілізації верхньобрижової вени. Товстокишкову серединну вену мобілізуємо шляхом розкриття брижі вздовж вени до кореня брижі тонкої кишки з обох боків, розкриваємо очеревину і мобілізуємо верхньобрижову вену в межах гирла серединної вени, яку потім лігуємо для більшої мобілізації верхньобрижової вени. Обов'язковим



**Рис. 3.** Дисекція умбілікального плато: а – розмітка ліній резекції паренхіматозного містка між III та IV сегментами печінки (блакитна зірочка) – серединна лапаротомія; зелена зірочка – мобілізована кругла зв'язка печінки; б – кінцевий результат дисекції умбілікального плато. Гілки, що живлять II, III та IV сегменти печінки, взяті на тримачі. Біла зірочка – ділянка III сегмента після висічення паренхіматозного містка



**Рис. 4.** Інтраопераційна внутрішньопечінкова портографія в режимі Road Map, що виявила прохідність внутрішньопечінкової портальної системи та наявність сполучення між лівою і правою гілками ворітної вени

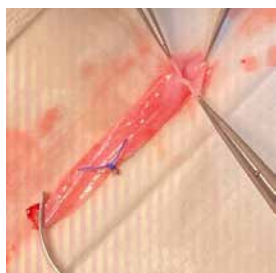
є зіставлення варіанта спленомезентеріального конфлюенсу та місця анастомозування венозного графта та веною, а також вибір площини для анастомозу. Довжина дисекції верхньобрижової вени, як правило, не перевищує 4–5 см завдовжки, що дає оптимальне позиціонування затискача Сатинського на вені без травмування підшлункової залози.

#### **Крок 3: Забір аутовенозного трансплантату для мезопортального шунтування**

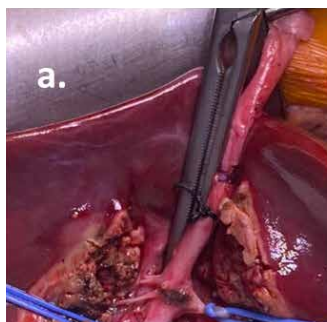
Деякі автори рекомендують використовувати два поперечні доступи на шії для забезпечення максимально косметичного результату [6]. Ми використовуємо косо-поперечний доступ від яремної ямки до латеральної поверхні грудинно-ключично-соскоподібного м'яза, який, за нашими спостереженнями, не тільки забезпечує візуалізацію ВЯВ на всьому протязі, а також є косметичним. Після пошарового розкриття м'яких тканин розкриваємо загальну фасцію (піхва) лівого судинно-нервового пучка, ВЯВ беремо на тримач, дисекцію продовжуємо до



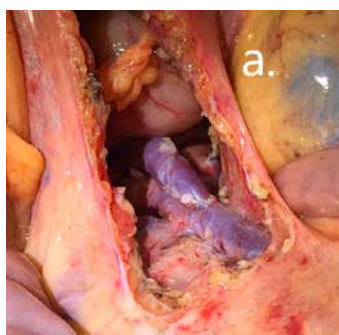
## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія



**Рис. 5.** Графт внутрішньої яремної вени із затискачем на каудальному кінці після промивання розчином гепарину. Кукса притоку лігована нерозсмоктувальною ниткою



**Рис. 6.** Формування анастомозу між графтом внутрішньої яремної вени та умбілікальною порцією лівої гілки ворітної вени: а – затискач Сатинського під головним стовбуром перед розміткою венесекції; б – формування «трикутного» анастомозу; в – анастомоз сформований, заповнений кров'ю ретроградно, герметичний. На передній поверхні графта – розмітка для попередження скручування



**Рис. 7.** Остаточна оцінка сформованого мезопортального шунтування: а – вигляд анастомозу між внутрішньою яремною та верхньобрижовою венами через вікно в брижі ободової кишки; б – частина мезопортального шунтування з анастомозом внутрішньої яремної вени з умбілікальною порцією лівої гілки ворітної вени. Компресія відсутня, наповненість кров'ю добра

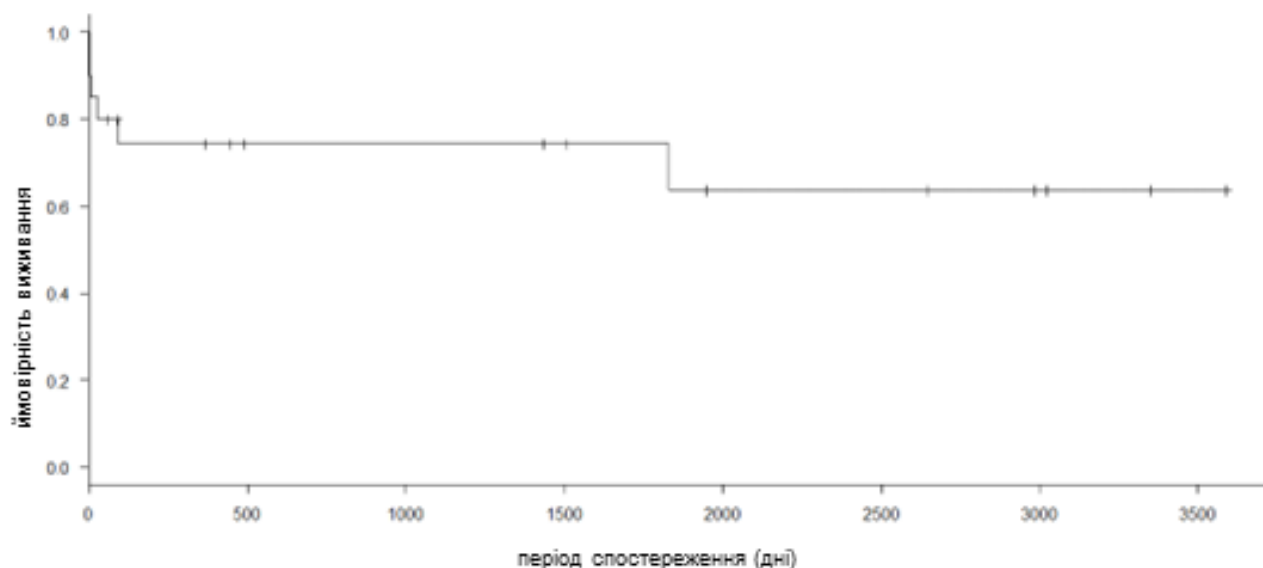
низу до місця злиття ВЯВ із лівою підключичною веною. Диссекцію продовжуємо вверх до місця впадіння у ВЯВ лівої лицьової вени, що дає змогу отримати довжину графта не менше 7–8 см. Усі притоки вищезазначених вен лігуємо. Після виділення вени над підключичною веною та під лицьовою веною (рис. 5) накладаємо судинні затискачі з позначками головного та каудального кінців графта, який видаляємо та промиваємо розчином гепарину, після чого занурюємо в середовище фізіологічного розчину та гепарину. Кукси ВЯВ прошиваємо та лігуємо. Рану на шії пошарово закриваємо.

### Крок 4: Формування анастомозів мезопортального шунтування

Перший анастомоз виконуємо між графтом ВЯВ та умбілікальною порцією лівої гілки ворітної вени в межах Rex recessus. Для цього усі гілки, які відходять до II, III та IV сегментів печінки, затискаємо судинними стрічками, а під головний стовбур за гілками проводимо затискач Сатинського (рис. 6а). Після чого виконуємо розріз по вентральному боці

умбілікальної порції лівої гілки ворітної вени, починаючи від місця впадіння круглої зв'язки у вену, довжиною до 15 мм. Після венотомії перевіряємо внутрішню частину вени на ознаки склерозу, порушення цілісності інтими вени. Якщо змін стінок вени не виявлено, трьома швами розсмоктувальною ниткою 7.0–8.0 накладаємо такі стібки: перший стібок – нижній край венотомного розрізу, два стібки – на межі гілок III та IV сегментів печінки. Це дає змогу сформувати трикутний анастомоз між веною і графтом із максимальним діаметром та унеможливити звужування під час анастомозування. Графт підшиваємо до трикутної площини, починаючи з нижнього стібка, формуючи латеральний та медіальні боки анастомозу (рис. 6б). Після чого для зіставлення верхньої частини анастомозу виконуємо розріз переднього краю кола графта для забезпечення зіставлення верхнього краю анастомозу. Після закінчення анастомозу стрічки знімаємо затискач Сатинського, і графт ретроградно заповнюється кров'ю, що підтверджує прохідність внутрішньопаренхіматозної частини русла ворітної вени. У дистальний кінець графта вводимо розчин гепарину і накладаємо судинний затискач (рис. 6в).

Заповнений графт проводимо до верхньобрижової вени в попередньо сформованому тунелі. Після заповнення графта маркуємо передню поверхню графта стерильним олівцем (рис. 6в), що дає змогу попередити можливе скручування графта (власне спостереження). Анастомоз між графтом ВЯВ і верхньобрижовою веною виконуємо кінець у бік, довжиною до 20 мм, безперервним швом ниткою 6.0–7.0. Після закінчення анастомозу знімаємо затискачі та контролюємо заповнення графта мезентеріальною кров'ю, тік якої гепатопетальний. Повторно оцінюємо позиції графта для контролю відсутності компресії антральним відділом шлунка та скручування по довжині (рис. 7).



**Рис. 8.** Виживаність шунта (крива Каплана–Майєра) при мезопортальному шунтуванні графтом внутрішньої яремної вени (суцільна лінія). Медіани виживаності не досягнуто

Наприкінці операції МПШ має бути добре заповнений кров'ю за низького венозного тиску всередині, що підтверджується інтраопераційним УЗД. Задовільними показниками УЗД вважаємо рекомендації автора методики – потік по шунту не менше 15 см/с, а в межах анастомозу умбілікальної порції лівої гілки ворітної вени – до 1 м/с.

Виконуємо пошировий шов рани.

## Результати дослідження та їх обговорення

**Результати виконання мезопортального шунтування в досліджуваній групі пацієнтів.** У досліджуваній групі переважали пацієнти чоловічої статі (12 хлопчиків і 8 дівчаток). Середній вік на момент встановлення діагнозу –  $7,6 \pm 0,88$  року. У 2 (10%) пацієнтів в анамнезі встановлено пупковий катетер, в інших ДфПГ кваліфіковано як ідіопатичну. У 3 (15%) пацієнтів в анамнезі були оперативні втручання: корекція атрезії стравоходу в дівчинки у віці 2 доби ( $n=1$ ); операція Касаї – у віці 2,5 місяця та ортотопічна трансплантація печінки – у віці 3 років ( $n=1$ ); прошивання стравохідно-шлункового переходу – у віці 2 роки ( $n=1$ ). У 13 (65%) випадках першим клінічним проявом був епізод кровотечі з варикозно розширених вен стравоходу, із них 5 (25%) дітей були первинно госпіталізовані до центру з гострою кровотечею, інші ( $n=7$ ) скеровані на обстеження у зв'язку з випадково виявленими анемією і/або спленомегалією. За результатами первинного ендоскопічного дослідження, у 17 (85%) пацієнтів виявлено варикозно розширені вени стравоходу II–III ступеня. За даними передопераційного ендоскопічного дослідження, виявлено варикоз високого

ступеня, 3 (15%) пацієнтам перед оперативним втручанням проведено процедуру ендоскопічного лігування варикозно розширених вен стравоходу. Дітям із гострою кровотечею проведено консервативне лікування октреотидом із розрахунку 2 мг/кг/год на постійній інфузії та гемотрансфузію еритроцитарної маси відповідної групи із розрахунку 5 мл/кг до стабілізації стану протягом  $26,6 \pm 2,8$  год. У 3 (15%) випадках хірургічне втручання виконано в ургентному порядку. В усіх дітей, за даними передопераційного МЗКТ, внутрішньопечінкову портальну систему визнано прохідною, у 5 (25%) випадках для підтвердження прохідності виконано 3D-реконструкцію (рис. 1). На момент виконання МПШ в усіх пацієнтів відмічено спленомегалію із середнім об'ємом селезінки  $507,7 \pm 67,7$  см<sup>3</sup> і тромбоцитопенію із медіаною кількості тромбоцитів 52 (95% ДІ: 45–79). У 8 (40%) дітей встановлено тяжкий гіперспленізм, що проявлявся вираженою цитопенією з кількістю лейкоцитів менше  $1,5 \times 10^9$ /л та еритроцитів менше  $1,8 \times 10^{12}$ /л, незалежно від наявності епізоду кровотечі в анамнезі. В однієї дитини підтверджено тромбофілію.

Хірургічне втручання при МПШ з використанням алографта з ВЯВ пацієнта виконано відповідно до техніки, наведеної в нашій роботі. На момент формування шунта усім пацієнтам призначено болюс гепарину з розрахунку 5 Од/кг із подальшою постійною інфузією гепарину з розрахунку 10 Од/кг/год під контролем цільового значення активованого часткового тромбопластинового часу на рівні 30 с та вище.

Медіана часу операції МПШ з ВЯВ становила 326 (95% ДІ: 300–371) хв; медіана тиску в системі во-

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

**Таблиця**

Характеристика пацієнтів досліджуваної групи

Показник	Абс.	%	p
Виконано МПШ			
Загалом	20	100	
Тромбоз шунта	7	35	
Вдале рещунтування	1	5	
Група спостереження	14	70	
Ефективність виконання шунта	14	70	
Вживаність шунта (Каплан–Майєр)		63,7 (95% ДІ: 33,4–93,0)	
5-річна вживаність шунта (Каплан–Майєр)		72,2±10,6	
Варикозне розширення вен стравоходу (у дітей групи спостереження) До операції:			
I ступінь	0	28,5	
II ступінь	4	71,5	
III ступінь	10		
Через 6 місяців:		50	
I ступінь	7	50	
II ступінь	7		
III ступінь	0		
Через 1 рік:		42,8	
0 ступінь	6	50	
I ступінь	7	7,2	
II ступінь	1		
III ступінь	0		
Об'єм селезінки: До операції	14 463 см³ (95% ДІ: 319,5–608,5)	70	
Через 1 рік	271,5 см³ (95% ВІ 191,5–310)		p<0,05
У відділеному періоді спостереження	242 см³ (95% ВІ 183–283,5)		p<0,001

рітної вени до МПШ – 350 (95% ДІ: 320–380) мм вод. ст. проти 212,5 (95% ДІ: 200–250) мм вод. ст. (p<0,001) після шунтування.

У 7 (35%) випадках стався тромбоз шунта. На 1-шу післяопераційну добу стався тромбоз шунта в дитини з підтвердженою тромбофілією. За результатами комп'ютерної томографії (КТ) із контрастним посиленням не виявлено кровотоку в шунті. Проведено лапаротомію, під час ревізії встановлено порушення прохідності графта за рахунок скупчення в ньому тромботичної маси по всій довжині; під час ревізії ВЯВ, використаної як графт, виявлено пошкодження тромбом інтими судини. Графт видалено, дитині виконано спленоренальне шунтування. Іншій дитині, в якій тромбоз стався на 2-гу післяопераційну добу, що підтверджено послідовно виконаними УЗД та КТ, проведено тромбоектомію та рещунтування; післяопераційний період – без ускладнень. Інші ранні тромбози шунта сталися на 6 і 27-му післяопераційну добу відповідно. Цим пацієнтам, як і в першому випадку, виконано спленоренальне шунтування.

У пізньому післяопераційному періоді тромбози шунта виявлено у віддаленому періоді спостереження

(на 3, 48 та 68-й місяць після операції відповідно). Основним клінічним проявом дисфункції шунта став епізод повторної кровотечі з варикозних вен стравоходу. В усіх трьох відмічено симптоматику портальної гіпертензії, підтверджено варикоз вен стравоходу високого ступеня, на УЗД виявлено спленомегалію, за лабораторними тестами – рецидив проявів гіперспленізму. Усім трьом виконано спленоренальне шунтування.

Для оцінки виживаності МПШ у разі його виконання в запропонованій методиці хірургічного лікування проаналізовано виживання пацієнтів без тромбозу МПШ після оперативного втручання. Для аналізу використано метод Каплана–Майєра (рис. 8).

Вживаність шунта в рамках періоду спостереження становила 63,7% (95% ДІ: 33,4–93,0). Враховуючи медіану спостереження пацієнтів досліджуваної групи 51 місяць, оцінено 5-річну (1825 діб) виживаність шунтів, яка становила 72,2±10,6%.

До групи подальшого післяопераційного спостереження залучено 14 (70%) пацієнтів із функціонуючим МПШ: 13 (92,8%) дітей, у яких оперативне втручання та післяопераційний період не супрово-



джувалися ускладненнями, та 1 (7,2%) дитина, якій вдалося успішно виконати тромбоектомію шунта та рещунтування. Решту 5 (25%) пацієнтів вилучено з дослідження у зв'язку з повторним у них шунтуванням іншою методикою після підтвердження порушення функції МПШ. Узагальнені результати МПШ у пацієнтів групи спостереження наведено в таблиці.

Через 1 місяць після операції усім пацієнтам проведено перший контрольний огляд, який включає лабораторні дослідження та УЗД. У подальшому загальний аналіз крові та УЗД – одноразово кожні 2 місяці до досягнення пів року після МПШ, з 7-го місяця – один раз на пів року. З 2-го року після МПШ – огляд 1 раз на 2 роки. Ендоскопію вперше виконано через 6 місяців після операції, у подальшому її проведення співпадає з частотою оглядів періоду спостереження. 6 (42,8%) пацієнтів досягли дорослого (від 18 років) віку в рамках описаного періоду спостереження.

Для множинних порівнянь регресії спленомегалії використано тест Данна. Через 1 місяць після шунтування об'єм селезінки значно не зменшився,  $p > 0,05$ , зменшення стало значущим через 1 рік після МПШ,  $p < 0,05$ , та суттєво значущим у періоді віддаленого спостереження,  $p < 0,001$ .

Для оцінки інволюції варикозу використано тест Хі-квадрат, який виявив різницю  $p < 0,001$  при оцінці інволюції ступеня варикозу через 1 рік та у відділеному періоді спостереження порівняно з результатами ініціальної ендоскопії.

Тільки хірургічні методи здатні радикально усунути всі загрозливі симптоми портальної гіпертензії, такі як гіперспленізм, цитопенія, енцефалопатія, затримку росту та розвитку [6,16,19,20].

Мезопортальне шунтування деякі автори називають «ідеальним», єдиним фізіологічним шунтом, що забезпечує відновлення перфузії печінки кров'ю внутрішніх органів, водночас ліквідуючи всі прояви портальної гіпертензії [12,16,18,24]. З моменту першої публікації, завдяки подальшим дослідженням, МПШ визнають «золотим стандартом» лікування дітей з ДфПГ [3], із зауваженням, що в пацієнтів має бути сприятлива анатомія. Багато авторів наголошує, що МПШ ідеально виконувати безсимптомним пацієнтам, у яких вже встановлений діагноз ДфПГ, а візуалізаційні методи демонструють прохідність внутрішньопечінкових гілок ворітної вени [5,10,13,20,23]. Інші автори [11,15] пропонують виконувати МПШ пацієнтам із варикозом вен стравоходу високого ступеня та загрозою кровотечі, вважаючи таке хірургічне втручання найкращим методом профілактики кровотеч. Планове втручан-

ня, на їхню думку, забезпечить фізіологічний розвиток дитини з відновленою порталізацією на тлі відсутності патологічних проявів портальної гіпертензії. Крім того, деякі дослідження вказують на нівелювання проявів енцефалопатії [5,15,22], поліпшення показників фізичного розвитку, зросту та ваги [17], проявів гепатопульмонального синдрому та зникнення аденом і фокальної нодулярної гіперплазії тканини печінки [13,15] у пацієнтів, що отримали лікування шляхом МПШ. Дослідження, у якому проведено порівняння результатів серед пацієнтів дитячого віку, що отримали МПШ та портосистемне шунтування в якості хірургічного лікування, свідчить, що МПШ ефективніше нівелює прояви гіперспленізму, а також ефективніше поліпшує метаболічні показники [17,22].

У нашій групі 5 (25%) дітей надійшли до клініки з кровотечею з варикозно розширених вен стравоходу як з первинним проявом захворювання. До моменту госпіталізації ці діти вважалися здоровими. Тривалий компенсаторний резерв дитячого організму в сукупності відсутності культури планових медичних оглядів, з одного боку, та низького рівня обізнаності педіатрів первинної ланки, з іншого, призводить до пізнього виявлення ДфПГ.

Ще в ранніх дослідженнях автори методики показали, що УЗД визначає прохідність Рекс-зони лише в 63% пацієнтів [7]. В останню декаду КТ суттєво покращила можливості візуалізації Рекс-зони, однак автори зазначили, що результати візуалізації КТ або МРТ у пацієнтів із великою каверною ворітної вени інколи не є достовірними, оскільки має місце візуалізація гіподинамічної циркуляції внутрішньопечінкових гілок ворітної вени та Рекс-зони [3,25]. У частини пацієнтів із дослідження D. A. Bambini та співавт. [1], за результатами передопераційних КТ, Рекс-зона не була визнана прохідною або не визначалася. Інші дослідники вважають інтраопераційну пряму візуалізацію найкращим методом визначення придатності лівої гілки портальної вени до МПШ [1,25].

Виконання оперативного втручання в класичній техніці загалом відповідає опису МПШ, опублікованому De Ville De Goyet та співавт. у середині 1990-х років. Класична методика МПШ передбачає забір ВЯВ зліва в пацієнта, що порівняно з варіантами використання інших венозних і штучних графтів до сьогодні залишається методом вибору з найкращими результатами у віддаленому періоді спостереження. Головним аргументом застосування ВЯВ є можливість отримання графта необхідної довжини, до того ж, діаметр ВЯВ тотожний діаметру стов-



## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

бура ворітної вени, що забезпечить адекватний гепатофугальний кровотік [9,10].

Окрім класичної техніки відновлення постачання спланхнічної крові до печінки, інші автори пропонують з'єднувати ліву гілку ворітної вени з найбільшими колекторами ворітної вени шляхом використання графта великої підшкірної вени стегна [18,21] або використання графта із шлункової, селезінкової, нижньої брижової вени або в разі відсутності великої кількості коллатералей, а також інтерпозиції та прямого анастомозування з лівою гілкою ворітної вени [23,26]. У нашій групі 18 (90%) пацієнтам у якості графта використано ліву, а 2 (10%) – праву ВЯВ. При виборі судини враховано результати передопераційних УЗД та ангіоКТ.

Стеноз шунта, за даними літератури, стається в 1,6–16,4% випадків [16]. У пацієнтів нашої досліджуваної групи його не було. У комплексному дослідженні Z. Jhang [16] показують, що при аналізі опублікованих досліджень процент тромбозу шунта в групах коливається в межах 8–40%. У нашій групі загалом сталося 6 (30%) епізодів тромбозу шунта. Описано вплив попередніх оперативних втручань на тромбоз шунта [14]. У нашій групі троє дітей, що мали оперативні втручання в анамнезі, наразі продовжують спостереження в групі без будь-яких ознак порушень функції МПШ. Щодо виживаності шунта, то в рамках часу післяопераційного спостереження не досягнуто медіани виживаності наразі пацієнтами досліджуваної групи.

Для виявлення ускладнення у вигляді порушення прохідності шунта основну роль відіграє МЗКТ [3]. У нашому дослідженні усім дітям, в яких стався тромбоз шунта, виконано КТ для підтвердження цього діагнозу.

Щодо хірургічної тактики в разі тромбозу шунта J. – S. Zhang та співавт. [26] у своїй роботі показують, що пацієнти, яким сформовано спленоренальний шунт, швидше відновлюються та позбавляються симптомів портальної гіпертензії порівняно з тими, кому проведено рещунтування МПШ. Однак слід зазначити, що в дітей досліджуваної групи тромбоз МПШ розвивається у віддаленому періоді, з повторними епізодами кровотечі в більшості випадків. У нашій досліджуваній групі рещунтування МПШ проведено на 2-гу добу після первинної операції, надалі післяопераційний період перебігав без особливостей, дитина в групі спостереження цілком позбавилася варикозу вен стравоходу та гіперспленізму. Усім іншим дітям із тромбозом МПШ виконано спленоренальне шунтування з результатами, що відповідають результатам вищевказаного дослідження.

Усі автори в досліджуваних групах показують відновлення кількості тромбоцитів і значне зменшення або нормалізацію розмірів селезінки в строках від пів року до року з моменту проведення МПШ [1,2,17,23]. У нашій досліджуваній групі пацієнти досягли значущого приросту кількості тромбоцитів та значущого зменшення об'єму селезінки через 1 рік після МПШ, що корелює з результатами досліджень, наведених у науково-метричних базах. Крім того, в усіх дітей через 1 рік після оперативного втручання відмічалася повна інволюція варикозних вен стравоходу.

## Висновки

Мезопортальне шунтування є ефективним методом хірургічного лікування дітей з ДфПГ, що забезпечує відновлення перфузії печінки, ліквідує симптоми портальної гіпертензії. Комплексне передопераційне обстеження, у тому числі діагностика тромбофілії та адекватна візуалізація, дає змогу ретельно планувати стратегію передопераційної підготовки та післяопераційного ведення. Можливість виконання МПШ залежить від сприятливої анатомії, у виявленні якої невід'ємним діагностичним методом є КТ, але зберігається роль прямої інтраопераційної візуалізації та інтраопераційної внутрішньопечінкової портографії. Невід'ємним для ефективного кінцевого результату шунтування є розуміння хірургом ключових моментів операції загалом, анатомічних потенційно небезпечних ділянок, взаємовідносин Рекс-зони і венозного аутографта, досконалого володіння мікросудинною технікою. У разі виконання МПШ в досліджуваній групі досягнуто 5-річної виживаності шунта на рівні  $72,2 \pm 10,6\%$ , що відповідає результатам, наведеним у світових науково-матричних базах. МПШ є ефективним у профілактиці кровотеч із варикозно розширених вен, достовірно забезпечує інволюцію спланхнічної крові стравоходу через 1 рік після оперативного втручання ( $p < 0,001$ ) та зменшення об'єму селезінки ( $p < 0,001$ ).

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

## References/Література

1. Bambini DA, Superina R, Almond PS, Whittington PF, Alonso E. (2000). Experience with the Rex shunt (mesenterico-left portal bypass) in children with extrahepatic portal hypertension. *Journal of Pediatric Surgery*. 35 (1): 13–19. doi: 10.1016/s0022-3468(00)80005-6.
2. Bhat R, Lautz TB, Superina RA, Liem R. (2013). Perioperative Strategies and Thrombophilia in Children with Extrahepatic Portal Vein Obstruction Undergoing the Meso-Rex Bypass. *Journal of Gastrointestinal Surgery*. 17 (5): 949–955. doi: 10.1007/s11605-013-2155-z.
3. Carollo V, Marrone G, Cortis K, Mamone G, Caruso S, Milazzo M et al. (2019). Multimodality imaging of the Meso-Rex by-

- pass. Abdominal Radiology. 44 (4): 1379–1394. doi: 10.1007/s00261-018-1836-1.
4. Chin AC, Thow F, Superina RA. (2008). Previous portal hypertension surgery negatively affects results of mesenteric to left portal vein bypass. J. Pediatr. Surg. 43: 114–119. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2007.09.032.
5. Dasgupta R, Roberts E, Superina RA, Kim PC. (2006). Effectiveness of Rex shunt in the treatment of portal hypertension. Journal of Pediatric Surgery. 41 (1): 108–112. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2005.10.059>.
6. De Franchis R. (2010). Revising consensus in portal hypertension: report of the Baveno V Consensus Workshop on methodology of diagnosis and therapy in portal hypertension. J Hepatol. 53: 762–768. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2010.06.004>.
7. De Ville de Goyet J, Alberti D, Clapuyt P, Falchetti D, Rigamonti V, Bax NM et al. (1998). Direct bypassing of extrahepatic portal venous obstruction in children: A new technique for combined hepatic portal revascularization and treatment of extrahepatic portal hypertension. Journal of Pediatric Surgery. 33 (4): 597–601. doi: 10.1016/s0022-3468 (98) 90324-4.
8. De Ville De Goyet J, Clapuyt PH, Otte JB. (1992). Extrahilar mesenterico-left portal shunt to relieve extrahepatic portal hypertension after partial liver transplant. Transplantation. 53 (1): 231–232. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1733076/>.
9. De Ville de Goyet J, Gibbs P, Clapuyt P et al. (1996). Original extrahilar approach for hepatic portal vascularization and relief of extrahepatic portal hypertension related to later portal vein thrombosis after pediatric liver transplantation. Long Term Results Transplant. 62: 71–75. <https://doi.org/10.1097/00007890-199607150-00015>.
10. De Ville de Goyet J, Martinet JP, Lacrosse M et al. (1998). Mesenterico-left intrahepatic portal vein shunt: original technique to treat symptomatic extrahepatic portal hypertension. Acta Gastroenterol Belg. 61: 13–16. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9629766/>.
11. Di Francesco F, Grimaldi C, de Ville de Goyet J. (2014). Meso-Rex Bypass – A Procedure to Cure Prehepatic Portal Hypertension: The Insight and the Inside. Journal of the American College of Surgeons. 218 (2): e23–e36. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.10.024.
12. Duché M, Ducot B, Ackermann O, Guérin F, Jacquemin E, Bernard O. (2017). Portal hypertension in children: High-risk varices, primary prophylaxis and consequences of bleeding. Journal of Hepatology. 66 (2): 320–327. doi: 10.1016/j.jhep.2016.09.006.
13. Fuchs J, Warmann S, Kardorff R, Rosenthal H, Rodeck B, Ure B, Melter M. (2003). Mesenterico-Left Portal Vein Bypass in Children With Congenital Extrahepatic Portal Vein Thrombosis: A Unique Curative Approach. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 36 (2): 213–216. <https://doi.org/10.1097/00005176-200302000-00010>.
14. Godik O, Voroniak D, Kolomoiets I, Trembach L, Yanovich L, Dubrovyn O. (2020). Evaluation of the endoscopic and surgical methods of prehepatic portal hypertension treatment in children. Paediatric Surgery. Ukraine. 2 (67): 29–35. [Годік ОС, Вороняк ДІ, Коломоєць ІВ, Трембач ЛЮ та ін. (2020). Оцінка ендоскопічних та хірургічних методів лікування допечінкової форми портальної гіпертензії у дітей. Хірургія дитячого віку. 2 (67): 29–35]. <https://doi.org/10.15574/PS.2020.67.29>.
15. Guérin F, Bidault V, Gonzales E, Franchi-Abella S, De Lambert G, Branchereau S. (2013). Meso-Rex bypass for extrahepatic portal vein obstruction in children. British Journal of Surgery. 100 (12): 1606–1613. doi: 10.1002/bjs.9287.
16. Jhang J, Li L. (2022). Rex Shunt for Extra-Hepatic Portal Venous Obstruction in Children. Children (Basel). 9 (2): 297. doi: 10.3390/children9020297.
17. Lautz TB, Sundaram SS, Whittington PF, Keys L, Superina RA. (2009). Growth impairment in children with extrahepatic portal vein obstruction is improved by mesenterico-left portal vein bypass. Journal of Pediatric Surgery. 44 (11): 2067–2070. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2009.05.016>.
18. Luoto T, Pakarinen M, Mattila I, Rintala R. (2012). Mesoportal bypass using a constructed saphenous vein graft for extrahepatic portal vein obstruction – technique, feasibility, and outcomes. Journal of Pediatric Surgery. 47 (4): 688–693. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2011.10.065.
19. Sarma MS, Seesaraman J. (2021). Pediatric non-cirrhotic portal hypertension: Endoscopic outcome and perspectives from developing nations. World J Hepatol. 13 (10): 1269–1288. doi: 10.4254/wjh.v13.i10.1269.
20. Scholz S, Sharif K. (2011). Surgery for Portal Hypertension in Children. Current Gastroenterology Reports. 13 (3): 279–285. doi: 10.1007/s11894-011-0186-8.
21. Sebastiani S, Martens T, Randon C, De Jaeger A, De Bruyne R, Voet D, Troisi R. (2013). Meso-Rex shunt using deep femoral vein conduit: First report. Acta Chir. Belg. 113: 375–377. doi: 10.1080/00015458.2013.11680949.
22. Superina R, Bambini DA, Lokar J, Rigsby C, Whittington PF. (2006). Correction of Extrahepatic Portal Vein Thrombosis by the Mesenteric to Left Portal Vein Bypass. Annals of Surgery. 243 (4): 515–521. doi: 10.1097/01.sla.0000205827.73706.97.
23. Wang RY, Wang JF, Sun XG et al. (2017). Evaluation of Rex shunt on cavernous transformation of the portal vein in children. World J Surg. 41: 1134–1142. <https://doi.org/10.1007/s00268-016-3838-x>.
24. World Medical Association. (2013). Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA. 310 (20): 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>.
25. Wu H, Zhou N, Lu L, Chen X, Liu T, Zhang B et al. (2021). Value of preoperative computed tomography for meso-Rex bypass in children with extrahepatic portal vein obstruction. Insights into Imaging. 12: 1. doi: 10.1186/s13244-021-01057-8.
26. Zhang J-S, Li L, Cheng W. (2018). Surgical treatment for rebleeding caused by bypass failure after Rex shunt: re-Rex shunt or Warren shunt? Pediatric Surgery International. 34 (5): 521–527. doi: 10.1007/s00383-018-4246-0.

#### Відомості про авторів:

**Годік Олег Святославович** – к.мед.н., доц. каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця. Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0002-1084-9484>.

**Дегтярєва Дар'я Сергіївна** – аспірант каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця. Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0002-2356-0874>.

**Дубровін Олександр Глібович** – д.мед.н., проф., проф. каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця. Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0003-2332-0210>.

**Левицький Анатолій Феодосійович** – д.мед.н., проф., зав. каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця. Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0002-4440-2090>.

**Бензар Ірина Миколаївна** – д.мед.н., проф., проф. каф. дитячої хірургії НМУ імені О. О. Богомольця. Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0001-7637-7769>.

Стаття надійшла до редакції 27.09.2022 р., прийнята до друку 18.12.2022 р.

F. T. Akhmedov

## Types and Localization of Abdominal Adhesions after Open Operations (Experimental Study)

*Main Clinical Hospital of the Armed Forces of the Ministry of Defence of the Republic of Azerbaijan, Baku*

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):34-39; doi 10.15574/PS.2022.77.34

**For citation:** Akhmedov FT. (2022). Types and Localization of Abdominal Adhesions after Open Operations (Experimental Study). Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 34-39. doi: 10.15574/PS.2022.77.34.

There is a great need for more efficient and more widely used preventive treatment of post-operative abdominal adhesions.

**Purpose** – to study the type of adhesions in the abdominal cavity after open operations in the experiment.

**Materials and methods.** The study was conducted on 90 white outbred rats divided into three groups. We mechanically damaged the surface of the small bowel segment in all rats. The control group (group 1) included 30 rats not administered any drugs into the abdominal cavity after the small bowel segment damage. The comparison group (group 2) consisted of 30 rats, which were introduced one mL of mezogel. The study group comprised 30 rats, which were administered a 1 mL mixture of metronidazole, dextran, contrykal (in a ratio of 1:1:0.1, respectively) + O<sub>2</sub> into the abdominal cavity; the wound of the latter was closed using a layered suture technique. On days 5, 10 and 21, the tissues taken from the suture site, peritoneum, damaged small bowel segment, liver, and omentum were analysed histologically.

**Results.** On day 10 in groups 1 and 2, compared to day 5, the proportion of filmy adhesions decreased by 45.9% ( $p=0.004$ ), but the proportion of dense adhesions increased by 64.7%. The comparative between-group analysis on day 5 in groups 1 and 2 revealed no difference in the proportion of filmy adhesions, whereas in group 3 the proportion of filmy adhesions was 4% higher and the proportion of dense adhesions was 16.5% lower. Planar adhesions predominated in all groups.

**Conclusions.** There were more filmy adhesions seen on day 1, and the complete dense adhesion formation was observed by day 21. Planar adhesions predominated (54.5–60.0%). The area of postoperative sutures was involved in the adhesion formation. The adhesions in the sutures – peritoneum area as well as the omental adhesions were detected in all animals. Introduction of drugs, mezogel or a mixture of metronidazole, dextran, contrykal + O<sub>2</sub>, into the abdominal cavity contributed to the reduction of adhesions between the small bowel loops.

The experiments with laboratory animals were provided in accordance with all bioethical norms and guidelines. No conflict of interests was declared by the author.

**Keywords:** peritoneum, omentum, adhesion modelling, anti-adhesion agents, type of adhesions, localization.

### Види і локалізація спайок у черевній порожнині після відкритих операцій (експериментальне дослідження)

**Ф. Т. Ахмедов**

*Головний клінічний госпіталь Збройних Сил Міністерства оборони Азербайджанської Республіки, м. Баку*

Існує велика потреба в ефективнішому і ширшому застосуванні профілактичного лікування післяопераційних спайок черевної порожнини.

**Мета** – вивчити характер спайок у черевній порожнині після відкритих операцій в експерименті.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили на 90 білих безпородних щурах, поділених на 3 групи. Усім щурам механічно пошкоджували поверхню тонкої кишки. Контрольна група (група 1) включала 30 щурів, яким після ушкодження тонкої кишки в черевну порожнину нічого не вводили. У групі порівняння (група 2), що включала 30 щурів, вводили препарат мезогель у кількості 1 мл. У дослідній групі (група 3), що складалася з 30 щурів, вводили по 1 мл суміші метронідазолу, декстрану і контрикалу (у співвідношенні 1:1:0,1 відповідно) + O<sub>2</sub> у черевну порожнину і пошарово зашивали рану черевної стінки. На 5, 10 і 21-шу добу проводили гістологічний аналіз тканин, узятих у ділянці швів, очеревини, ушкодженого сегмента тонкої кишки, печінки, сальника.

**Результати.** На 10-ту добу в групах 1 і 2 частка м'яких спайок порівняно з 5-ю добою знизилася на 45,9% ( $p=0,004$ ), а частка щільних спайок збільшилася на 64,7%. За результатами порівняльного міжгрупового аналізу на 5-ту добу частка м'яких спайок у групах 1 і 2 не відрізнялася, у групі 3 їхня частка була вищою на 4%, а частка щільних спайок – нижчою на 16,5%. У всіх групах переважали плоскоподібні спайки.

**Висновки.** У 1-шу добу відзначалося більше спайок м'якого типу, а повне формування щільних спайок спостерігалось до 21-ї доби. Переважали плоскоподібні спайки (54,5–60,0%). У розвиток спайок залучалася ділянка післяопераційних швів. У всіх тварин відзначалися спайки в ділянці «шви – очеревина» і спайки сальника. Введення в черевну порожнину препарату мезогель і суміші метронідазол + декстран + контрикал +  $O_2$  сприяло зменшенню утворення спайок у петлях тонкої кишки.

Під час проведення експериментів із лабораторними тваринами дотримано всіх біоетичних норм і рекомендацій.

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** очеревина, сальник, моделювання спайок, протиспайкові препарати, тип спайок, локалізація.

Adhesions are the most common factor of long-term morbidity after abdominal surgery. Postoperative adhesions are pathological bonds formed between organs or tissues within a virtual space, such as the peritoneal cavity. It is one of the causes of postoperative morbidity, leading to various complications [3,6]. Abdominal adhesions occur in 79–93% of patients who have undergone extensive abdominal or pelvic interventions [4,10]. They can cause pain and distress or lead to more severe complications, such as bowel obstruction and female infertility [11]. The only efficient treatment for postoperative adhesions once developed is corrective surgery [4], but this procedure is invasive and often leads to recurrent adhesions [4], indicating the importance of their prevention. Currently, the most common preventive approach to the postoperative abdominal adhesive process is the implantation or introduction of barrier products made of biomaterials, including artificial films, liquid, or gel, separating the surface of the damaged tissue from the adjacent tissue/organ [9]. However, these barrier products are effective in only half of patients and have limitations in practical application. Therefore, there is a great need for more effective and more widely applicable preventive treatment of postoperative abdominal adhesions. For this purpose, it is essential to better understand the mechanism underlying the formation of postoperative adhesions.

Considering that adhesions do not have characteristic laboratory signs and are poorly visible with currently available imaging techniques, many cases of peritoneal adhesions remain undiagnosed for long periods of time, leaving healthcare professionals in an awkward diagnostic and therapeutic situation. Consequently, after extensive non-diagnostic testing and empiric treatment patients may not only have prolonged symptoms and adverse medical consequences, but also suffer from significant emotional distress or demoralization, which in turn may be misdiagnosed as depression, anxiety, or functional bowel disorder. In this regard, experimental studies appear especially relevant.

**The purpose** of the study is to investigate the adhesion types in the abdominal cavity after open operations in the experiment.

## Materials and Methods

The study was conducted on the white outbred rats kept in the vivarium of the Research and Development Centre of the Azerbaijan Medical University. Keeping of rats and experimental studies in animal models were performed according to the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals [2,8]. Before the experiment, the animals were placed in a special room in turns for one month. There was a health check of the animals before the operative procedure began. A total of 90 rats divided into three groups were used. Group 1 was the control group included 30 rats kept in three cages with 10 animals in each. After calyptol anaesthesia under sterile conditions, they were fixed dorsally on a special wooden board. Hair on the abdominal surface was shaved with a sharp razor. Then the abdominal cavity was opened using a midline access 3–4 cm long. The surface of the small bowel segment found carefully in the abdominal cavity on the left was mechanically damaged with a clean toothbrush until bleeding appeared. Then the abdominal wound was closed using a layered suture technique. The operation time on each animal was up to 15–20 minutes. Group 2 was the comparison group: 30 rats were fed and housed in three cages with 10 animals in each. Under sterile conditions, the animals were anaesthetised with calyptol, fixed dorsally on a special wooden board; hair on the abdominal surface was shaved with a sharp razor. Then the abdominal cavity was opened with a 3–4 cm midline access. The surface of the small bowel segment found in the left half of the abdominal cavity was mechanically damaged with a toothbrush (until bleeding appeared). Afterwards, one mL of mezogel was introduced. The preparation was administered into the abdominal cavity to prevent adhesions. The abdominal wound was closed with a layered suture technique. The operation on each animal lasted 15–20 minutes. Group 3 was the study group com-



## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

**Table 1**

Proportions of the abdominal adhesion types in white rats in the experimental groups, abs. (%)

Group	Type of adhesions					
	Day 5		Day 10		Day 21	
	filmy	dense	filmy	dense	filmy	dense
Group 1 (n=30)	24 (80.0)	6 (20.0)	13 (43.3)	17 (56.7)	0	30 (100)
Group 2 (n=30)	24 (80.0)	6 (20.0)	13 (43.3)	17 (56.7)	0	30 (100)
Group 3 (n=30)	25 (83.3)	5 (16.7)	13 (43.3)	17 (56.7)	0	30 (100)

**Table 2**

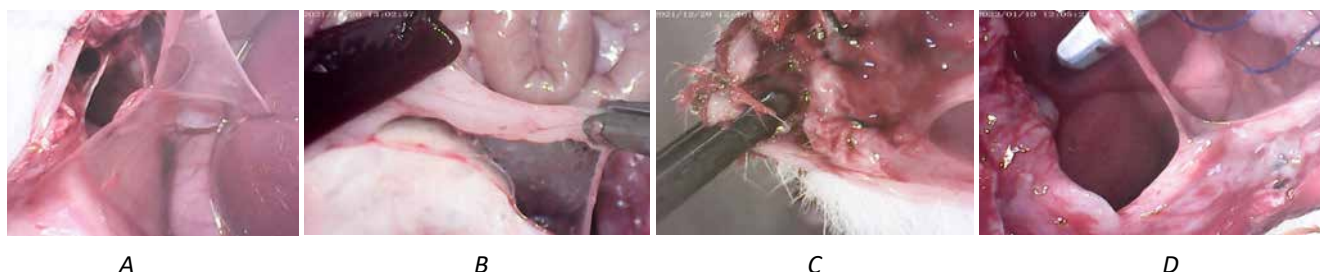
Types of adhesions in the abdominal cavity of white rats according to the prevention technique, abs. (%)

Type of adhesions	Group		
	Group 1, n=5	Group 2, n=5	Group 3, n=5
<b>On day 5</b>			
Wedge-shaped	5 (26.3)	1 (11.1)	0 (0)
Planar	9 (47.4)	5 (55.6)	4 (57.1)
Laminar	5 (26.3)	3 (33.3)	3 (42.9)
Total	19 (100)	9 (100)	7 (100)
<b>On day 10</b>			
Wedge-shaped	3 (21.4)	0 (0)	0 (0)
Planar	7 (50.0)	5 (71.4)	3 (60.0)
Laminar	4 (28.6)	2 (28.6)	2 (40.0)
Total	14 (100)	7 (100)	5 (100)
<b>On day 21</b>			
Wedge-shaped	1 (9.1)	0 (0)	0 (0)
Planar	6 (54.5)	4 (66.6)	3 (60.0)
Laminar	4 (36.4)	2 (33.4)	2 (40.0)
Total	11 (100)	6 (100)	5 (100)

prised 30 fattened rats housed in three cages, 10 animals in each. Under sterile conditions, the experimental animals were anaesthetised with calypsol, fixed on a special wooden board. Hair on the abdominal surface was shaved with a sharp razor. Then the abdominal cavity was opened with a midline access 3–4 cm long. A surface of the small bowel segment, found in the left half of the abdominal cavity, was mechanically damaged with a toothbrush until bleeding appeared. After that one mL of a specially prepared mixture of metronidazole, dextran, contrykal (in a ratio of 1:1:0.1, respectively) + O<sub>2</sub> was introduced into the abdominal cavity; and the abdominal wound was closed with a layered suture technique. Each surgical intervention lasted 15–20 minutes.

The experimental animals were kept in a separate animal facility under normal temperature and free-access feeding conditions. Rats that died of various reasons were subjected to autopsies and internal organ examinations to determine the possible causes of their deaths during the experiments. The macroscopic analysis results showed that most of the operated animals died due to severe purulent inflammation or haemorrhage from the abdominal organs. The surviving rats from all (control,

comparison, and study) groups were decapitated in the laboratory conditions according to the conventional rules on days 5, 10, and 21. Tissues taken from the sutural area, peritoneum, damaged small bowel segment, liver, and omentum were analysed histologically. The collected material was fixed in 10% formalin buffer for further microscopic examination. Histological tissue processing was provided in 75%, 85%, 95% and 99.9% concentrations of alcohol solution. Then specimens were contained in xylene solution and paraffinized. Then we formed and prepared histological blocks. The blocks obtained were sliced with a microtome to 3–5 microns thick. The sections were stained with standard haematoxylin-eosin, and the prepared microslides were microscoped using a light microscope (Leica DM 750, Germany). We recorded all changes observed during the microscopic examination using a camera attached to a microscope (Leica ICC 50, Germany). Statistical analysis was performed using SPSS for Windows software (version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The parameters were expressed as numbers and percentages. We compared all main characteristics between groups using Mann–Whitney test of variance analysis and chi-square test.



**Fig. 1.** Types of adhesions: A – planar, B – laminar, C, D – wedge-shaped ( $\times 200$  magnification, haematoxylin-eosin staining)

## Results and Discussion

The character of the abdominal adhesions appeared after the open operation was visually and macroscopically examined in all groups during the experiments (Table 1).

The results showed that on day 5 after the open surgery in all (control, comparison, and study) groups the proportion of filmy adhesions predominated and made up 80–83.3%, while the proportion of dense adhesions was lower, 16.7–20%. On day 10, the proportion of filmy adhesions was 43.3% and of dense adhesions was 56.7% in all groups. On day 21, only dense adhesions were formed in all animals, whereas no filmy adhesions were detected in all groups. The comparative between-group analysis of the adhesion type in groups 1 and 2 revealed that the proportion of filmy adhesions decreased significantly by 45.9% ( $\chi^2=8.531$ ,  $p=0.004$ ) compared to day 5, while the proportion of dense adhesions increased by 64.7%, respectively. The comparative between-group analysis of the adhesion type in group 3 showed that the proportion of filmy adhesions decreased significantly by 48.0% on day 10 ( $\chi^2=10.335$ ,  $p=0.002$ ), while, in contrast, the proportion of dense adhesions increased by 70.5%. The comparative between-group analysis demonstrated that in groups 1 and 2 on day 5, there was no difference in the proportion of filmy adhesions; in group 3, its proportion was slightly higher (by 4%), and the proportion of dense adhesions was lower (by 16.5%). There were no differences in the proportions of filmy and dense adhesions between the groups on day 10.

Thus, on day 1 after the open surgery, the experimental animals had more filmy adhesions, while the dense adhesion formation started later and were completely formed by day 21.

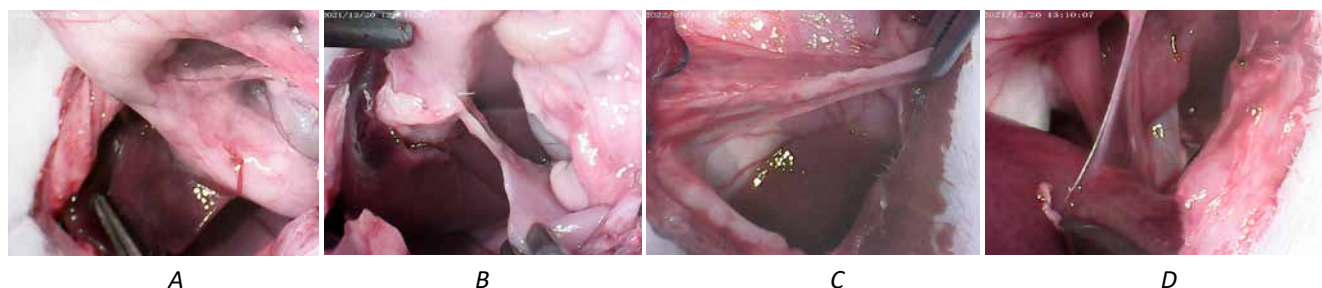
The types of abdominal adhesions formed in rats during the postoperative period were also investigated in all groups. Visual macroscopic analysis showed that three types of adhesions were predominantly formed in the abdominal cavity of rats in the postoperative period, namely, wedge-shaped, laminar, and planar (Fig. 1).

In our study, laminar and planar adhesions predominated in most animals (Table 2).

Table 2 shows that a total of 19 cases of adhesions were recorded in the control group (group 1) on day 5. Of these, 47.4% were planar, and 26.3% each were laminar and wedge-shaped, respectively. There was a decrease in the total number of adhesions, with a total of 14 adhesions on day 10. Planar adhesions accounted for half of them (50.0%), laminar adhesions for 28.6%, and wedge-shaped adhesions for 21.2%. On day 21, the total number of adhesions in animals of group 1 was only 11, of which planar made up 54.5%, laminar – 36.4%, and wedge-shaped – 9.1%. In the comparison group (group 2) on day 5, there were nine adhesions, of which planar – 55.5%, laminar – 33.3%, and wedge-shaped – 11.1%. On day 10 after the surgical operation the number of adhesions decreased to seven; besides, more than half of them were planar (71.4%), the remaining adhesions were laminar (28.6%), and there were no wedge-shaped ones. On day 21 of the experimental study in this group, we detected only six adhesions, of which planar adhesions made up 66.6% and laminar ones – 33.4%. No wedge-shaped adhesions were observed on day 10.

In the animals of the study group, there were only seven adhesions on day 5 of the experiment. Of these, planar composed 57.1%, laminar – 42.9%, and no wedge-shaped adhesions were detected. On day 10 in the animals ( $n=5$ ), there were 3 cases (60.0%) of planar lesions and 2 (40.0%) laminar adhesions. There were no wedge-shaped adhesions. On day 21, a total of 5 cases of adhesions were seen in this group, and no wedge-shaped adhesions were detected either.

The experimental results demonstrated that planar adhesions predominated in all (control, comparison, and study) groups. This type of adhesions was most common in the control group. In the comparison and study groups, the introduction of anti-adhesion agents into the abdominal cavity reduced the total number of adhesions and their types. Although the number of laminar adhesions was relatively small, they occurred in all study groups. This adhesion type was also more frequent in the control group. The highest number of wedge-shaped adhesions was detected in the control group and the lowest in the study group.



**Fig. 2.** Localization of adhesions formed in white rats during the postoperative period: A) peritoneum – omentum, B) peritoneum – small bowel, C) suture site – omentum, D) omentum – liver ( $\times 200$  magnification, haematoxylin-eosin staining)

The macroscopic analysis results of the animals of all three groups showed that the damaged peritoneum was involved in most cases of adhesion formation (88.22%). Adhesions between the peritoneum and the omentum were recorded more frequently (64.70%) and between the peritoneum and the stomach less often (5.88%) (Fig. 2).

Adhesions between the damaged peritoneum and the damaged segment of the small bowel composed 17.64%. The highest number of those adhesions was detected in the control group (29.41%) and the lowest in the study group (14.70%). In the comparison group, the number of adhesions between the peritoneum and the omentum and between the peritoneum and the damaged small bowel segment was significantly lower than in the control group and slightly higher than in the study group (Table 3).

As shown in Table 3, the abdominal adhesions occurred mainly in the control group (group 1). In the comparison and study groups, these adhesion types were not detected or were very rare. This seems to be due to the effects of medications introduced into the abdominal cavity for therapeutic purposes. The adhesion formation also actively involved the site of postoperative abdominal sutures. All animals had adhesions in the sutures – peritoneum area and the omental adhesions. A positive effect on adhesion formation has the suture material used, mechanical damage, bleeding, and inflammation caused by microorganisms. The damaged small bowel segment is also actively involved in the adhesion formation in the abdominal cavity. The adhesions between the damaged small bowel and the liver, between the damaged small bowel and the stomach, and between the small bowel loops were most likely caused by the sequelae of intestinal damage, bleeding, and infection, and were particularly pronounced in the control group.

We presented the models capable of consistent formation of adhesions in the abdominal cavity of rats. Creating an animal model of abdominal adhesions with consistent, reliable and reproducible results for positive control is a major challenge. Currently, researches are

ongoing to find more efficient anti-adhesion agents and components [7,13,15]. In this experimental study, anti-adhesion agents, such as mezogel, metronidazole, dextran, and contrykal, were used. We showed that administration of a mixture of metronidazole, dextran, contrykal (in a ratio of 1:1:0.1 respectively) +  $O_2$  into the rat's abdomen after a surgical procedure causing adhesions leads to fewer and less frequent adhesion formation. Our results are comparable with the literature data [1,13,14,16]. For example, M. A. Karpov et al. [5] presented the results of the study of adhesion formation in the rat's abdominal cavity after laparotomy followed by a single intraperitoneal administration of 5% aqueous oxidized dextran (OD) solution 2 mL with the molecular mass of 40 kDa (oxidation degree – 10%). On days 7 and 21 after laparotomy, the number of adhesions in the rats treated with OD was 7.5 and 4 times lower than in the animals not administered OD. The number of neutrophils in the adhesions on day 21 was many times lower in the rats receiving OD. On days 7 and 21 after laparotomy, the number of fibroblasts in the adhesions of rats treated and not treated with OD was similar but 2-fold higher than in the peritoneum of non-operated rats. The collagen content in the adhesions on day 21 after laparotomy was 10 times lower in the rats administered OD than in the animals not treated with OD.

## Conclusions

After open laparotomy, more filmy adhesions form on day 1, and the complete dense adhesion formation occurs by day 21.

Planar adhesions predominate after open surgery (54.5–60.0%).

The site of postoperative sutures is actively involved in the adhesion formation. The sutures – peritoneum adhesions and omental adhesions are identified in all animals.

Administration into the abdominal cavity of mezogel as well as the mixture of metronidazole, dextran, contrykal (in a ratio of 1:1:0.1, respectively) +  $O_2$  helps to reduce adhesions between the small bowel loops.



**Table 3**

Localization of abdominal adhesions in white rats according to prevention techniques, abs. (%)

Site of adhesion localization	Group			Adhesions (total number)
	Group 1 (n=30)	Group 2 (n=30)	Group 3 (n=30)	
Peritoneum – omentum	20 (29.41)	14 (20.58)	10 (14.70)	44 (64.70)
Peritoneum – small bowel (damaged segment)	7 (10.29)	3 (4.41)	2 (2.94)	12 (17.64)
Peritoneum – stomach	3 (4.41)	1 (1.47)	0	4 (5.88)
Damaged small bowel – liver	4 (5.88)	0	1 (1.47)	5 (7.35)
Small bowel loops	3 (4.41)	0	0	3 (4.41)
Total	37 (54.40)	18 (26.57)	13 (19.1)	68 (100)

**Acknowledgements.** The author would like to thank the supervisor and the staff of the Research and Development Centre of the Azerbaijan Medical University.

*The author reports no conflicts of interest or financial support.*

#### References/Литература

- Arslan E, Irkorucu O, Sozutek A, Cetinkunar S, Reyhan E, Yaman A et al. (2016). The potential efficacy of Survanta (r) and Seprafilm (r) on preventing intra-abdominal adhesions in rats. *Acta Cir Bras.* 31 (6): 389–395. doi: 10.1590/S0102-865020160060000005.
- Belozertseva IV (ed), Blinova DV, Krasilshchikova MS. (2017). Guidelines for the maintenance and use of laboratory animals. *Per. from English.* Moscow: IRBIS: 336.
- De Wilde RL, Devassy R, Broek RPGT, Miller CE, Adlan A, Aquino P et al. (2022, Mar 8). The Future of Adhesion Prophylaxis Trials in Abdominal Surgery: An Expert Global Consensus. *J Clin Med.* 11 (6): 1476. doi: 10.3390/jcm11061476. PMID: 35329802.
- Ito T, Shintani Y, Fields L, Shiraishi M, Podaru M-N, Kainuma S et al. (2021). Cell barrier function of resident peritoneal macrophages in post-operative adhesions. *Nat Commun.* 12: art. 2232. doi: 10.1038/s41467-021-22536-y.
- Karpov MA, Shkurupy VA, Troitskii AV. (2021). The Study of Efficiency of the Approach to Prevent the Adhesions in the Abdominal Cavity of Rats. *Bull Exp Biol Med.* 171: 416–420. doi: 10.1007/s10517-021-05240-1.
- Krielen P, Stommel MWJ, Pargmae P, Bouvy ND, Bakum EA, Ellis H. et al. (2020). Adhesion-related readmissions after open and laparoscopic surgery: a retrospective cohort study (SCAR update). *Lancet.* 395 (10217): 33–41. doi: 10.1016/S0140-6736 (19) 32636-4.
- Meshkova OA, Bogdanov DIu, Matveev NL, Kurganov IA. (2015). Application of modern antiadhesive agents in surgery. *Endoscopic Surgery.* 21 (3): 37–42. doi: 10.17116/endo-skop201521337-42.
- National Research Council (US) Committee for the Update of the Guide for the Care, Use of Laboratory Animals. (2011). *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals.* 8<sup>th</sup> edition. Washington (DC): National Academies Press (US). The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health: 246.
- Stapleton LM, Steele AN, Wang H, Lopez Hernandez H, Yu AC, Paulsen MJ et al. (2019). Use of a supramolecular polymeric hydrogel as an effective post-operative pericardial adhesion barrier. *Nat Biomed Eng.* 3 (8): 611–620. doi: 10.1038/s41551-019-0442-z.
- Stommel MWJ, Ten Broek RPG, Strik C, Slooter GD, Verhoef C, Grünhagen DJ et al. (2018). Multicenter Observational Study of Adhesion Formation After Open- and Laparoscopic Surgery for Colorectal Cancer. *Ann Surg.* 267 (4): 743–748. doi: 10.1097/SLA.0000000000002175.
- Ten Broek RPG, Krielen P, Di Saverio S, Coccolini F, Biffl WL, Ansaloni L et al. (2018). Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the world society of emergency surgery ASBO working group. *World J Emerg Surg.* 13: 24. doi: 10.1186/s13017-018-0185-2.
- Urkan M, Özerhan İH, Ünlü A, Can MF, Öztürk E, Günel A et al. (2017). Prevention of Intraabdominal Adhesions: An Experimental Study Using Mitomycin-C and 4% Icodextrin. *Balkan Med J.* 34 (1): 35–40. doi: 10.4274/balkanmedj.2015.1359.
- Van Steensel S, Liu H, Vercoulen TF, Hadfoune M, Breukink SO, Stassen LP et al. (2021). Prevention of intra-abdominal adhesions by a hyaluronic acid gel; an experimental study in rats. *J Biomater Appl.* 35 (7): 887–897. doi: 10.1177/0885328220954188.
- Vediappan RS, Bennett C, Bassiouni A, Smith M, Finnie J, Trochler M et al. (2020). A Novel Rat Model to Test Intra-Abdominal Anti-adhesive Therapy. *Front. Surg.* 7: 12. doi: 10.3389/fsurg.2020.00012.
- Waldron MG, Judge C, Farina L, O'Shaughnessy A, O'Halloran M. (2022). Barrier materials for prevention of surgical adhesions: systematic review. *BJS Open.* 6 (3): zrac075. doi: 10.1093/bjsopen/zrac075.
- Wei G, Chen X, Wang G, Fan L, Wang K, Li X. (2016). Effect of Resveratrol on the Prevention of Intra-Abdominal Adhesion Formation in a Rat Model. *Cell Physiol Biochem.* 39: 33–46. doi.org/10.1159/000445603.

#### Відомості про авторів:

**Ахмедов Фархад Тофикович** – лікар-хірург Головного клінічного госпіталю Міністерства Оборони Азербайджанської Республіки. Адреса: Азербайджан, м. Баку, вул. Джейхуна Салімова, 3. <https://orcid.org/0000-0001-5241-5871>.

Стаття надійшла до редакції 08.10.2022 р., прийнята до друку 19.12.2022 р.

В.П. Притула<sup>1,2</sup>, О.О. Курташ<sup>3</sup>, С.Ф. Хуссейні<sup>1,2</sup>, П.С. Русак<sup>4</sup>

## Порівняльна характеристика результатів хірургічного лікування хвороби Гіршпрунга в дітей залежно від способу хірургічної корекції

<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>Івано-Франківський національний медичний університет, Україна

<sup>4</sup>Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):40-49; doi 10.15574/PS.2022.77.40

**For citation:** Prytula VP, Kurtash OO, Hussaini SF, Rusak PS. . Comparative characteristics of the results of surgical treatment of Hirschsprung's disease in children depending on the method of surgical correction. Paediatric Surgery (Ukraine). 4: 40-49. doi: 10.15574/PS.2022.77.40.

Для лікування хвороби Гіршпрунга (ХГ) у дітей використовують різні способи відкритої та мініінвазивної хірургічної корекції. Проте до 40,4% прооперованих пацієнтів отримують ускладнення, що потребують вторинних корегувальних або повторних радикальних втручань незалежно від методики первинної корекції.

**Мета** – порівняти результати хірургічного лікування ХГ у дітей залежно від способу хірургічної корекції.

**Матеріали та методи.** Проведено аналіз хірургічного лікування 1187 дітей з різними формами ХГ у віці від народження до 18 років за період 1980–2021 рр. Ректальну форму ХГ мали 386 (32,52%) пацієнтів, ректосигмоподібну – 598 (50,38%), субтотальну – 162 (13,65%), тотальну форму агангліозу – 41 (3,45%) пацієнт. Усіх пацієнтів прооперовано як відкритими, так і мініінвазивними радикальними методами. Вивчено ранні та віддалені ускладнення після різних способів хірургічної корекції ХГ, їхню причину та варіанти відповідної корекції.

**Результати.** У ранньому післяопераційному періоді у 51 (4,30%) із 1187 прооперованих пацієнтів діагностовано такі ускладнення, як злукова непрохідність кишечника (n=7 (0,59%)), інвагінація кишечника (n=3 (0,25%)), нагноєння післяопераційної рани в місці виведення кишкової стоми (n=5 (0,42%)), гематома міжфутлярного простору (n=3 (0,25%)), абсцес міжфутлярного простору (n=9 (0,76%)), ретракція зведеної кишки (n=2 (0,17%)), неспроможність анастомозу (n=7 (0,59%)) та стеноз анастомозу (n=15 (1,26%)). У 9 (0,76%) дітей виявлено стенозування коло-анального анастомозу, а в 6 (0,51%) пацієнтів – стенозування ілео-анального анастомозу. Віддалені післяопераційні ускладнення відмічено у 48 (4,04%) прооперованих дітей: стеноз анастомозу (n=16 (1,35%)), «парус» після операції Дюамеля (n=2 (0,17%)), залишковий агангліоз (n=23 (1,94%)), колоноптоз (n=1 (0,08%)) і злукова непрохідність кишечника (n=6 (0,51%)). Усі ускладнення своєчасно виявлені та відповідно скореговані.

**Висновки.** При лікуванні ХГ у дітей можлива поява ускладнень у ранньому та віддаленому післяопераційних періодах після використання як відкритих, так і мініінвазивних методик радикальної корекції. Операція Soave–Boley та мініінвазивні методики є найбільш безпечними способами радикальної корекції ХГ у дітей. Своєчасне виявлення та відповідна корекція ранніх або віддалених післяопераційних ускладнень сприяє поліпшенню функціональних результатів хірургічного лікування ХГ у дітей.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** хвороба Гіршпрунга, діти, хірургічне лікування, результати, ускладнення.

## Comparative characteristics of the results of surgical treatment of Hirschsprung's disease in children depending on the method of surgical correction

V.P. Prytula<sup>1,2</sup>, O.O. Kurtash<sup>3</sup>, S.F. Hussaini<sup>1,2</sup>, P.S. Rusak<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>National Children's Specialized Hospital «OKHMATDYT», Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Ivano-Frankivsk National Medical University, Ukraine

<sup>4</sup>Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv

For the Treatment of Hirschsprung's disease (HD) in children's, different methods of open and minimally invasive surgical correction are used. However, up to 40.4% of operated patients get complications that require secondary correction or repeated radical interventions, regardless of the primary method of correction.

**Purpose** – to compare the results of surgical treatment of HD in children depending on the method of surgical correction.

**Materials and methods.** An analysis of the surgical treatment of 1,187 children with various forms of HD aged from birth till 18 years old was conducted from 1980 to the end of 2021. The rectal form of HD was seen in 386 (32.52%) patients, 598 (50.38%) rectosigmoid., subtotal – 162 (13.65%) and 41 (3.45%) patients had a total form of aganglionosis. All patients were operated by either «classical» open approach or minimally invasive radical methods. Early and long-term complications after various methods of surgical correction of HD, their cause and options for appropriate correction were studied.

**Results.** In the early postoperative period, 51 (4.30%) of 1187 operated patients were diagnosed with such complications as intestinal obstruction (n=7 (0.59%)), intestinal intussusception (n=3 (0.25%)), suppuration of the postoperative wound at the place of removal of the intestinal stoma (n=5 (0.42%)), hematoma of the inter-cuff space (n=3 (0.25%)), abscess of the inter-cuff space (n=9 (0.76%)), retraction of pull through colon (n=2 (0.17%)), anastomotic leak (n=7 (0.59%)) and anastomotic stenosis (n=15 (1.26%)). In 9 (0.76%) children we noted stenosis of the colo-anal anastomosis, and in 6 (0.51%) patients – stenosis of the ileo-anal anastomosis. Long-term postoperative complications were noted in 48 (4.04%) patients: anastomotic stenosis (n=16 (1.35%)), «Duhamel pouch» (n=2 (0.17%)), residual aganglionosis (n=23 (1.94%)), colonoptosis (n=1 (0.08%)) and adhesive intestinal obstruction (n=6 (0.51%)). All complications were detected in a timely manner and corrected accordingly.

**Conclusions.** When treating HD in children, complications may occur in the early and long-term postoperative periods after using any approach open or minimally invasive methods of radical correction. The Soave–Boley operation and minimally invasive techniques are the safest methods of radical correction of HD in children. Timely detection and appropriate correction of early or long term postoperative complications improves the functional results of surgical treatment of HD in children.

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.

**Keywords:** Hirschsprung's disease, children, surgical treatment, results, complication.

## Вступ

Хвороба Гіршпрунга (ХГ), або агангліоз кишечника – складна вада розвитку, яка характеризується відсутністю нервових сплетень у м'язовому (ауербахівському) та підслизовому (мейснерівському) шарах певного відрізка стінки кишки, призводить до порушення виштовхувальної здатності цієї ділянки, до різкої дилатації та гіпертрофії вищерозташованих її відділів і до затримки відходження калу [2,5]. Така аномалія зустрічається з частотою до 1:2000 живих немовлят [10].

Агангліоз кишечника лікують лише хірургічно. Суть радикальної операції полягає в тому, що резектують агангліонарний сегмент і частину зміненої (найбільш дилатованої та гіпертрофованої) кишки та накладають коло-анальний анастомоз.

Хронологічно для лікування ХГ були запропоновані «класичні» відкриті операції – О. Swenson, В. Duhamel, F. Rehbein, F. Soave, Н. Lynn та їхні чис-

ленні модифікації [1,11,16,25]. Кожна з цих методик, які виконувались одночасно або поетапно, мала на меті ліквідувати причини і наслідки агангліозу кишечника.

Набагато складнішими є операції за необхідності субтотальної резекції ободової кишки при ХГ, коли залишається менше половини, а інколи – і надто короткий (мінімальний) сегмент ободової кишки [9,21].

Ще складнішою є тотальна колектомія в хірургічному лікуванні агангліозу кишечника в дітей, що потребує виконання складних реконструктивно-пластичних операцій з формуванням різних варіантів функціонально вигідного резервуару.

Сучасні тенденції в хірургічному лікуванні ХГ спрямовані на мініінвазивні втручання, запропоновані К.Е. Georgeson та De La Torre [16]. До арсеналу мініінвазивного хірургічного лікування належать різні варіанти: лапароскопічна асистенція при класичній методиці Duhamel; класична методика



## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

**Таблиця 1**

Розподіл пацієнтів за віком та анатомічними формами агангліозу

Анатомічна форма агангліозу	Вік пацієнтів					
	до 6 міс.	від 6 до 12 міс.	від 1 до 3 років	від 3 до 7 років	від 7 років	разом
Ректальна	39 3,29%	61 5,14%	74 6,23%	95 8,00%	117 9,86%	386 32,52%
Ректосигмоподібна	98 8,26%	94 7,92%	187 15,75%	143 12,05%	76 6,40%	598 50,38%
Субтотальна	102 8,59%	48 4,04%	7 0,60%	2 0,17%	3 0,25%	162 13,65%
Тотальна	41 3,45%	–	–	–	–	41 3,45%
Усього	280 23,59%	203 17,10%	268 22,58%	240 20,22%	196 16,51%	1187 100%

Transanal Endorectal Pull-Through (TEPT) без лапароскопічної асистенції; TEPT із лапароскопічною асистенцією; TEPT із виділенням ураженої прямої кишки за принципом, аналогічним методиці Swenson; TEPT із демукозацією ураженої прямої кишки за принципом, аналогічним методиці Soave, тощо [11,23,26,28]. Проте в разі застосування сучасних мініінвазивних методів хірургічного лікування ХГ можливі до 3,5% ранніх і 36,8% віддалених хірургічних ускладнень [3,8,13].

У цілому пізні хірургічні ускладнення після корекції ХГ спостерігаються у 40,4% пацієнтів. Серед них найчастіше виникає стеноз коло-анального анастомозу (44,7%), нориця товстої кишки (15,8%), закріп (15,8%), рецидив агангліозу (10,5%), недостатність анального сфінктера (10,5%). У 57,9% випадків необхідна повторна хірургічна корекція таких ускладнень [4,15,18,29].

Оцінюючи технічні інтраопераційні особливості кожного варіанта, результати ранніх і віддалених результатів, науковці з різних клінік долучилися до обговорення відкритих та мініінвазивних методик із наголошенням на позитивних і проблемних питаннях різних напрямів хірургічного лікування ХГ залежно від віку та протяжності агангліозу [9,17,24].

Усе це диктує необхідність удосконалення існуючих і пошуку нових методів хірургічного лікування ХГ.

**Мета** дослідження – порівняти результати хірургічного лікування ХГ у дітей залежно від способу хірургічної корекції.

### Матеріали та методи дослідження

Проведено аналіз хірургічного лікування 1187 дітей з різними формами ХГ у віці від народження до 18 років (табл. 1). Усіх пацієнтів обстежено та про-

оперовано в клініці хірургії дитячого віку Національного медичного університету імені О.О. Богомольця на базі Національної дитячої спеціалізованої лікарні «ОХМАТДИТ» за період 1980–2021 рр. (n=1097) та в клініці хірургії дитячого віку Івано-Франківського національного медичного університету на базі Івано-Франківської обласної дитячої клінічної лікарні за період 1993–2021 рр. (n=90).

Для встановлення діагнозу та оцінювання результатів лікування під час післяопераційного моніторингу застосовано результати загальноклінічних і спеціальних (іригографія, аноманометрія, морфологічних) методів дослідження. Вивчено ранні та віддалені ускладнення після різних способів хірургічної корекції ХГ, їхню причину та варіанти відповідної корекції.

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

У віці від народження до 6 місяців діагноз ХГ встановили у 280 (23,59%) пацієнтів, від 6 до 12 місяців – у 203 (17,10%), від 1 до 3 років – у 268 (22,58%), від 3 до 7 років – у 240 (20,22%), від 7 років – у 196 (16,51%) дітей.

Ректальну форму ХГ мали 386 (32,52%) пацієнтів, ректосигмоподібну – 598 (50,38%), субтотальну – 162 (13,65%), тотальну форму агангліозу – 41 (3,45%) пацієнт.

Залежно від характеру клінічних проявів ХГ виділили три клінічні форми – гостру, підгостру та хронічну (табл. 2). Протягом першого місяця життя

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

**Таблиця 2**

Характеристика клінічного перебігу хвороби Гіршпрунга за анатомічними формами агангліозу

Анатомічна форма агангліозу	Клінічна форма перебігу			
	гостра	підгостра	хронічна	разом
Ректальна	77 6,49%	126 10,62%	183 15,41%	386 32,52%
Ректосигмоподібна	89 7,49%	141 11,88%	368 31,01%	598 50,38%
Субтотальна	162 13,65%	–	–	162 13,65%
Тотальна	41 3,45%	–	–	41 3,45%
Усього	369 31,08%	267 22,50%	551 46,42%	1187 100%

**Таблиця 3**

Частота ускладнень при різних анатомічних формах агангліозу

Анатомічна форма агангліозу	Кількість пацієнтів	Ускладнення					
		ЕК	анемія	гіпотрофія (ступінь)			
				1	2	3	разом
Ректальна	386 32,52%	111 9,36%	39 3,29%	36 3,03%	38 3,20%	9 0,76%	83 6,99%
Ректосигмоподібна	598 50,38%	303 25,53%	104 8,76%	24 2,02%	87 7,33%	23 1,94%	134 11,29%
Субтотальна	162 13,65%	162 13,65%	162 13,65%	21 1,77%	114 9,60%	16 1,35%	151 12,72%
Тотальна	41 3,45%	41 3,45%	41 3,45%	23 1,94%	18 1,51%	–	41 3,45%
Усього	1187 100%	617 51,99%	346 29,15%	104 8,76%	257 21,65%	48 4,05%	409 34,46%

ознаки гострої форми ХГ проявилися у 369 (31,08%) пацієнтів. У 267 (22,50%) дітей розвилася клінічна картина підгострої форми агангліозу і припала на період від 1 до 6 місяців життя. Симптоми хронічної форми ХГ проявилися після 6-місячного віку у решти 551 (46,42%) пацієнтів. Чим більшою була протяжність агангліозу, тим швидше з'являлася симптоматика цієї хвороби.

У зв'язку з тим, що діти протягом тривалого часу лікувались в інших лікувальних закладах із приводу підозри на каловий завал, целиацію, ферментопатію, дисбактеріоз кишечника тощо, до нашого закладу вони надійшли з тяжкими ускладненнями, серед яких найчастішими були: анемія – у 346 (29,15%) дітей, ентероколіт (ЕК) – у 617 (51,99%), гіпотрофія – у 409 (34,46%) дітей (табл. 3). Ці ускладнення частіше корелювали з довжиною зони агангліозу. Такі ускладнення, як ЕК і анемія, були в усіх випадках із довгими формами (субтотальна і тотальна) агангліозу. Помітно, що клінічна картина ЕК частіше проявлялася без виражених ознак анемії та гіпотрофії.

У 182 (15,33%) пацієнтів відмічалися супутні вади розвитку, які також ускладнювали перебіг ХГ. У 36 із цих 182 дітей було по дві супутні аномалії. Найчастіше траплялися вади розвитку шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної та сечовидільної систем. Дванадцять (1,01%) дітей народилися недоношеними.

Усіх пацієнтів прооперували як «класичними» відкритими, так і мініінвазивними радикальними методами. За методикою Swenson прооперували 14 дітей, за методикою Duhamel – 29, за методикою Rehbein – 7, за методикою Soave – 59, за модифікованою нами методикою Soave–Boley – 722. Окрему групу становили 53 пацієнти, яким виконали реконструктивно-пластичні операції при тотальній колектомії. Операцію Lynn виконали 42 дітям з ультракороткою формою ХГ.

Крім того, прооперували 209 дітей з ХГ, використовуючи мініінвазивну техніку: за методикою ТЕРТ – 144 пацієнти, методом лапароскопічно-асистованого ТЕРТ – 65 дітей.

Усім пацієнтам провели хірургічне лікування ХГ з урахуванням локалізації та протяжності агангліозу.

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

**Таблиця 4**

Ускладнення в ранньому післяопераційному періоді залежно від методики первинної операції

Методика первинної операції	Кількість прооперованих	Ускладнення в ранньому післяопераційному періоді		
		характер ускладнень	спосіб корекції	разом
Swenson	14	нагноєння післяопераційної рани (n=1)	консервативно (n=1)	1 (7,14%)
Duhamel	29	неспроможність анастомозу (n=1)	колостомія (n=1)	3 (10,34%)
		стеноз анастомозу (n=2)	бужування (n=2)	
Rehbein	7	нагноєння післяопераційної рани (n=1)	консервативно (n=1)	1 (14,29%)
Soave	59	злукова непрохідність кишечника (n=1)	вісцероліз (n=1)	13 (22,03%)
		стеноз анастомозу (n=5)	бужування (n=5)	
		абсцес міжфутлярного простору (n=2)	консервативно (n=2)	
		ретракція зведеної кишки (n=2)	бужування (n=2)	
		неспроможність анастомозу (n=2)	колостомія (n=2)	
		нагноєння післяопераційної рани (n=1)	консервативно (n=1)	
Lynn	42	–	–	–
Soave-Boley (ручним способом)	649	гематома міжфутлярного простору (n=2)	консервативно (n=2)	17 (2,62%)
		абсцес міжфутлярного простору (n=7)	колостомія (n=7)	
		неспроможність анастомозу (n=2)	колостомія (n=2)	
		злукова непрохідність кишечника (n=3)	вісцероліз (n=3)	
		інвагінація кишечника (n=1)	релапаротомія дез-інвагінація (n=1)	
		нагноєння післяопераційної рани (n=2)	консервативно (n=2)	
Soave-Boley (степлерним анастомозом)	125	гематома міжфутлярного простору (n=1)	консервативно (n=1)	4 (3,20%)
		злукова непрохідність кишечника (n=1)	вісцероліз (n=1)	
		інвагінація кишечника (n=2)	релапаротомія дез-інвагінація (n=2)	
Реконструктивно-пластичні операції при тотальній колектомії	53	злукова непрохідність кишечника (n=2)	вісцероліз (n=2)	8 (15,09%)
		стеноз ілео-анального анастомозу (n=6)	бужування (n=6)	
TEPT	144	стеноз анастомозу (n=2)	бужування (n=2)	2 (1,39%)
TEPT із лапароскопічною асистенцією	65	неспроможність анастомозу (n=2)	колостомія (n=1)	2
			консервативно (n=1)	3 (3,08%)
Усього	1187			51 (4,30%)

Операція Swenson передбачала мобілізацію дистального відділу товстої кишки з повношаровим виділенням прямої кишки до рівня внутрішнього анального сфінктера, резекцію частини розширеної кишки з агангліонарною зоною і, після зведення мобілізованої кишки через евагіновану розсічену пряму кишку, накладали первинний анастомоз між зведеною кишкою та куксою прямої кишки одним рядним швом.

При класичній методиці Duhamel, після мобілізації ділянки кишки, що підлягала резекції та зведенню, ізолювали («заглушували») пряму кишку, по задній стінці прямої кишки формували ретро-

ректальний канал, розсікали задню півкруглість анального отвору по лінії шкірно-слизового переходу, через сформований канал зводили ободову кишку та створювали безшовний спонтанний анастомоз «кінцев-у-бік», накладаючи кишкові затискачі між зведеною ободовою кишкою та задньою стінкою прямої кишки – перший етап. Другий етап передбачав зняття кишкових затискачів через 2 тижні та кінцеве формування коло-анального аутоанастомозу.

Операція Rehbein полягала в інтраабдомінальній резекції агангліонарної зони, але анастомоз наклали нижче перехідної складки очеревини, викрою-



ючи трикутний клапот із проксимального відділу кишки для адаптації діаметрів кишки по лінії передбачуваного співв'язу.

Методика Soave полягала в ендоректальному зведенні мобілізованої ободової кишки через серозно-м'язову ректальну манжету, створену після відділення слизового шару прямої кишки, з наступним формуванням спонтанного коло-анального анастомозу. Зведена ободова кишка залишалася відкритою (незшитою) із серозно-м'язовим футляром прямої кишки, до формування спонтанного аутоанастомозу – перший етап. Наступним етапом ця методика передбачала відсічення залишеного відрізка зведеної кишки нижче сформованого спонтанного коло-анального анастомозу через 15–20 діб аутоанастомозування.

Модифікована нами методика Soave–Boley передбачала ендоректальне зшивання нормогангліонарної ободової кишки безпосередньо до евагінованої слизової оболонки прямої кишки – одноетапне формування первинного коло-анального анастомозу. Перший варіант цієї модифікації полягав у формуванні первинного коло-анального анастомозу ручним (лігатурним) способом, а другий варіант – у формуванні первинного коло-анального анастомозу механічним (степлерним) способом.

Реконструктивно-пластичні операції при тотальній колектомії передбачали тотальну колектомію з формуванням функціонально-вигідного кишкового резервуару при відновленні прохідності травного тракту.

Під час операції Lynn виконували парціальне відсічення задньої порції сегмента зовнішнього анального сфінктера.

Операція ТЕРТ полягала в демукозації прямої кишки в оральному напрямку (на 1,0–1,5 см вище зубчастої лінії до перехідної складки очеревини), мобілізації, трансанальному зведенні, резекції ураженої ділянки товстої кишки та формуванні первинного коло-анального анастомозу.

Лапароскопічно-асистований ТЕРТ спершу передбачав лапароскопічну ревізію та мобілізацію до необхідного рівня резекції товстої кишки, після чого виконували трансанальну демукозацію прямої кишки, зведення та резекцію мобілізованої кишки з накладанням первинного коло-анального анастомозу.

Усі прооперовані пацієнти перебували під динамічним спостереженням, що дало змогу нам проводити моніторинг і контролювати перебіг раннього та віддаленого післяопераційних періодів. Летальних випадків не було.

Відновлення перистальтики в прооперованих пацієнтів залежно від віку та обсягу виконаного втру-

чання спостерігали через 1–3 доби післяопераційного періоду, першу дефекацію – після 2–5-ї доби.

У ранньому післяопераційному періоді у 51 (4,30%) із 1187 прооперованих пацієнтів спостерігали такі ускладнення, як злукову непрохідність кишечника ( $n=7$  (0,59%)), інвагінацію кишечника ( $n=3$  (0,25%)), нагноєння післяопераційної рани в місці виведення кишкової стоми ( $n=5$  (0,42%)), гематому міжфутлярного простору ( $n=3$  (0,25%)), абсцес міжфутлярного простору ( $n=9$  (0,76%)), ретракцію зведеної кишки ( $n=2$  (0,17%)), неспроможність анастомозу ( $n=7$  (0,59%)), стеноз анастомозу ( $n=15$  (1,26%)). У 9 (0,76%) дітей відмічали стенозування коло-анального анастомозу, а в 6 (0,51%) пацієнтів – стенозування ілео-анального анастомозу (табл. 4).

Злукову непрохідність кишечника ліквідували вісцеролізом ( $n=7$  (0,59%)), інвагінацію кишечника – релапаротомією з дезінвагінацією ( $n=3$  (0,25%)). Ретракцію зведеної кишки та стеноз анастомозу ліквідували бужуванням в усіх випадках ( $n=17$  (1,43%)).

При абсцесі міжфутлярного простору 7 (0,59%) та неспроможності коло-анального анастомозу 6 (0,51%) необхідне було накладання правобічної захисної кишкової стоми з наступним консервативним лікуванням абсцесу або неспроможності коло-анального анастомозу. Закривали кишкову стому та відновлювали прохідність кишкового тракту через 2–4 місяці за умови повного загоювання цих ускладнень, за відсутності вираженого стенозу анастомозу.

У 2 (0,17%) інших пацієнтів з абсцесом міжфутлярного простору та в 1 (0,08%) – при неспроможності коло-анального анастомозу ефективним було консервативне лікування.

В усіх випадках консервативно пролікували нагноєння післяопераційної рани ( $n=5$  (0,42%)) та гематому міжфутлярного простору ( $n=3$  (0,25%)).

Віддалені післяопераційні ускладнення відмічали у 48 (4,04%) із 1187 прооперованих нами дітей різних вікових груп з ХГ з урахуванням локалізації та протяжності агангліозу (табл. 5). Такими ускладненнями були: стеноз анастомозу ( $n=16$  (1,35%)), «парус» після операції Дюамеля ( $n=2$  (0,17%)), залишковий агангліоз ( $n=23$  (1,94%)), колоноптоз ( $n=1$  (0,08%)) і злукова непрохідність кишечника ( $n=6$  (0,51%)).

Стеноз коло-анального анастомозу корегували бужуванням у 14 (1,18%) дітей. Повторну операцію Soave–Boley з коло-анальним анастомозом ручним способом виконали ще 2 (0,17%) пацієнтам для ліквідації більш протяжного стенозу анастомозу. При

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

Таблиця 5

Ускладнення у віддаленому післяопераційному періоді залежно від методики первинної операції

Методика первинної операції	Кількість прооперованих	Ускладнення у віддаленому післяопераційному періоді		
		характер ускладнень	спосіб корекції	разом
Swenson	14	стеноз анастомозу (n=1)	бужування (n=1)	1 (7,14%)
Duhamel	29	«парус» (n=2)	висічення «парусу» з боку промежини (n=2)	3 (10,34%)
		залишковий агангліоз (n=1)	Lynn (n=1)	
Rehbein	7	залишковий агангліоз (n=1)	Lynn (n=1)	1 (14,29%)
Soave	59	стеноз анастомозу (n=6)	бужування (n=6)	12 (20,34%)
		залишковий агангліоз (n=6)	Lynn (n=6)	
Lynn	42	залишковий агангліоз (n=5)	Lynn (n=4)	5 (11,90%)
			Soave–Boley (ручним способом) (n=1)	
Soave–Boley (ручним способом)	649	залишковий агангліоз (n=9)	Lynn (n=9)	16 (2,47%)
		стеноз анастомозу (n=4)	бужування (n=3)	
			Soave–Boley (ручним способом) (n=1)	
		колоноптоз (n=1)	повторна операція (n=1)	
Soave–Boley (степлерним анастомозом)	125	залишковий агангліоз (n=1)	Lynn (n=1)	1 (0,80%)
Реконструктивно-пластичні операції при тотальній колектомії	53	стеноз анастомозу (n=1)	Soave–Boley (ручним способом) (n=1)	5 (9,43%)
		злукова непрохідність кишечника (n=4)	вісцероліз (n=4)	
ТЕРТ	144	стеноз анастомозу (n=4)	бужування (n=4)	4 (2,78%)
ТЕРТ із лапароскопічною асистенцією	65	–	–	–
Усього	1187			48 (4,04%)

колоноптозі, який був причиною рецидиву закріпив та появи болю в животі, виконали релапаротомію з резекцією поперечноободової кишки (n=1 (0,08%)). Залишковий агангліоз у віддаленому періоді скорегували сфінктеромієктомією за Lynn (n=22 (1,85%)) і повторною операцією Soave–Boley (ручним способом) (n=1 (0,08%)). Залишений «парус» (нерезектована спільна стінка під час формування безшовного спонтанного анастомозу «кінець-у-бік» при накладанні кишкових затискачів між зведеною ободовою кишкою та задньою стінкою прямої кишки) після операції Duhamel (n=2 (0,17%)), який був причиною рецидиву тривалої затримки відходження калу та болю в анальній ділянці, в усіх випадках скорегували висіченням «парусу» з боку промежини. Релапа-

ротомію та вісцероліз у віддаленому періоді виконали при злуковій непрохідності кишечника у 6 (0,51%) пацієнтів.

Усі ускладнення в ранньому та віддаленому післяопераційному періоді були своєчасно виявлені та відповідно скореговані. Саме такий підхід сприяє поліпшенню функціональних результатів хірургічного лікування ХГ у дітей. Проліковані нами діти залишилися живими, перебувають під динамічним спостереженням і проходять реабілітаційне лікування.

Отже, кожна з проведених методик радикальної корекції ХГ відрізняється способом і травматичністю мобілізації ураженої ділянки товстої кишки, принципом зведення та формування коло-аналь-

ного анастомозу. Тому, як результат, оцінюючи рани та віддалені післяопераційні ускладнення, слід зазначити, що операція Soave–Boley (з колоанальним анастомозом ручним або степлерним способом) і мініінвазивні операції (ТЕРТ із лапароскопічною або без лапароскопічної асистенції) є найбільш безпечними в технічному плані.

Найпоширенішими способами хірургічного лікування ХГ на сьогодні є мініінвазивні (ТЕРТ із лапароскопічною або без лапароскопічної асистенції) та модифіковані методики відкритих втручань (Soave, Duhamel, Swenson). Інші методики використовуються рідше [2,7].

Незважаючи на те, що ці операції вважаються такими, які дають добрі результати, різні автори повідомляють про післяопераційні ускладнення в деяких пацієнтів і про необхідність вторинних корегувальних операцій або повторних радикальних втручань у лікуванні серйозних ускладнень незалежно від методики первинної корекції [6,12]. Такі ускладнення в ранньому та віддаленому періодах після первинних операцій суттєво впливають на функціональні результати та на якість життя дітей із ХГ. Тому прогнозування та раннє виявлення ускладнень є важливим у команді спеціалістів, які займаються хірургічною корекцією ХГ у дітей.

Частота вторинних корегувальних операцій або повторних радикальних втручань у дітей після первинної радикальної корекції ХГ в літературі недостатньо висвітлена. За даними різних дитячих хірургічних центрів, частота ускладнень, які слід повторно хірургічно ліквідувати, коливається в межах 1,1–11,0% [14,22,30].

Типовими ускладненнями в ранньому післяопераційному періоді після корекції ХГ у дітей є злукова непрохідність кишечника, інвагінація кишечника, гематома міжфутлярного простору, абсцес міжфутлярного простору, ретракція зведеної кишки, неспроможність і стеноз анастомозу [8, 10, 19, 20, 22]. Віддалені ускладнення після корекції ХГ відомі як такі, що стають причиною обструктивного синдрому: стеноз анастомозу, «парус» після операції Дюамеля, залишковий агангліоз, колоноптоз і злукова непрохідність кишечника [20,23,27].

Певні ускладнення піддаються консервативному веденню, а за наявності інших слід використовувати хірургічну тактику. Проте запущене консервативне ведення ранніх та віддалених ускладнень в обов'язковому порядку призводить до грубих змін в аноректальній ділянці, що мають ліквідуватися хірургічно, і частіше за все – повторною радикальною операцією. Досвід лікування таких пацієнтів і

думка, висвітлена в літературних джерелах, зводяться до того, що ускладнення раннього та віддаленого післяопераційних періодів у дітей з ХГ мають бути своєчасно виявлені, вони не повинні тривало лікуватися консервативно та мають відповідно бути скооровані хірургічно.

У ранньому післяопераційному періоді ускладнення небезпечні тим, що вони можуть різко погіршити загальний стан, спричинити непрохідність, перитоніт, септичний стан, аж до летальних випадків. Некореговані локальні зміни в аноректальній ділянці приводять до рубцювання в анальному каналі, у ділянці коло-анального анастомозу тощо.

Так, при злуковій непрохідності кишечника необхідний вісцероліз, а при інвагінації кишечника – релаксатомія з дезінвагінацією. Ретракція зведеної кишки та стеноз анастомозу раннього післяопераційного періоду піддаються бужуванню в усіх випадках.

При абсцесі міжфутлярного простору та неспроможності коло-анального анастомозу необхідне накладання правобічної захисної кишкової стоми з наступним консервативним лікуванням цих ускладнень. Відновлення прохідності кишкового тракту доцільне через 2–4 місяці за умови повного загоєння цих ускладнень, у разі відсутності вираженого стенозу анастомозу.

В окремих випадках при абсцесі міжфутлярного простору та при неспроможності коло-анального анастомозу може бути ефективним консервативне лікування. Проте при такій тактиці необхідний ретельний моніторинг, коли ми переконливо бачимо позитивну динаміку. У разі негативної динаміки або за відсутності позитивного ефекту слід виводити захисну кишкову стому.

Вчасно виявлена гематома міжфутлярного простору (до її нагноєння) успішно піддається консервативній терапії, але цей процес також потребує ретельного динамічного моніторингу.

У віддаленому періоді тактика ліквідації ускладнень більш радикальна. Лише помірно виражені стенози коло-анального анастомозу піддаються бужуванню. В інших випадках необхідні хірургічні втручання.

Для ліквідації більш протяжних ділянок при стенозі анастомозу та при залишковому агангліозі необхідна повторна операція Soave–Boley з колоанальним анастомозом ручним способом. Сфінктероміектомія за Lunn допомагає при короткому сегменті залишкового агангліозу.

Залишений «парус» після операції Duhamel (коли залишається нерезектована спільна стінка між зве-



## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

деною ободовою кишкою та задньою стінкою прямої кишки під час накладання кишкових затискачів при неефективному формуванні безшовного спонтанного анастомозу «кінець-у-бік» за цією методикою), який є причиною рецидиву тривалої затримки відходження калу та болю в анальній ділянці, необхідне висічення «парусу» з боку промежини. При колоноптозі, який є причиною порушення пасажу по кишечнику з вираженим больовим синдромом, слід виконувати резекцію поперечноободової кишки.

У цілому більшості післяопераційних ускладнень раннього та віддаленого періодів, про які йдеться, певним чином можна запобігти шляхом ретельної патологоанатомічної оцінки та дотримання всіх елементів первинної радикальної методики. Хірург повинен зрозуміти причину ускладнення та спланувати первинну радикальну операцію з метою зменшення кожного ускладнення. Нарешті, коли повторна операція вважається необхідною для прооперованої дитини, слід визначити доцільність відповідного підходу, який найбільше рекомендований і ефективний для кожного пацієнта.

### Висновки

При лікуванні ХГ у дітей можлива поява ускладнень у ранньому та віддаленому післяопераційних періодах після використання як відкритих, так і мініінвазивних методик радикальної корекції.

Операція Soave–Boley та мініінвазивні методики є найбільш безпечними способами радикальної корекції ХГ у дітей.

Своєчасне виявлення та відповідна корекція ранніх або віддалених післяопераційних ускладнень сприяє поліпшенню функціональних результатів хірургічного лікування ХГ у дітей.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

### References/Література

- Allin BSR, Bradnock T, Kenny S, Kurinczuk JJ, Walker G, Knight M. (2017). NETS1HD study: development of a Hirschsprung's disease core outcome set. *Arch Dis Child*. 102: 1143–1151.
- Avansino JR, Levitt MA. (2017). Hirschsprung disease. In *Fundamentals of pediatric surgery*, 2, Mattei P. et al (eds.). – Springer International Publishing, Cham.: 513–524.
- Björnland K, Pakarinen MP, Stenström P, Stensrud KJ, Neuvonen M, Granström AL et al. (2017). A Nordic multicenter survey of long-term bowel function after transanal endorectal pull-through in 200 patients with rectosigmoid Hirschsprung disease. *J. Pediatr. Surg*. 52: 1458–1464.
- Byström C, Östlund S, Hoff N, Wester T, Granström AL. (2020). Evaluation of bowel function, urinary tract function, and quality of life after transanal endorectal pull-through surgery for Hirschsprung's Disease. *Eur J Pediatr Surg*. 31 (1): 40–48.
- Chhabra S, Kenny SE. (2016). Hirschsprung's disease. *Surgery (Oxford)*. 34 (12): 628–632.
- Chun-Hui P, Ya-Jun C, Wen-Bo P, Ting-Chong Zh et al. (2018). STROBE-anastomotic leakage after pull-through procedure for Hirschsprung disease. *Medicine*. 97; 46 (e13140): 1–5.
- Das Neves Romanelli MT, Ribeiro AF, Bustorff-Silva JM, de Carvalho RB, Lomazi EA. (2016). Hirschsprung's disease - Postsurgical intestinal dysmotility. *Rev Paul Pediatr*. 34 (3): 388–392.
- Davidson JR, Kyrklund K, Eaton S, Blackburn SC, De Coppi P, Curry J. (2021). Long-term surgical and patient-reported outcomes of Hirschsprung Disease. *J. Pediatr. Surg*. 13: 1502–1511.
- Dingemans A, van der Steeg H, Rassouli-Kirchmeier R, Linssen MW, van Rooij I, de Blaauw I. (2017). Redo pull-through surgery in Hirschsprung's disease: short-term clinical outcome. *J. Pediatr. Surg*. 52: 1446–1450.
- Ergashev BB, Khamroev UA. (2021). Features of clinic, diagnosis and tactics of surgical treatment of Hirschsprung's disease in infants. *Paediatric Surgery. Ukraine*. 1 (70): 32–37. [Эргашев ББ, Хамроев УА. (2021). Особенности диагностики и тактики хирургического лечения болезни Гиршпрунга у грудных детей. *Хірургія дитячого віку*. 1 (70): 32–37].
- Fang Y, Bai J, Zhang B, Wu D, Lin Y, Liu M. (2020). Laparoscopic Soave procedure for long-segment Hirschsprung's disease single-center experience. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 15: 234–238.
- Gupta DK, Khanna K, Sharma S. (2019). Experience with the redo pull-through for Hirschsprung's disease. *Indian Assoc Pediatr Surg*. 24: 45–51.
- Jiang M, Li CL, Cao GQ, Tang ST. (2019). Laparoscopic redo pull-through for Hirschsprung disease due to innervation disorders. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 29: 424–429.
- Jiao C, Yu D, Li D, Wang G, Feng J. (2018). A long-term follow-up of a new surgery method: laparoscope-assisted heart-shaped anastomosis for Hirschsprung's disease. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 28: 471–475.
- Kapur RP, Smith C, Ambartsumyan L. (2020). Postoperative pullthrough obstruction in Hirschsprung disease: etiologies and diagnosis. *Pediatr Dev Pathol*. 23: 40–59.
- Langer JC, Rollins MD, Levitt M, Gosain A, Torre L, Kapur RP et al. (2017). American Pediatric Surgical Association Hirschsprung Disease Interest Group. Guidelines for the management of postoperative obstructive symptoms in children with Hirschsprung disease. *Pediatr. Surg. Int*. 33: 523–526.
- Meinds RJ, van der Steeg AFW, Sloots CEJ, Witvliet MJ, de Blaauw I, van Gemert WG et al. (2019). Long-term functional outcomes and quality of life in patients with Hirschsprung's disease. *Br J Surg*. 106: 499–507.
- Neuvonen M, Kyrklund K, Taskinen S, Koivusalo A, Rintala RJ, Pakarinen MP. (2017). Lower urinary tract symptoms and sexual functions after endorectal pull-through for Hirschsprung disease: controlled long-term outcomes. *J Pediatr Surg*. 52: 1296–1301.
- Neuvonen MI, Kyrklund K, Rintala RJ, Pakarinen MP. (2017). Bowel function and quality of life after transanal endorectal pull-through for Hirschsprung disease: controlled outcomes up to adulthood. *Ann Surg*. 265 (3): 622–629.
- Onishi S, Nakame K, Yamada K, Yamada W, Kawano T, Mukai M, Kaji T, Ieiri S. (2016). Long-term outcome of bowel function for 110 consecutive cases of Hirschsprung's disease: comparison of the abdominal approach with transanal approach more than 30 years in a single institution – is the transanal approach truly beneficial for bowel function? *J. Pediatr. Surg*. 51: 2010–2014.
- Prytula VP, Silchenko MI, Kurtash OO, Hussaini SF. (2020). Reconstruction of intestinal tract after total colectomy in children with agangliosis. *Paediatric Surgery. Ukraine*. 1 (66): 51–57. [Прутула ВП, Сільченко МІ, Курташ ОО, Хуссейні СФ. (2020). Реконструкція кишкового тракту після тотальної колектомії у дітей з агангліозом. *Хірургія дитячого віку*. 1 (66): 51–57].

22. Ralls MW, Coran AG, Teitelbaum DH. (2017). Redo pullthrough for Hirschsprung disease. *Pediatr. Surg. Int.* 33: 455–460.
23. Scholfield DW, Ram AD. (2016). Laparoscopic Duhamel procedure for Hirschsprung's disease: systematic review and meta analysis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 26: 53–61.
24. Sun S, Chen G, Zheng S, Dong K, Xiao X. (2017). Usefulness of posterior sagittal anorectoplasty for redo pull-through in complicated and recurrent Hirschsprung disease: experience with a single surgical group. *J. Pediatr. Surg.* 52: 458–462.
25. Tannuri AC, Ferreira MA, Mathias AL, Tannuri U. (2017). Long-term results of the Duhamel technique are superior to those of the transanal pullthrough: a study of fecal continence and quality of life. *J Pediatr Surg.* 52: 449–453.
26. Tomuschat C, Zimmer J, Puri P. (2016). Laparoscopic-assisted pull-through operation for Hirschsprung's disease: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Surg Int.* 32: 751–757.
27. Tran VQ, Mahler T, Dassonville M, Truong DQ, Robert A, Go-yens P, Steyaert H. (2018). Long-Term Outcomes and Quality of Life in Patients after Soave Pull-Through Operation for Hirschsprung's Disease: An Observational Retrospective Study. *Eur. J. Pediatr. Surg.* 28 (5): 445–454.
28. Urushihara N. (2019). Laparoscopic Modified Duhamel Procedure. In *Hirschsprung's Disease and the Allied Disorders. Status Quo and Future Prospects of Treatment.* Taguchi T, Matsufuji H, Ieiri S (eds.). Springer Nature Singapore. Pte Ltd.: 119–125.
29. Yasui Y, Nishida S, Shironomae T, Satomi M, Kuwahara T, Koh-no M. (2017). Surgical approach for fecal incontinence with a patulous anus after transanal pull-through for Hirschsprung disease. *J. Pediatr. Surg.* 52: 1070–1075.
30. Zimmer J, Tomuschat C, Puri P. (2016). Long-term results of transanal pullthrough for Hirschsprung's disease: a meta-analysis. *Pediatr. Surg. Int.* 32: 743–749.

#### Відомості про авторів:

**Притула Василь Петрович** – д.мед.н., проф. каф. дитячої хірургії НМУ імені О.О. Богомольця. Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0001-9023-5898>.

**Курташ Олег Олегович** – к.мед.н., доц., доц. каф. дитячої хірургії Івано-Франківського НМУ. Адреса: м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 2. <https://orcid.org/0000-0003-0675-6952>.

**Хуссейні Саед Файзула** – к.мед.н., асистент каф. дитячої хірургії НМУ імені О.О. Богомольця. Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0001-6801-3092>.

**Русак Петро Степанович** – д.мед.н., проф. каф. дитячої хірургії НУОЗ України імені П.Л. Шупика, зав. хірургічного відділення № 1 КНП «Житомирська обласна дитяча клінічна лікарня» Житомирської обласної ради. Адреса: Житомирський район, с. Станишівка, Сквирське шосе, 6. <https://orcid.org/0000-0002-1267-0816>.

Стаття надійшла до редакції 01.10.2022 р., прийнята до друку 20.12.2022 р.

Е. Ф. Чайківська<sup>1,2</sup>, Л. Ю. Гиза<sup>1,2</sup>, А. А. Переяслов<sup>1</sup>

## Лікування дітей з перекрутом придатків матки

<sup>1</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

<sup>2</sup>КНП ЛОР Львівська обласна дитяча клінічна лікарня «ОХМАТДИТ», Україна

Paediatric Surgery(Ukraine). 2022.4(77):50-55; doi 10.15574/PS.2022.77.50

**For citation:** Chaikivska EF, Hyzha LY, Pereyaslov AA. (2022). Treatment of children with adnexal torsion. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 50-55. doi: 10.15574/PS.2022.77.50.

Відсутність специфічних симптомів перекруту придатків матки утруднює діагностику, а це може зумовлювати відтермінування хірургічного втручання і, як наслідок, – зростання ризику розвитку некротичних змін у придатках матки. На сьогодні хірургічна тактика лікування пацієнтів із цією патологією передбачає проведення деторсії, проте питання вибору методу лікування при перекруті придатків матки залишається предметом дискусій між дитячими хірургами та гінекологами.

**Мета** – узагальнити власний досвід лікування дівчат із перекрутом придатків матки.

**Матеріали та методи.** Роботу побудовано на результатах лікування 73 пацієток, яких оперували упродовж 2010–2021 рр. Діагноз встановлено на основі об'єктивного обстеження та даних ультрасонографії (УСГ). Проведено 74 хірургічні втручання (одну пацієнтку прооперовано двічі), зокрема 57 (77%) лапароскопічних і 17 (23%) лапаротомних. Виконано 49 (66,2%) органозберігаючих операцій і 25 (33,8%) аднексектомій.

Статистичне опрацювання результатів дослідження здійснено з використанням програми «StatPlus: mac, AnalystSoft Inc.» (version v8).

**Результати.** Середній вік пацієток становив  $11,5 \pm 0,5$  року. Больовий синдром (100%) і блювання (49,3%) були основними клінічними проявами. Основними УСГ-ознаками були одностороннє збільшення яєчника та периферичне зміщення фолікулів. Відсутність кровоплину у збільшеному яєчнику виявили у 39,5%, а симптом «виру» – в 11,6% пацієток. Серед пацієток простий перекрут відмітили у 24,3%, тоді як перекрут, зумовлений наявністю кісти або дермоїдної пухлини, – у 75,7% пацієток. Тільки деторсію виконали у 24,3% пацієток, а у 42,5% дітей її доповнили цистектомією. Аднексектомію провели у 32,2% пацієток.

**Висновки.** Про діагноз перекруту придатків матки слід пам'ятати у всіх пацієток, яких госпіталізують із синдромом гострого абдомінального болю. УСГ з або без доплерографії є першочерговим методом інструментальної діагностики. Лапароскопічна деторсія, проста або доповнена цистектомією, є основним методом хірургічного лікування пацієток із перекрутом придатків матки.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** діти, перекрут придатків матки, хірургічне лікування, лапароскопія, реторсія.

### Treatment of children with adnexal torsion

E. F. Chaikivska<sup>1,2</sup>, L. Y. Hyzha<sup>1,2</sup>, A. A. Pereyaslov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Danylo Halytsky Lviv national medical university, Ukraine

<sup>2</sup>CNE of Lviv Regional Council Lviv Regional Children's Clinical Hospital «OHMATDYT», Ukraine

The diagnosis of adnexal torsion is challenging due to the absence of specific symptoms that can determine the postponing of surgery, and, as the consequence, the development of necrotic changes at adnexa. Today, the surgical treatment of patients with this pathology shifting to the ovary-sparing surgery (detorsion) despite to the presence of necrotic changes during surgery. By that, the question of the choice of the method of treatment in case of adnexal torsion still under debate between pediatric surgeons and gynecologists.

**Purpose** – to summarize the own experience in the treatment of patients with adnexal torsion.

**Materials and methods.** This study based on the results of the treatment of 73 patients with adnexal torsion, which were operated at 2010–2022 years. Diagnosis was established on the results of clinical investigation and ultrasonographic (US) data. It was performed 74 surgical procedures (one patient was operated on twice), among them 57 (77%) by laparoscopic and 17 (23%) open approach (laparotomy). It was 49 (66.2%) ovary-sparing procedures (detorsion with or without cystectomy) and 25 (33.8%) – adnexectomy.

Results of the study were evaluated by the statistical program StatPlus: mac, AnalystSoft Inc. (version v8).

**Results.** Mean age of patients was  $11.5 \pm 0.5$  years. Abdominal pain syndrome (in 100%) and vomiting (in 49.3%) were the main clinical appearances. Unilateral ovaria enlargement and peripheral displacement of follicles were the most frequent US findings. The absence of the blood flow was revealed in 39.5% and the whirlpool sign in 11.6% of patients. Among of all patients, simple torsion confirmed in 24.3%, while the torsion caused by cyst or dermoid tumors, revealed in 75.7% of patients. Detorsion only was performed in 24.3% of patients and in 42.5% of patients it was supplemented by cystectomy. Adnexectomy was performed in 32.2% of patients.

**Conclusions.** The diagnosis of adnexal torsion should be considered in all females with acute abdominal pain syndrome. Ultrasonography with or without Doppler is the first-line imaging modality. Laparoscopic detorsion, simple or supplemented by cystectomy, is the method of choice in the treatment of patients with adnexal torsion.

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.

**Keywords:** children, adnexal torsion, surgery, laparoscopy, detorsion.

## Вступ

Перекрут придатків матки найчастіше відбувається в жінок репродуктивного віку, проте може спостерігатись у будь-якому віці, починаючи від моменту народження і до 18 років [1,6,12]. Ця патологія становить близько 4% серед дівчат, які звертаються до хірургів із приводу гострого абдомінального болю [6,11]. Своєчасне встановлення діагнозу перекруту придатків матки часто буває утрудненим, що зумовлене відсутністю патогномонічних симптомів, а це, своєю чергою, спричиняє відтермінування хірургічного втручання [6,11,29]. Запізніле втручання призводить до зростання ризику розвитку некротичних змін у придатках матки, а також виникнення інших ускладнень, зокрема перитоніту, кровотечі, сепсису [15,26], а в подальшому – до зниження фертильності [28]. До недавня стандартом хірургічного лікування дітей і дорослих із перекрутом придатків матки була оваріектомія через побоювання, що тканина яєчника нежиттєздатна, а деторсія без видалення може спричинити тромбоемболію та розвиток злоякісного процесу в залишеному яєчнику [15,21,26]. На сьогодні хірургічна тактика лікування дівчат із цією патологією передбачає проведення деторсії, незважаючи навіть на некротичні зміни під час хірургічного втручання [2,4,14]. Слід зазначити, що питання проведення оваріектомії або деторсії за наявності перекруту придатків матки залишається предметом дискусій між дитячими хірургами та гінекологами [4,25].

**Мета** дослідження – узагальнити власний досвід лікування дівчат із перекрутом придатків матки.

## Матеріали та методи дослідження

Роботу побудовано на результатах лікування 73 пацієнток, яких оперували у КНП ЛОР Львівська

обласна дитяча клінічна лікарня «ОХМАТДИТ» упродовж 2010–2021 рр.

Діагноз встановлено на основі об'єктивного обстеження та даних ультрасонографії (УСГ). УСГ проведено у 43 (58,9%) пацієнток. Обстеження виконано на апараті «Voluson 730 Pro» («General Electric», Австрія), а з 2018 р. – на апараті «LOGIQ P7» («General Electric», США), з використанням 7–12 МГц лінійних датчиків.

Проведено 74 хірургічні втручання (одну пацієнтку прооперовано двічі), зокрема 57 (77%) лапароскопічних і 17 (23%) лапаротомних. Виконано 49 (66,2%) органозберігаючих операцій (деторсія придатків з або без цистектомії) і 25 (33,8%) операцій з видалення придатків (аднексектомія). Усі лапаротомні втручання проведено упродовж 2010–2012 рр., а лапароскопічні – з 2013 р.

Статистичне опрацювання результатів дослідження виконано з використанням програми «StatPlus: mac, AnalystSoft Inc.» (version v8): варіаційної статистики Fisher-Student з визначенням середнього арифметичного (M), помилки середнього арифметичного (m), коефіцієнта достовірності (p); параметричної (критерій R Пірсона) та непараметричної (критерій t Спірмена) кореляційної залежності. Значення  $p < 0,05$  прийнято за достовірну різницю.

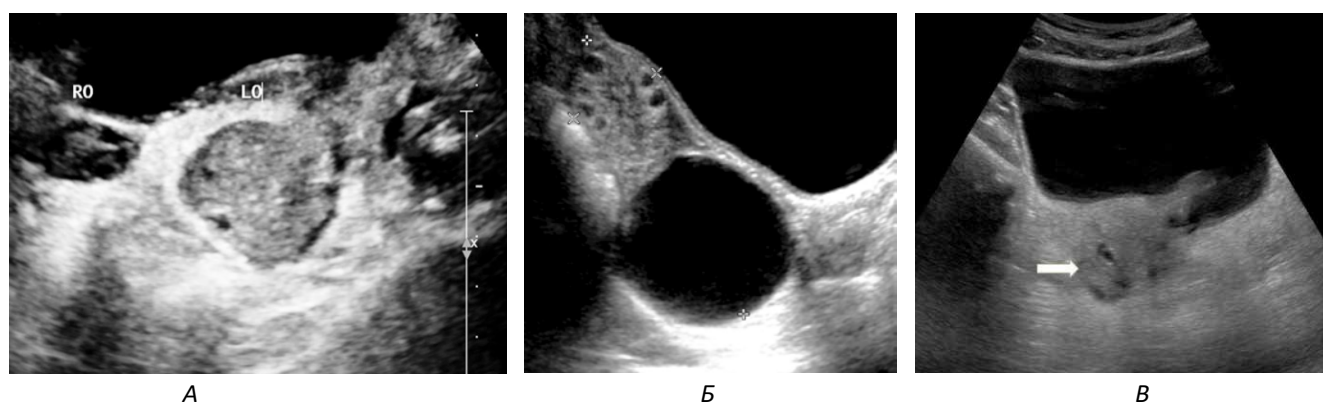
Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків, дітей.

## Результати дослідження та їх обговорення

Перекрут придатків матки, зумовлений перекручуванням яєчника та його ніжки, спричинює стаз



# Оригінальні дослідження. Урологія та гінекологія



**Рис. 1.** УСГ-ознаки перекруту придатків: А – асиметричне збільшення одного яєчника (RO – правий яєчник, LO – лівий яєчник); Б – збільшений лівий яєчник із периферичним зміщенням фолікулів і параоваріальна кіста; В – гіперехогенний перекручений правий яєчник (стрілка) визначається близько до середньої лінії під повним сечовим міхуром

у лімфатичних і венозних судинах із наступним розвитком ішемії, некрозу і, як наслідок, – втратою функції яєчника. І хоча літературні джерела наводять відомості про ізольований перекрут яєчника або маткової труби [1,4,10], у нашому дослідженні не виявлено випадків такого перекруту.

Середній вік пацієнток становив  $11,5 \pm 0,5$  року (від 1 до 18 років). Слід зазначити, що 26 (35,6%) пацієнток були передменструального, а 47 (64,4%) – постменструального віку. Такі результати співпадають із даними більшості літературних джерел [1,3,4,22], хоча інші джерела наводять середній вік пацієнток – 15 років [25], а за деякими даними, – 9 років [11].

Середня тривалість захворювання (від моменту виникнення больового синдрому і до госпіталізації) становила  $48,6 \pm 5,8$  год (межі коливань – 2–164 год). У двох пацієнток, у яких під час операції виявили самоампутацію придатків, не вдалося чітко встановити тривалість захворювання. Більш пізню госпіталізацію частіше відмічали в пацієнток, в яких ще не було менструацій, порівняно з тими, в яких вони вже були, –  $50,6 \pm 9,3$  год і  $48,3 \pm 7,7$  год, проте ця різниця не мала статистично достовірної різниці ( $p=0,854$ ),

таку ж тенденцію відмічали й інші дослідники [20,25]. Тривалість захворювання виявила зворотну кореляційну залежність із можливістю проведення органозберігаючого втручання ( $R$  Пірсона =  $-0,5901$ ,  $p=4,89746E-8$ ;  $t$  Спірмена =  $-6,0895$ ,  $p=5,44109E-8$ ).

Наявність болю в нижніх відділах живота відмічали усі пацієнтки, із них 42 (57,3%) дівчинки вказували на право- або лівобічну локалізацію болю, а ще 12 (16,4%) дівчат зазначали іррадіацію болю в стегно. За даними літератури, частота больового синдрому в пацієнток із перекрутом придатків матки варіює в межах 65–100% [11,22,28,30]. Водночас, за даними Е. Scheier (2022), лише у 41% пацієнток був абдомінальний біль [25].

У 36 (49,3%) пацієнток відмічали блювання, у переважної більшості воно було дво- або триразове. Результати об'єктивного обстеження наведено в таблиці.

У жодної пацієнтки, передусім у дівчат передменструального віку, не було потреби проводити гінекологічне обстеження, що збігається з рекомендаціями інших дослідників [6,16], водночас, за даними Е. Ashwal зі співавторами (2015), у дівчат постменструального віку гінекологічне обстеження є необхідним [3].

Лабораторне обстеження включало загальний аналіз крові та сечі, проте особливих змін не відмічали, що узгоджується з результатами інших досліджень [6,13,24,25].

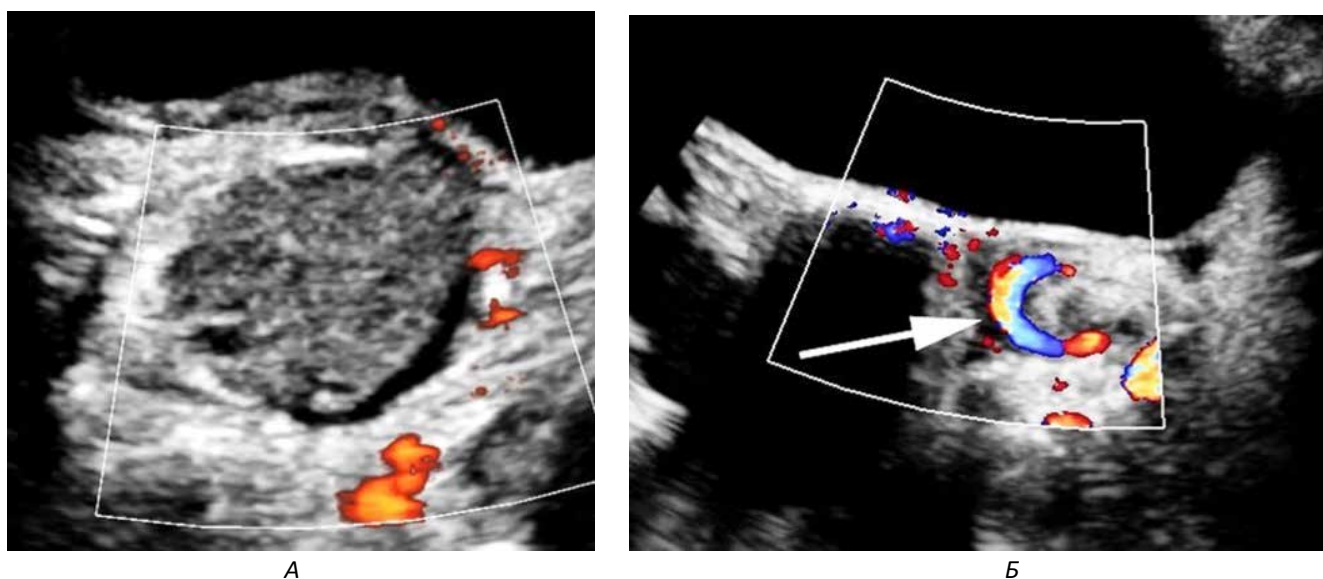
Діагноз перекруту придатків матки встановлюється на підставі клінічних даних, які доповнюються результатами УСГ. На сьогодні УСГ вважається основним візуалізаційним методом діагностики перекруту придатків матки із високим рівнем специфічності та чутливості [1,25,27].

Виявлені нами УСГ-ознаки, які вказували на наявність перекруту, – це одностороннє збільшення яєч-

## Таблиця

Результати об'єктивного обстеження пацієнток із перекрутом придатків матки ( $n=73$ )

Ознака	Абс. (%)
Біль	73 (100)
Блювання	36 (49,3)
Нудота	19 (26)
Підвищення температури тіла:	
субфебрильне	36 (49,3)
фебрильне	34 (46,6)
	2 (2,7)
Загальна слабкість	26 (35,6)
Блідість шкірних покривів	12 (16,4)
Наявність утвору в нижніх відділах живота	7 (9,6)



**Рис. 2.** Допплерографія при перекруті придатків матки: А – відсутність кровоплину в яєчнику; Б – симптом «виру» (стрілка)

ника, периферичне зміщення фолікулів, зумовлене набряком, медіальне зміщення яєчника зі збільшенням його ехогенності (рис. 1), а також наявність випоту в порожнині малого таза, яке поєднується зі змінами в придатках.

Однобічне збільшення яєчника є найчастішою ознакою перекруту придатків, яке ми виявили у всіх наших пацієнток, проте в дітей чітко не визначені критерії нормальних розмірів яєчника [15]. Хоча за даними S. C. Oltmann зі співавторами (2009), утворення розміром понад 5 см у малому тазі дитини віком від 1 року свідчить із високим ступенем чутливості про наявність перекруту [18].

За даними літератури, УСГ-симптомами перекруту також можуть бути збільшення ехогенності перекрученого яєчника порівняно з незміненим яєчником, симптом «подвійного міхура», що характеризується наявністю великої кісти яєчника, яка може симулювати сечовий міхур [15,25,28].

Крім того, ознаками перекруту в нашому дослідженні були порушення кровоплину або симптом «виру», виявлені при доплерографії (рис. 2).

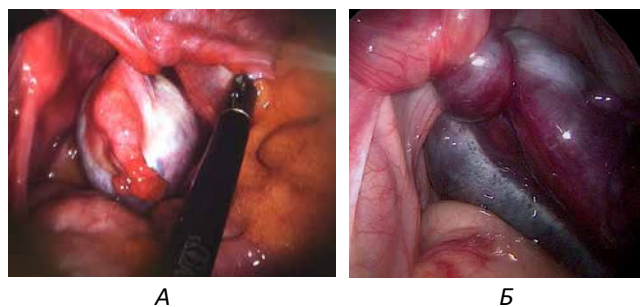
Слід зазначити, що виявлення симптому «виру» свідчить про перекрут судинної ніжки, що достовірно вказує на перекрут придатків матки, проте виявити цей симптом достатньо складно, на що вказують й інші дослідники [1]. Відсутність кровоплину в збільшеному яєчнику відмітили в 17 (39,5%) пацієнток, а симптом «виру» – лише в 5 (11,6%) дівчат, що збігається з даними інших дослідників [15,20].

На жаль, відсутність або наявність кровоплину у збільшеному яєчнику не може абсолютно підтвердити/заперечити наявність перекруту, проте вияв-

лення кровоплину при доплерографії може бути використане для визначення життєздатності яєчника після деторсії. У нашому дослідженні деторсія виявилась ефективною у 26 (60,5%) дівчат, у яких, за даними доплерографії, був збережений кровоплин, і лише в 4 (23,5%) пацієнток, у яких він був відсутнім.

У пацієнток із перекрутом придатків матки виконали 74 хірургічні втручання, при цьому одну дитину прооперували двічі з приводу повторного завороту єдиного яєчника. Усі хірургічні втручання проводили за участю дитячого гінеколога. Під час хірургічного втручання виявили перекрут придатків справа у 42 (56,8%), а зліва – у 32 (43,2%) дітей, що співпадає з даними літератури [16,22]. Випадків білатерального перекруту в нашому дослідженні не було. У 13 (17,8%) пацієнток, у зв'язку із відсутністю чіткого діагнозу, провели діагностичну лапароскопію, за результатами якої підтвердили перекрут придатків матки і провели деторсію.

Наявність перекруту придатків матки є показанням до невідкладного хірургічного втручання, метою якого є збереження придатків навіть у тому разі, коли візуально вони виглядають некротично зміненими (рис. 3). На жаль, немає об'єктивних методів оцінки життєздатності яєчника, а гістологічне дослідження часто виявляє життєздатну тканину яєчника, який хірурги видалили як некротично змінений [1,9]. Залишається дискусійним метод хірургічного втручання – лапаротомія або лапароскопія [2,7]. У наведеному дослідженні ми провели 57 (77%) лапароскопічних і 17 (23%) лапаротомних втручань.



**Рис. 3.** Лапароскопічна картина при перекруті придатків матки: А – перекрут без ознак некрозу; Б – перекрут з ознаками ішемії та некрозу

Під час хірургічного втручання найчастіше виявляли заворот на  $720^\circ$  і  $360^\circ$  – відповідно у 34 (47,2%) і 21 (29,2%) пацієнтки. Встановили чітку зворотну кореляційну залежність між градусом завороту і можливістю виконання органозберігаючої операції ( $R$  Пірсона =  $-0,24065$ ,  $p=0,0417$ ;  $t$  Спірмена =  $-2,26385$ ,  $p=0,02668$ ).

Серед пацієнток простий перекрут (без кістозного або дермоїдного ураження яєчника) підтвердили у 18 (24,3%) жінок, тоді як перекрут, зумовлений наявністю кісти або дермоїдної пухлини, – у 56 (75,7%) пацієнток, що відповідає даним літератури [8]. Слід зазначити, що кістозне ураження, зокрема фолікулярну та параоваріальну кісту, частіше виявляли в пацієнток постменструального віку – у 41 (73,2%) дівчинки, тоді як дермоїдну пухлину (16 випадків) – в 11 (68,8%) пацієнток передменструального віку. Хоча за даними Е. Ashwal зі співавторами (2015), у дітей передменструального віку не було цієї патології, натомість дермоїдна пухлина була чинником перекруту у 17% пацієнток постменструального віку [3].

На сучасному етапі деторсія вважається основним методом хірургічного втручання в дівчат із перекрутом придатків матки [2,4,28], проте частота виконання овариєктомії залишається достатньо високою (50–78%) [15,19,26,30].

У нашому дослідженні деторсія становила 65,8% (у 48 пацієнток) усіх втручань із приводу перекруту придатків матки. При цьому просту деторсію виконали 18 (24,3%) пацієнткам, а в 31 (42,5%) дитини її доповнили видаленням оболонок кісти яєчника, видаленням параоваріальної кісти або резекцією яєчника, що відповідає даним інших дослідників [2,16,28].

Необхідно зазначити, що виявлення під час хірургічного втручання придатків матки темно-синього кольору не корелює з наявністю некрозу, оскільки яєчник має подвійне кровопостачання – з матково-яєчникових судин і судин малого таза, які забезпечують достатній кровоплин для попередження по-

вної ішемії тканини яєчника, про що вказують й інші дослідники [1,2].

Метою деторсії є збереження придатків матки, передусім яєчника, а в подальшому – фертильності [12,13,15]. Переважна більшість літературних джерел свідчить, що функція яєчника зберігається у 80–100% пацієнток після деторсії [5,17,23,31], і лише Р. Galinier зі співавторами (2009) повідомляють про функціональну активність яєчника у 21% пацієнток [9].

Видалення придатків матки (аднексектомія) провели 25 (34,2%) пацієнткам, із них: 10 (13,7%) дітям із дермоїдною пухлиною, 9 (12,3%) – із некрозом придатків матки, 4 (5,5%) – із кістозною трансформацією яєчника, 2 (2,7%) – із самоампутацією придатків. Рішення про видалення придатків на тлі некротичних змін приймали в разі, коли після деторсії яєчник і маткова труба залишалися темно-синього кольору, у 4 (5,5%) пацієнток після повторної лапароскопії, яку проводили через 18–24 год, встановлення результатів передопераційної доплерографії (відсутність кровоплину в яєчнику), а також за тривалості захворювання (понад 72 год). Подібні критерії для проведення аднексектомії використовують й інші дослідники [4,12,19]. У нашій практиці ми не використовуємо лише овариєктомію і збереження маткової труби, оскільки, на нашу думку, це не сприяє поліпшенню фертильності в майбутньому.

## Висновки

Про діагноз перекруту придатків матки слід пам'ятати у всіх пацієнток, яких госпіталізують із синдромом гострого абдомінального болю. Ультрасонографічне обстеження з або без доплерографії є першочерговим методом інструментальної діагностики. Лапароскопічна деторсія, проста або доповнена цистектомією, є основним методом хірургічного лікування пацієнток із перекрутом придатків матки.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

## References/Література

1. Adeyemi-Fowode O, McCracken KA, Todd NJ. (2018). Adnexal torsion. J Pediatr Adolesc Gynecol. 31 (4): 333–338. doi: 10.1016/j.jpag.2018.03.010.
2. Alberto EC, Tashiro J, Zheng Y et al. (2021). Variations in the management of adolescent adnexal torsion at a single institution and the creation of a unified care pathway. Pediatr Surg Int. 37 (1): 129–135. doi: 10.1007/s00383-020-04782-1.
3. Ashwal E, Hiersch L, Krissi H, et al. (2015). Characteristics and management of ovarian torsion in premenarchal compared with postmenarchal patients. Obstet Gynecol. 126 (3): 514–520. doi: 10.1097/AOG.0000000000000995.
4. Campbell BT, Austin DM, Kahn O et al. (2015). Current trends in the surgical treatment of pediatric ovarian torsion: we can do



- better. *J Pediatr Surg.* 50 (8): 1374–1377. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.04.018.
5. Celik A, Ergun O, Aldemir H et al. (2005). Long-term results of conservative management of adnexal torsion in children. *J Pediatr Surg.* 40 (4): 704–708. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2005.01.008.
6. Childress KJ, Dietrich JE. (2017). Pediatric ovarian torsion. *Surg Clin N Am.* 97 (1): 209–221. doi: 10.1016/j.suc.2016.08.008.
7. Cohen SB, Wattiez A, Seidman DS et al. (2003). Laparoscopy versus laparotomy for detorsion and sparing of twisted ischemic adnexa. *JSL.* 7 (4): 295–299.
8. Fiegel HC, Gfroerer S, Theilen TM et al. (2021). Ovarian lesions and tumors in infants and older children. *Innov Surg Sci.* 6 (4): 173–179. doi: 10.1515/iss-2021-0006.
9. Galinier P, Carfagna L, Delsol M et al. (2009). Ovarian torsion. Management and ovarian prognosis: a report of 45 cases. *J Pediatr Surg.* 44 (9): 1759–1765. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2008.11.058.
10. Guthrie BD, Adler MD, Powell EC. (2010). Incidence and trends of pediatric ovarian torsion hospitalizations in the United States, 2000–2006. *Pediatrics.* 125 (3): 532–538. doi: 10.1542/peds.2009-1360.
11. Hartman SJ, Prieto JM, Naheedy JH et al. (2021). Ovarian volume ratio is a reliable predictor of ovarian torsion in girls without an adnexal mass. *J Pediatr Surg.* 56 (1): 180–182. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.09.031.
12. Karavadara D, Davidson JR, Story L et al. (2021). Missed opportunities for ovarian salvage in children: an 8-year review of surgically managed ovarian lesions at a tertiary pediatric surgery centre. *Pediatr Surg Int.* 37 (9): 1281–1286. doi: 10.1007/s00383-021-04935-w.
13. Kives S, Gascon S, Dubuc É, Van Eyk N. (2017). No. 341-Diagnosis and management of adnexal torsion in children, adolescents, and adults. *J Obstet Gynaecol Can.* 39 (2): 82–90. doi: 10.1016/j.jogc.2016.10.001.
14. Lipsett SC, Haines L, Monuteaux MC et al. (2021). Variation in oophorectomy rates for children with ovarian torsion across US children's hospitals. *J Pediatr.* 231: 269–272.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2020.12.019.
15. Ngo AV, Otjen JP, Parisi MT et al. (2015). Pediatric ovarian torsion: A pictorial review. *Pediatr Radiol.* 45 (12): 1845–1855. doi: 10.1007/s00247-015-3385-x.
16. Nguyen KP, Valentino WL, Bui D, Milestone H. (2022). Ovarian torsion: Presentation and management in a pediatric patient. *Case Rep Obstet Gynecol.* 2022: Article ID 9419963. doi: 10.1155/2022/9419963.
17. Oelsner G, Cohen SB, Soriano D et al. (2003). Minimal surgery for the twisted ischaemic adnexa can preserve ovarian function. *Hum Reprod.* 18 (12): 2599–2602. doi: 10.1093/humrep/deg498.
18. Oltmann SC, Fischer A, Barber R et al. (2009). Cannot exclude torsion – a 15-year review. *J Pediatr Surg.* 44 (6): 1212–1216. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2009.02.028.
19. Pathak IS, Jurak J, Mulla ZD, Kupesic Plavsic S. (2018). Predictors of oophorectomy in girls hospitalized in Texas with ovarian torsion. *Hosp Pediatr.* 8 (5): 274–279. doi: 10.1542/hpeds.2017-0095.
20. Prieto JM, Kling KM, Ignacio RC et al. (2019). Premenarchal patients present differently: a twist on the typical patient presenting with ovarian torsion. *J Pediatr Surg.* 54 (12): 2614–2616. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.08.020.
21. Quint EH, Smith YR. (1999). Ovarian surgery in premenarchal girls. *J Pediatr Adolesc Gynecol.* 12 (1): 27–29. doi: 10.1016/S1083-3188(00)86617-6.
22. Rey-Bellet Gasser C, Gehri M, Joseph JM, Pauchard JY. (2016). Is it ovarian torsion? A systematic literature review and evaluation of prediction signs. *Pediatr Emerg Care.* 2 (4): 256–261. doi: 10.1097/PEC.0000000000000621.
23. Rousseau V, Massicot R, Darwish AA et al. (2008). Emergency management and conservative surgery of ovarian torsion in children: a report of 40 cases. *J Pediatr Adolesc Gynecol.* 21 (4): 201–206. doi: 10.1016/j.jpag.2007.11.003.
24. Sasaki KJ, Miller CE. (2014). Adnexal torsion: review of the literature. *J Minim Invasive Gynecol.* 21 (2): 196–202. doi: 10.1016/j.jmig.2013.09.010.
25. Scheier E. (2022). Diagnosis and management of pediatric ovarian torsion in the emergency department: Current insights. *Open Access Emerg Med.* 14: 283–291. doi: 10.2147/OAEM.S342725.
26. Sola R, Wormer BA, Walters AL et al. (2015). National trends in the surgical treatment of ovarian torsion in children: An analysis of 2041 pediatric patients utilizing the nationwide inpatient sample. *Am Surg.* 81 (9): 844–848.
27. Ssi-Yan-Kai G, Rivain AL, Trichot C et al. (2018). What every radiologist should know about adnexal torsion. *Emerg Radiol.* 25 (1): 51–59. doi: 10.1007/s10140-017-1549-8.
28. Tielli A, Scala A, Alison M et al. (2022). Ovarian torsion: diagnosis, surgery, and fertility preservation in the pediatric population. *Eur J Pediatr.* 181 (4): 1405–1411. doi: 10.1007/s00431-021-04352-0.
29. Tsai J, Lai JY, Lin YH et al. (2022). Characteristics and risk factors for ischemic ovary torsion in children. *Children (Basel).* 9 (2): 206. doi: 10.3390/children9020206.
30. Tzur T, Smorgick N, Sharon N et al. (2021). Adnexal torsion with paraovarian cysts in pediatric and adolescent populations: A retrospective study. *J Pediatr Surg.* 56 (2): 324–327. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2020.05.023.
31. Wang JH, Wu DH, Jin H, Wu YZ. (2010). Predominant etiology of adnexal torsion and ovarian outcome after detorsion in premenarchal girls. *Eur J Pediatr Surg.* 20 (5): 298–301. doi: 10.1055/s-0030-1254110.

#### Відомості про авторів:

**Чайківська Еліна Флавіанівна** – д.мед.н., доц. каф. акушерства, гінекології та перинатології ФПДО Львівського НМУ імені Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. Миколайчука, 9. <http://orcid.org/0000-0002-9150-1497>.

**Гужа Лілія Юрійвна** – к.мед.н., асистент каф. дитячої хірургії Львівського НМУ імені Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31. <https://orcid.org/0000-0003-1916-9108>.

**Переяслов Андрій Анатолійович** – д.мед.н., проф., проф. каф. дитячої хірургії Львівського НМУ імені Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. Лисенка 31. <http://orcid.org/0000-0002-1225-0299>.

Стаття надійшла до редакції 26.09.2022 р., прийнята до друку 20.12.2022 р.



Ю.Є. Коробко, В.С. Коноплицький

## Апендикулярно-генітальний синдром у дітей

Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, Україна

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):56-67; doi 10.15574/PS.2022.77.56

**For citation:** Korobko YuYe, Konoplytskyi VS.. Appendicular-genital syndrome in children. Paediatric Surgery (Ukraine). 4: 56-67. doi: 10.15574/PS.2022.77.56.

Важливість збереження репродуктивного потенціалу населення України зумовлено збільшенням кількості жінок із безплідністю внаслідок інфекційно-запальних захворювань органів черевної порожнини та малого таза, перенесених у дитячому та підлітковому віці.

**Мета** – визначити та систематизувати найбільш значущі фактори апендикулярно-генітального синдрому залежно від первинного патологічного вогнища; розробити практично значущі класифікаційні ознаки та алгоритм обстеження і лікування дівчат із поєднаною патологією для поліпшення результатів лікування цієї групи пацієнток.

**Матеріали та методи.** Проведено аналіз медичних карт стаціонарних хворих, дівчат, за період із жовтня 2019 року по травень 2022 року, госпіталізованих за невідкладними показаннями та оперованих із приводу гострої хірургічної патології органів черевної порожнини та малого таза запального характеру. Вік пацієнток становив від 4 до 17 років (середній вік –  $11,0 \pm 0,5$  року).

У процесі попереднього аналізу з'ясовано, що із 203 пацієнток, які підлягали оперативному лікуванню з приводу клінічної картини «гострого живота», поєднана апендикулярно-генітальна патологія зустрічалась у 13 дівчат.

**Результати.** Визначено, що ключова особливість апендикулярно-генітального синдрому – це неспецифічність клінічної картини. При апендикулярній формі захворювання в патологічному стані переважають ознаки гострого апендициту, а при генітальній – домінує симптоматика гострого аднекситу. Поєднану апендикулярно-генітальну патологію при катаральній формі запалення апендикса визначено у 2 (15,39%) випадках, при флегмонозній формі – у 8 (61,54%) випадках, при гангренозній формі – у 2 (15,39%) випадках, при периапендикулярному абсцесі – в 1 (7,68%) випадку. Усім пацієнткам групи дослідження виконано оперативне лікування, обсяг якого в кожному конкретному випадку визначався операційними знахідками та поширеністю патологічного процесу. Більшість (61,58%) оперативних втручань проведено лапароскопічно, із дотриманням принципів максимально органозберігаючих технік (апендектомія, деторсія органа, зупинка кровотечі, вилушення кіст, санація черевної порожнини, а за необхідності, дренування порожнини малого таза). Лише у 2 (15,38%) випадках проведено видалення придатків матки при їх перекруті, за умови їх явного некрозу і тривалості захворювання понад 72 години.

**Висновки.** З метою поліпшення якості та швидкості діагностування поєданого запалення апендикса та придатків матки, як структурних елементів синдрому «гострого живота», передопераційне обстеження пацієнток має бути мультидисциплінарним та обов'язково включати огляд дитячого хірурга, дитячого гінеколога та педіатра, з проведенням УЗД органів черевної порожнини, малого таза і заочеревинного простору. Частота апендикулярно-генітального синдрому в дівчат становить у середньому 6,4% від загальної кількості пацієнток із синдромом «гострого живота». При хірургічній санації первинного вогнища запалення відносно придатків матки тактика повинна бути максимально органозберігаючою із широким застосуванням лапароскопічних методик для обов'язкової візуальної оцінки органів черевної порожнини та малого таза. Пацієнтки, які перенесли оперативне лікування з приводу гострого апендициту в поєднанні із захворюваннями придатків матки, мають становити окрему диспансерну групу, у якій рекомендовано проведення профілактичних оглядів 1 раз на 3 місяці протягом першого післяопераційного року, а в подальшому – 1 раз на 6 місяців до моменту переведення пацієнтки до дорослого лікувально-профілактичного закладу.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** гострий апендицит, гінекологічні захворювання, «гострий живіт», лапароскопія, перитоніт, інтоксикація, матка, придатки.

## Appendicular-genital syndrome in children

**Yu. Ye. Korobko, V.S. Konopliyskyi**

*National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, Ukraine*

The importance of preserving the reproductive potential of the population of Ukraine is due to the increase in the number of women with infertility due to infectious and inflammatory diseases of the abdominal cavity and pelvic organs, which were suffered in childhood and adolescence.

**Purpose** – to determine and systemize of the most significant factors of appendicular-genital syndrome depending on the primary pathological focus; to develop a practically significant classification signs and an algorithm for examination and treatment of girls with combined pathology to improve the results of treatment of this group of patients.

**Materials and methods.** It was carried out an analysis of the medical records of inpatients, girls, for the period from October 2019 to May 2022, who were hospitalized for urgent indications and operated on for acute surgical pathology of the organs of the abdominal cavity and pelvis of an inflammatory nature. The age of the patients ranged from 4 to 17 years old (average age 11.0±0.5 years old).

In the process of preliminary analysis, it was found that out of 203 patients who were to be treated surgically for the clinical picture of «acute abdomen», combined appendicular-genital pathology occurred in 13 girls.

**Results.** It was determined that the key feature of appendicular-genital syndrome is the non-specificity of the clinical picture. In the appendicular form of the disease, the symptoms of acute appendicitis predominate in the pathological state, and in the genital form, the symptoms of acute adnexitis dominate. Connective appendicular-genital pathology in the catarrhal form of inflammation of the appendix was determined in 2 (15.39%) cases, in the phlegmonous form in 8 (61.54%) cases, in the gangrenous form in 2 (15.39%) cases, in periappendicular abscess – in 1 (7.68%) case. All patients in the study group underwent surgical treatment, the extent of which in each case was determined by the surgical findings and the prevalence of the pathological process. Most (61.58%) surgical interventions were performed laparoscopically, in compliance with the principles of maximally organ-preserving techniques (appendectomy, organ detorsion, stopping bleeding, excision of cysts, sanitation of the abdominal cavity, and, if necessary, drainage of the pelvic cavity). Only in 2 (15.38%) cases was the removal of the uterine appendages during their torsion, under the conditions of their obvious necrosis and the duration of the disease more than 72 hours.

**Conclusions.** In order to improve the quality and speed of diagnosis of the combined inflammation of the appendix and uterine appendages, as structural elements of the syndrome «acute abdomen», the preoperative examination of patients should be multidisciplinary and necessarily include an examination by a pediatric surgeon, a pediatric gynecologist, and a pediatrician, with ultrasound of the abdominal cavity, pelvis, and retroperitoneal space. Frequency occurrence of appendicular-genital syndrome in girls is on average 6.4% of the total number of patients with the syndrome «acute abdomen». During the surgical remediation of the primary focus of inflammation relative to the appendages of the uterus, the tactics should be as organ-sparing as possible with extensive use of laparoscopic techniques for mandatory visual assessment of the organs of the abdominal cavity and pelvis. Patients who underwent surgical treatment for acute appendicitis in combination with diseases of the uterine appendages should form a separate dispensary group, in which preventive examinations are recommended once every 3 months during the first postoperative year, and thereafter once every 6 months until the moment of patient's transfer to an adult medical and preventive institution.

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 the participating institution. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interests was declared by the authors.

**Keywords:** acute appendicitis, gynecological diseases, «acute abdomen», laparoscopy, peritonitis, intoxication, uterus, appendages.

Проблема репродуктивного здоров'я дівчат-підлітків залишається актуальною в усьому світі, що зумовлено збільшенням у декілька разів гінекологічної захворюваності дітей та підлітків. Несвоєчасна діагностика та неадекватна терапія в подальшому житті можуть призводити до порушень репродуктивної функції, які, своєю чергою, можуть спричинити безплідність [3,12,15,29].

Важливість збереження репродуктивного потенціалу населення України зумовлена збільшенням кількості жінок із безпліддям унаслідок інфекційно-запальних захворювань органів черевної порожнини та малого таза, що були перенесені в дитячому та підлітковому віці [10]. За даними Міністерства охорони здоров'я України, щорічно з приводу гострого апендициту (ГА) оперують понад 16–17 тис. дівчат,

## Оригінальні дослідження. Урологія та гінекологія

що, зважаючи на особливості анатомічних, фізіологічних та психологічних особливостей жіночого організму, зумовлює ураження цієї патологією в 1,2 раза частіше за чоловічу стать. Визначено, що в 3–5-річному віці діагностують переважно деструктивні форми ГА, а в 11–13 років – переважно катаральні. Інтерес становлять дані про те, що вікові піки розвитку аднекситу найбільш можливі у 3–5, 11–13 та 18–20 років. Важливим є і те, що близько 30% випадків ГА супроводжуються запаленням придатків матки, що дало змогу виділити цей стан в окремий, так званий апендикулярно-генітальний синдром (АГС) [9].

Апендикулярно-генітальний синдром – патологічний стан, при якому спостерігається поєднане ураження апендикса та придатків матки за умов існування запального процесу в черевній порожнині та порожнині малого таза. Офіційно АГС як нозологічну одиницю затверджено у 1951 р. на Міжнародному конгресі гінекологів Франції [30].

Частота АГС, на думку деяких дослідників, становить від 12% до 68% у жіночій популяції, а також до 6% серед загальної кількості випадків невідкладної хірургічної патології органів черевної порожнини та малого таза в дитячому віці [5,22]. Для АГС найбільш характерною ознакою є наявність катарального апендициту [33].

Однак, незважаючи на значну частоту патології, АГС на сьогодні залишається недостатньо вивченим, існують певні труднощі в ідентифікації первинного вогнища запалення, у зв'язку з чим рівень діагностичних помилок і післяопераційних ускладнень залишається високим та не має тенденції до зменшення. Особливої актуальності невирішені питання діагностики, лікування та методів профілактики АГС набувають у перерізі проблематики різноманітних порушень репродуктивної функції жіночого організму.

Доведено, що перенесений у дитячому та пубертатному періоді ГА у 25–33% випадків може бути причиною хронічного сальпінгіту, первинної дисменореї та інших розладів менструального циклу, невиношування, ектопічної вагітності, трубної безплідності [34].

А пубертатний період, який є перехідним між дитинством і статевою зрілістю, контролюється нейрогуморальними механізмами, які забезпечують вікові фізичні та психоемоційні зміни, що, своєю чергою, приводить до репродуктивної зрілості організму [8]. Повноцінність перебігу та сприятливе завершення пубертатного періоду в підлітків формує остаточне становлення репродуктивних

функцій, фертильності та дітородний прогноз, фінальний зріст та метаболічний статус у дорослого населення [27].

Актуальність проблеми АГС і в сучасних умовах полягає в наявності низки невирішених питань стосовно діагностики, класифікації та лікування цієї патології, вирішення яких дало б змогу запобігти порушенню репродуктивної функції, починаючи з дитячого віку.

Найчастішою причиною (60–65%) звернень пацієнток по медичну допомогу є скарги на біль у животі. На сьогодні існує ряд термінів-синонімів цього синдрому: «гострий живіт», абдомінальний больовий синдром, АГС, кожний з яких вказує на значну складність проведення диференційної діагностики та вибору подальшої тактики ведення пацієнток із болем у животі. Слід зазначити, що абдомінальний больовий синдром, зумовлений органічною причиною, у 70–80% пов'язаний з хірургічною патологією, а лише 10–15% – із патологією репродуктивної системи [4].

Відповідно до існуючого сучасного визначення синдрому «гострого живота», це – клінічний симптомокомплекс захворювань органів черевної порожнини, малого таза і заочеревинного простору, що виникає гостро [1].

Згідно з Міжнародною класифікацією хвороб (МКХ-10), термін «гострий живіт» (R10.0) визначає сильний біль у животі (генералізовані, локалізовані, із ригідністю м'язів живота).

За причинами виникнення «гострого живота» виділяють такі групи: хірургічні причини (запальні захворювання органів черевної порожнини, кровотечі, травматичні пошкодження відкриті та/або закриті); урологічні причини; гінекологічні причини (гострі гнійні захворювання матки та придатків, гострі внутрішньочеревні кровотечі, розриви та перекрути кіст і пухлин); нехірургічні причини (інфекційні та метаболічні порушення, імунологічні розлади, іррадіючий біль) [11,18].

Нижче наведено аналіз матеріалів, які розкривають актуальність проблеми диференційної діагностики ГА та АГС у дівчат, клінічна картина яких може імітувати складові синдрому «гострого живота».

**Мета** дослідження – визначити та систематизувати найбільш значущі фактори АГС залежно від первинного патологічного вогнища; розробити практично значущі класифікаційні ознаки та алгоритм обстеження і лікування дівчат із поєднаною патологією для поліпшення результатів лікування цієї групи пацієнток.

## Матеріали та методи дослідження

За період із жовтня 2019 року по травень 2022 року проведено аналіз медичних карт стаціонарних хворих, дівчат, госпіталізованих за невідкладними показами до Вінницької обласної дитячої клінічної лікарні (ВОДКЛ) та оперованих із приводу гострої хірургічної патології органів черевної порожнини та малого таза запального характеру.

Під час дослідження проаналізовано медичну документацію, результати клінічних обстежень та додаткових методів обстеження, даних інтраопераційних знахідок. Вік пацієнток становив від 4 до 17 років (середній вік –  $11,0 \pm 0,5$  року).

У процесі попереднього аналізу з'ясовано, що із 203 пацієнток, які підлягали оперативному лікуванню з приводу клінічної картини «гострого живота», поєднана апендикулярно-генітальна патологія зустрічалась у 13 дівчат (рис. 1).

Отже, частота АГС становила 6,4% від загальної кількості випадків невідкладної хірургічної патології органів черевної порожнини та малого таза, що співпадає із кількісними показниками інших дослідників [5,22].

План обстеження та лікування дівчат з АГС був комплексним і складався з таких етапів:

I етап – збір та аналіз даних і особливостей анамнезу (початок захворювання, провідні скарги, особливості гінекологічного анамнезу, відомості про супутню патологію та попередні оперативні втручання на органах черевної порожнини та малого таза тощо);

II етап – клінічне та лабораторне обстеження (огляд дитячим хірургом та дитячим гінекологом, дослідження гемограми в динаміці перебігу патологічного процесу, мікробіологічне обстеження вмісту черевної порожнини та виділень із піхви);

III етап – інструментальні та додаткові діагностично-лікувальні методи (ультразвукове дослідження (УЗД) і доплерографія черевної порожнини та малого таза, діагностична і/або лікувальна лапароскопія, оцінка рівня ендотоксикозу організму).

Оцінку рівня ендогенної інтоксикації (EI) організму визначено за запропонованим нами інтегральним сумарним індексом ендогенної інтоксикації (CIEI), у якому враховано всі складові гемограми і який обраховано за формулою:

$$CIEI (\text{ум. од.}) = \frac{ISL_{\text{ШОЕ}}}{2} + IZL = \frac{(e+b+p+c+y+mz)}{mon+lim} / 2,$$

або в скороченому вигляді:

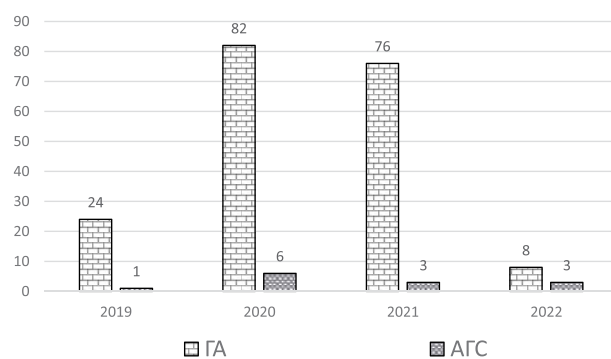


Рис. 1. Кількісний розподіл пацієнток по роках

$$CIEI (\text{ум. од.}) = \frac{ISL_{\text{ШОЕ}} + IZL}{2},$$

де: CIEI – сумарний індекс ендогенної інтоксикації, величина якого в нормі становить у середньому  $1,42 \pm 0,06$  ум. од.; ISL<sub>ШОЕ</sub> – індекс співвідношення лейкоцитів і швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ); IZL – індекс зсуву лейкоцитів.

Аналіз вірогідності отриманих результатів здійснено методом дескриптивної статистики, яка базувалась на оцінці середнього арифметичного та середньої похибки значення.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. Критерієм залучення до дослідження була письмова добровільна згода батьків пацієнтки та наявність технічної можливості провести весь комплекс дослідницьких заходів при госпіталізації.

## Результати дослідження та їх обговорення

На момент первинного огляду з'ясовано, що зі скаргами на біль у животі 8 (61,54%) дівчат зверталися по медичну допомогу вперше, 2 (15,36%) дитини госпіталізувалися раніше з підозрою на ГА, а у 3 (23,1%) дівчат в анамнезі відмічався абдомінальний больовий синдром, але по спеціалізовану медичну допомогу вони не зверталися, при цьому біль зникав самостійно або після застосування спазмолітичних і/або знеболювальних засобів.

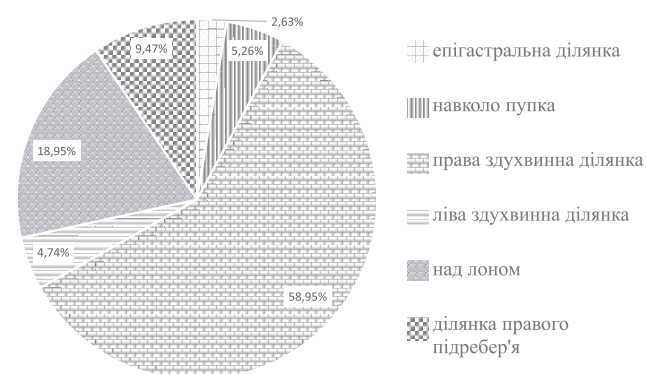
Під час огляду та пальпації живота в пацієнток встановлено, що при поєднаній апендикулярно-генітальній патології домінував дифузний характер абдомінального больового синдрому з одночасною його локалізацією в декількох анатомічних ділянках. При цьому найчастіше біль локалізувався над лоном 6 (46,18%) випадків та у правій здухвинній ділянці 5 (38,46%) пацієнток, а в інших локаціях – по 1 (7,68%) випадку в лівій здухвинній ділянці та навколо пупка (рис. 2).



## Оригінальні дослідження. Урологія та гінекологія



**Рис. 2.** Розподіл локалізації болю в пацієнток з апендикулярно-генітальним синдромом



**Рис. 3.** Розподіл локалізації болю в пацієнток із гострим апендицитом

Аналіз локалізації абдомінального больового синдрому в групі пацієнток, оперованих із приводу ГА, визначив його більш виразну локальність у черевній порожнині. Найчастіше біль спостерігався в правій здухвинній ділянці (112 (58,95%) випадків) і над лоном (36 (18,95%) пацієнток). На біль у правому підбер'ї скаржилися 18 (9,47%) дітей, навколо пупка – 10 (5,26%) хворих, у лівій здухвинній ділянці – 9 (4,74%), в епігастральній ділянці – 5 (2,63%) дітей (рис. 3).

Отже, порівняльний аналіз доопераційної поширеності абдомінального больового синдрому визначив його більш дифузний характер із переважною локалізацією над лоном та в правій здухвинній ділянці в пацієнток з АГС, тоді як при ГА біль частіше спостерігався в правій здухвинній ділянці та над лоном. Подібна, більш «низька» локалізація болю при АГС має враховуватися в диференційній діагностиці патології з ГА, особливо зважаючи на те, що для дітей, на відміну від дорослих, характерним є вище розташування купола сліпої кишки.

Ключова особливість АГС – це неспецифічність клінічної картини. При апендикулярній формі захворювання в патологічному стані переважають ознаки ГА, а при генітальній формі – симптоматика гострого аднекситу.

На думку Т.В. Герасимової та О.М. Гопчук, розвиток АГС супроводжується глибокими розладами гомеостазу організму. Обов'язковими супутніми ознаками АГС є інтоксикація, зниження загального рН (аксидоз), пошкодження мембран, порушення тканинного обміну, розлади гемодинаміки (мікроциркуляції), інвазія мікроорганізмів. Особливо важливості набувають наслідки лікування запального процесу хіміо- та антибіотичними препаратами. Всі зазначені розлади призводять до прориву біологічних тканинних бар'єрів, переважно оваріального гістогематичного та фолікулярного [9].

Невід'ємною ознакою АГС, при різних його формах і варіантах перебігу, є гострий больовий синдром «хірургічного» або «гінекологічного» характеру [32]. Тому важливо під час обстеження пацієнток з абдомінальним больовим синдромом враховувати можливі передумови його виникнення [31] (табл. 1).

Остаточний діагноз АГС підтверджували тільки інтраопераційно, а існуючі фізикальні, лабораторні та інструментальні методи обстеження в переважній більшості випадків дали змогу лише запідозрити цю патологію.

Відсутність чітких клінічних ознак АГС, недосконалість існуючих класифікацій патології, що призводить до певної невідповідності та невизначеності лікувальної тактики, спонукало нас взяти на себе сміливість, беручи до уваги напрацювання інших колег попередників та матеріали власних досліджень, запропонувати практично орієнтовані ознаки цього захворювання.

Оскільки клінічна картина АГС зазвичай визначається первинністю запального вогнища, визначення будь-яких факторів першої рубрики практично значущих ознак, набуває вирішального значення.

Частіше за все АГС у дітей та підлітків співпадає з піками виникнення запальних захворювань органів малого таза і запальних процесів у черевній порожнині, зокрема в 3–5, 11–13 та 15–18 років, що потрібно розглядати як певний прогностичний фактор. При цьому слід враховувати, що перший період співпадає з піком захворюваності на криптогенний пельвіоперитоніт, другий – на ГА, а третій – із початком статевого життя. Також слід звернути увагу на те, що передумови для формування АГС мають місце в третині випадків захворювання ГА [2].

Під час визначення первинної локалізації патологічного вогнища необхідно враховувати існуючі анатомо-топографічні особливості, головною з яких є анатомічна близькість апендикса, особливо

Таблиця 1

Передумови виникнення комплексу больового відчуття та дискомфорту у формуванні апендикулярно-генітального синдрому

Передумови розвитку абдомінального больового синдрому	Патогенетичні механізми формування больового відчуття та дискомфорту в животі
Порушення гігієни	За умов анатомічних та фізіологічних особливостей будови зовнішніх і внутрішніх статевих органів, при порушенні особистої гігієни та гельмінтозів у дівчат можливий прямий контакт із можливим інфектом, а особливо в разі запалення зовнішніх статевих органів – загострення запалення апендикса
Психологічний фактор	Психоемоційні розлади та хвилювання, особливо статевого забарвлення, елементи поведінкових розладів та астенізації, агравації за умов гіпоксії, на тлі конфліктних ситуацій можуть супроводжуватися зниженням больового порогу чутливості, коли навіть фізіологічні нервові імпульси сприймаються як больові
З боку яєчників	Ріст і розвиток яєчників супроводжується збільшенням та дозріванням фолікулів, натягненням очеревини в проекції матки, яка росте, що за умов інфекційно-алергічних проявів призводить до больового відчуття
З боку матки	У препубертатному віці починаються ритмічні мимовільні скорочення матки, амплітуда яких у подальшому збільшується під час менструацій. На тлі недостатності прогестерону виникає гіпертонус міометрію та перистальтика матки, що зумовлює та підсилює біль
З боку нервової системи	За умов обтяженого перинатального періоду спостерігається незрілість нервової системи та рецепторного апарату, що зумовлює розвиток ендокринної патології і/або порушення обмінних процесів із виникненням больового відчуття в животі
Апендикулярний фактор	Переважає ГА в старшому підлітковому віці, на тлі овуляцій, уможливорює контактне подразнення апендикса, спричиняючи його запалення
Лімфатичний фактор	Тривала наявність лімфаденопатії і в тому числі брижового лімфаденіту як хронічних вогнищ запалення в черевній порожнині може ініціювати розвиток запалення органів черевної порожнини та малого таза із розвитком/посиленням больового синдрому

при тазовому розташуванні відростка, і правих придатків матки за умов однакової довжини лівої та правої круглих зв'язок, які разом із власними зв'язками матки утримують орган від зміщення у фронтальній площині [24]. Наявність непостійної зв'язки Кладо (lig. appendiculoovaricum) між коренем брижі апендикса та правою широкою зв'язкою матки, у якій проходять кровоносні та лімфатичні судини, сприяють прямому поширенню запалення між відростком і правими придатками. Наявність lig. mesosigma-ovaricainferior, через яку проходять судини від а. mesenterica inferior до лівого яєчника, сприяє поширенню запального процесу з товстої кишки на ліві придатки матки, що характерно для 30% жінок [22].

Поєднані форми АГС пояснюються високою реактивністю дитячого організму та незрілістю імунної системи, через що всі реакції-відповіді на запалення в дітей мають гіперергічний характер. Висока проникливість слизової кишки в дітей для мікрофлори і токсичних речовин, недорозвиток чіпця та недосконала пластична здатність очеревини призводять до швидкого інфікування апендикса при порушенні судинної трофіки з розвитком у ньому деструктивних змін [28]. Без сумніву, що

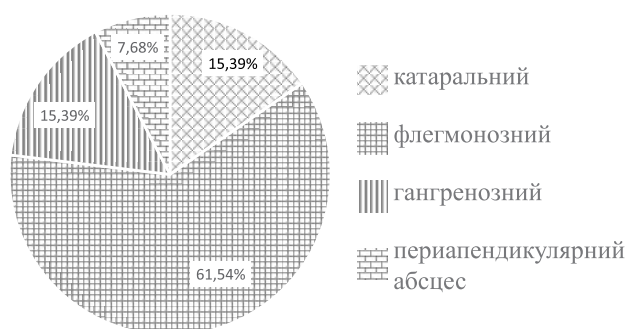
діагностика поєднаної форми АГС вкрай утруднена, особливо в разі залучення в патологічний процес правих придатків матки. Але прицільна діагностика на тлі певної настороженості щодо можливого поєднаного ураження відповідних анатомічних структур, за умов можливого індивідуального виявлення ряду характерних ознак, спонукало нас до включення цієї рубрики до переліку класифікаційних ознак патології.

Однією з важливих причин поширення запального процесу при різних формах первинної локалізації патологічного вогнища на сьогодні визнані ідіопатичні пельвіоперитоніти, при яких вогнище інфікування знаходиться поза черевною порожниною.

До етіологічних факторів неспецифічного АГС належать найчастіше грамнегативні збудники: *E. coli*, *Haem. influenzae*, *Prot. vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aerobacter*, *Klebsiella*, а серед грампозитивних – *S. pneumoniae*, *S. pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. aureus* та їхні асоціації.

Проникнення інфекції в черевну порожнину при АГС можливе різними шляхами, що має значення не тільки для розуміння механізму розвитку патологічного процесу, але й зможе вказати на необхідні

## Оригінальні дослідження. Урологія та гінекологія



**Рис. 4.** Форми запальних змін в апендиксі при апендикулярно-генітальному синдромі

напрями попередження ускладнень. Серед визначених шляхів інфікування черевної порожнини найбільш вірогідним вважається гематогенний, що підтверджується виділенням аналогічних збудників із гемокультури та перитонеальної рідини.

Генітальний шлях інфікування набуває особливої актуальності з початком статевих життів підлітків, оскільки часта зміна статевих партнерів та неадекватна контрацепція призводять до поширення патогенних мікроорганізмів через цервікальний канал, порожнину матки та маткові труби в черевну порожнину.

Транслокаційний шлях мікробної міграції через кишкову стінку відбувається після проникнення вірулентної мікрофлори в кишковий просвіт із порожнини рота та носоглотки, інших відділів шлунково-кишкового тракту (ШКТ) на тлі зниження імунного захисту при ринітах, фарингітах, синуситах, отитах, гепатитах, холециститах тощо [7,17,20,23]. Транслокація мікробів також створює умови для розвитку сепсису [17].

Лімфогенний шлях інфікування нами не розглядався, оскільки переконливих даних щодо його існування на сьогодні не існує [6,25].

Важливим фактором при АГС є розподіл за часом його перебігу, тому що при тривалому запальному процесі в порожнині малого таза можливе утворення периапендикулярних інфільтратів та апендикулярних абсцесів з одночасним залученням у процес апендикса, петель кишок, придатків матки, пасма чіпця. Для цього типу ускладнень патології характерно утворення сактосальпінксу, який складається зі сформованої обмеженої порожнини, яка містить частіше піосальпінкс у замкнутому просторі маткової труби, що утворено за рахунок злипання її ампулярного відділу, діагностика якого дуже складна, але важлива у вирішенні питань тактики щодо можливих органозберігаючих втручань [14,25].

Поеднана апендикулярно-генітальна патологія при катаральній формі запалення апендикса відмі-

**Таблиця 2**

Частота гінекологічної патології в дівчат з апендикулярно-генітальним синдромом

Гінекологічна патологія	Бік ураження	
	справа	зліва
Апоплексія яєчника	2	2
Перекрут придатків матки	2	2
Кіста яєчника	2	–
Сальпінгіт/сальпінгофорит	3	–
Усього	9	4

чалася в 2 (15,39%) випадках, при флегмонозній формі – у 8 (61,54%) випадках, при гангренозній формі – у 2 (15,39%) випадках, при периапендикулярному абсцесі – в 1 (7,68%) випадку (рис. 4).

Форми запалення апендикса верифікувалися тільки з урахуванням морфологічного висновка, оскільки труднощі диференційної діагностики під час візуалізації макроскопічних змін ГА на тлі абдомінального синдрому, особливо на ранніх термінах патології, не завжди давали змогу чітко визначити ступінь і виразність цих змін. Крім того, при АГС враховували можливі складнощі диференційної діагностики та візуальні похибки визначення справжнього запалення апендикса поряд із його вторинними змінами на тлі гострих неспецифічних захворювань органів малого таза.

За даними збору гінекологічного анамнезу серед пацієнток з АГС, у 5 (38,46%) випадках спостерігалися різні порушення менструального циклу (опсо-, дис-, олігоменорея). У 2 (15,38%) пацієнток в анамнезі відмічалися функціональні кісти яєчників, а 1 (7,69%) пацієнтка-підліток вказала на перенесене раніше запальне захворювання внутрішніх статевих органів.

Серед дітей досліджуваної групи частіше (61,54%) зустрічались апоплексія яєчників і перекрут придатків матки (табл. 2).

За наведеними в таблиці 2 даними, домінуючим боком ураження був правий (69,23%), двобічне ураження не спостерігалось.

За даними інтраопераційних знахідок і відповідно до висновків патогістологічних досліджень, серед пацієнток з АГС первинне ураження апендикса запідозрено в 7 (53,85%) випадках, а переважне ураження придатків матки (некроз яєчників при їх перекрутах) – у 2 (15,38%) хворих. Вторинні зміни апендикса та придатків матки на тлі ідіопатичного пельвіоперитоніту відмічено в 4 (33,77%) випадках.

Для вивчення особливостей перебігу синдрому ендогенної інтоксикації (CEI) при ГА та АГС у дівчат проведено комплексний аналіз деяких кількісних і

Таблиця 3

Динаміка показників ендогенної інтоксикації організму в групах порівняння

Група хворих	Показники ендогенної інтоксикації організму					
	лейкоцитоз ( $10^9/\text{л}$ )		ШОЕ (мм/год)		СІЕІ (ум. од.)	
	госпіталізація	виписка	госпіталізація	виписка	госпіталізація	виписка
ГА (n=190)	12,48±0,68	11,95±0,24	16,0±0,51	15,5±0,55	4,64±0,14	2,73±0,11
АГС (n=13)	9,65±0,58	7,5±1,03	14,5±0,24	12,4±0,61	1,78±0,30	1,68±0,32
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

розрахункових гематологічних показників, зокрема, величин лейкоцитозу, ШОЕ та СІЕІ на момент госпіталізації та виписки зі стаціонару.

Слід зазначити, що загалом рівні всіх показників СІЕІ, які підлягали аналізу, на момент госпіталізації в дівчат з ГА були вищими, ніж у пацієнток з АГС. Цей факт може свідчити про більший період часу існування патологічного стану в цій групі хворих, протягом якого в організмі створюються виразніші деструктивні зміни, що супроводжуються значними інтоксикаційними подразненнями білого паростка кровотворення, як однієї з провідних дезінтоксикаційних систем організму. При цьому величини всіх гематологічних показників СІЕІ перевищували показники норми, середньо сумарно в 1,66 раза.

Доказом такого припущення щодо більшої глибини розвитку СІЕІ саме в дітей з ГА є рівень СІЕІ на момент госпіталізації, який був у 2,6 раза вищим, ніж у групі хворих з АГС, що може використовуватись як певний діагностичний критерій.

Стосовно динаміки параметрів показників СІЕІ на момент виписки пацієнток зі стаціонару, у групі дітей з ГА лейкоцитоз знизився в 1,04 раза, при цьому в 1,59 раза повільніше, ніж у групі хворих з АГС, а ШОЕ уповільнилось в 1,03 раза серед пацієнток з ГА, але в 1,2 раза менше, ніж у пацієнток з АГС, своєю чергою, величина СІЕІ в пацієнток із ГА на момент виписки зменшилася в 1,7 раза, що відповідно в 1,6 раза менше, ніж у дівчат з АГС (табл. 3).

Така динаміка змін показників СІЕІ в перерізі патологічних процесів засвідчує переважання виразності інтоксикації серед пацієнток із ГА на всіх етапах дослідження, без остаточної нормалізації їх величин на момент виписки. Дещо нижчі рівні ІЕ спостерігалися серед дітей з АГС, а динаміка їх нормалізації перевищувала таку порівняно з групою пацієнток із ГА, зокрема: лейкоцитозу – в 1,29 раза, ШОЕ – в 1,17 раза, СІЕІ – в 1,06 раза.

Усім пацієнткам групи дослідження проведено оперативне лікування, обсяг якого в кожному конкретному випадку визначався операційними знахідками та поширеністю патологічного процесу. Більшість (61,58%) оперативних втручань виконано

лапароскопічно, із дотриманням принципів максимально органозберігаючих технік (апендектомія, деторсія органа, зупинка кровотечі, вилучення кіст, санація черевної порожнини, а за необхідності, дренажування порожнини малого таза). Лише у 2 (15,38%) випадках проведено видалення придатків матки при їх перекруті, за умов їх явного некрозу в разі тривалості захворювання понад 72 години.

У ранньому післяопераційному періоді всі пацієнтки групи дослідження отримали курс антибактеріальної терапії відповідно до результатів мікробіологічного дослідження перитонеальної рідини, що дало змогу припустити, що етіологічними агентами запалення при поєднаній апендикулярно-генітальній патології були асоціації умовно патогенних аеробно-анаеробних мікроорганізмів, які колонізують ШКТ, шкіру, сечову та статеву системи тощо. Орієнтовно, при апендикулярній формі АГС переважала *E. coli* (53,85%), при генітальній формі – *St. aureus* (15,38%), а при ідіопатичній – *St. Epidermitis*, *Ps. aeruginosa* та *Enterobacter cloacae* (33,77%).

У 11 (85,46%) пацієнток з ускладненим перебігом деструктивних форм ГА для попередження можливих післяопераційних ускладнень проведено курс протиспайкової терапії (медикаментозний та фізіотерапевтичний).

На основі отриманого нами в процесі дослідження фактичного матеріалу та враховуючи існуючі у відкритому просторі мережі Інтернет напрацювання інших вітчизняних та зарубіжних дослідників, нами запропоновано практично орієнтовані класифікаційні ознаки поєднаної апендикулярно-генітальної патології, що наведені нижче.

### Практично орієнтовані класифікаційні ознаки апендикулярно-генітального синдрому

#### I. За первинною локалізацією патологічного вогнища:

1. Апендикулярна форма (за частотою: гангренозно-перфоративний → апендикулярний



## Оригінальні дослідження. Урологія та гінекологія

абсцес → гангренозний → апендикулярний інфільтрат → флегмонозний → катаральний).

2. Генітальна форма.
3. Поєднана форма.
4. Криптогенна (ідіопатична) форма.
5. Екстрагенітальна форма.
6. Невизначена форма.

### II. За тривалістю перебігу:

1. Гострий АГС:
  - Сальпінгіт на тлі ГА.
  - Аднексит на тлі ГА.
  - Сальпінгоофорит на тлі перитоніту (первинного або вторинного).
  - Запалення придатків матки на тлі екстрагенітальної патології.
2. Хронічний АГС:
  - Запальні зміни придатків матки після апендектомії.
  - Запальні зміни придатків матки на тлі хронічного апендициту.

### III. За етіологічним фактором:

1. Неспецифічний АГС (аеробно-анаеробна асоціація збудників запалення в черевній порожнині та органах малого таза).
2. Специфічний АГС (гонококи, хламідії, мікобактерії туберкульозу, віруси, грибки, найпростіші, мікст інфекції тощо).

### IV. За можливим механізмом інфікування черевної порожнини:

1. Гематогенний шлях.
2. Генітальний (трансгенітальний) шлях.
3. Транслокаційний шлях:
  - прямий – безпосередньо через пошкоджену кишкову стінку;
  - опосередкований – через лімфатичні вузли в кровоносне русло.

### V. За провідними ускладненнями:

1. Апендикулярного походження.
2. Генітального походження.
3. Змішаного апендикулярно-генітального походження.
4. Невизначеного походження.

Враховуючи патогенетично обґрунтовані фактори розвитку патології, які брались до уваги під час розроблення практично орієнтованих класифікаційних ознак АГС та власний досвід, нами запропоновано діагностично-лікувальний алгоритм АГС у дівчат, вектор спрямування якого спрямовано на виявлення поєданого запалення апендикса та придатків матки в дівчат, які перебували на стаціонарному лікуванні за невідкладними показаннями, і який дає змогу обрати індивідуальну тактику ліку-

вання, визначити прогноз перебігу захворювання та попередити можливі ускладнення в післяопераційному періоді.

Для попередження ускладнень АГС при його оперативному розрішенні необхідно, на нашу думку, дотримуватись таких лікувально-профілактичних етапів, які потребують індивідуального визначення в кожному конкретному випадку:

I етап – передопераційний, під час якого потрібно якомога раніше визначити показання до оперативного лікування та підготувати до нього пацієнтку;

II етап – оперативне втручання. У сьогоdnішніх умовах розвитку медицини перевагу слід надавати лапароскопічним методам, у ході яких потрібно ретельно дослідити стан апендикса та маткових труб з яєчниками;

III етап – ранній післяопераційний період, який за найменшої можливості повинен будуватися на засадах Fast Track Surgery;

IV етап – пізній післяопераційний період, метою якого є подальше консервативне лікування АГС залежно від основного симптому шляхом симптоматичної та патогенетичної терапії.

Діагностичний пошук розпочинали зі збору та аналізу анамнестичних даних, завдяки яким вже на цьому етапі мали змогу запідозрити локалізацію первинного вогнища патологічного процесу. Для ГА характерним був поступовий початок (розвиток) больового синдрому, який мав періодичний характер, тоді як для гінекологічних нозологій притаманним був раптовий початок болю, що не змінювався протягом часу. Залежно від локалізації основного патологічного процесу, який призводить до подразнення больових рецепторів, важливо розрізняти три різновиди абдомінального болю (вісцеральний, парієтальний (соматичний) та іррадіюючий (віддзеркалюваний), кожний з яких може допомогти запідозрити конкретну патологію.

Наступним етапом діагностичного пошуку був огляд, який щодо гінекологічної патології виявляв характерні ознаки:

- порушення менструальної функції (гіпоменструальний синдром);
- наявність виділень зі статевих шляхів серозно-гнійного або гнійно-геморагічного характеру з неприємним запахом;
- болючість, збільшення матки та придатків, вкорочення склепінь піхви, які визначаються при пальпації;
- болючість передньої стінки прямої кишки при ректальному пальцево-дослідженні, що співпадає з даними інших дослідників [16,21,26].

Серед інструментальних методів діагностики перевагу надавали методу УЗД, який дає змогу візуалізувати зміни внутрішніх органів черевної порожнини та малого таза, у тому числі:

- оцінити топографію внутрішніх органів;
- визначити вікові розміри внутрішніх органів;
- визначити та оцінити характер (запальний екссудат) вільної рідини в черевній порожнині;
- з'ясувати чіткість меж ендометрію і міометрію та зміни ехогенності шарів матки, ступінь відповідності товщини середнього М-ехо фази менструального циклу та його можливу асиметрію або витончення;
- наявність/відсутність внутрішньоматкових зрощень (синехій), додаткових утворень та їхню структуру, форму, параметри стінки (капсули) тощо.

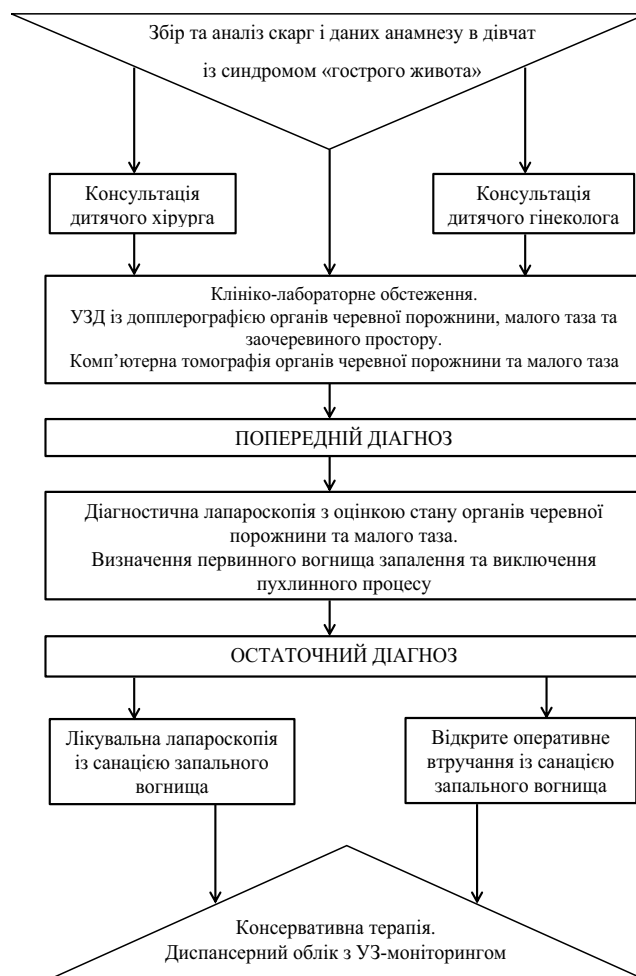
У суперечливих клінічних випадках найінформативнішим інструментальним методом є діагностична лапароскопія, показанням для якої є необхідність проведення диференційної діагностики захворювань із клінічною картиною «гострого живота», для визначення подальшої лікувальної тактики.

У процесі виконання діагностичної лапароскопії є змога провести оцінку: топографії внутрішніх органів, стану тонкої та товстої кишки; наявність гриж і вад розвитку органів черевної порожнини; наявність і ступінь запалення стінки апендикса; зовнішнього вигляду маткових труб; наявність, характер і можливе джерело патологічного екссудату; тонус/ригідність стінок маткових труб; наявність/відсутність перитубарних злук тощо [13,19].

На блок-схемі наведено алгоритм діагностики АГС, який дає змогу підвищити якість диференційної діагностики синдрому «гострого живота», зменшити кількість досліджень, знизити навантаження на пацієнтку і скоротити термін перебування в стаціонарі, що є позитивною тенденцією як для дитини, так і для медичного закладу (рис. 5).

Отже, проведений аналіз фактичного матеріалу показав, що в більшості випадків АГС практично неможливо підтвердити одночасну участь у запальному процесі апендикса та придатків матки, а також визначити первинне вогнище запалення до оперативного втручання, оскільки клінічна картина цього стану поєднує ознаки, притаманні як для ГА, так і для запальних захворювань придатків матки. Важливо враховувати, що відсутність ознак запалення придатків матки при явній клінічній картині ГА, а також симптомів запалення апендикса при патології органів малого таза жодним чином не виключає факт їхньої участі в патологічному процесі в дівчат.

Підсумовуючи викладений матеріал, слід зазначити, що АГС продовжує посідати вагоме місце в



**Рис. 5.** Практично орієнтована покрокова діагностично-лікувальна блок-схема апендикулярно-генітального синдрому

структурі запальних захворювань органів черевної порожнини та малого таза, а будучи міждисциплінарною проблемою, у кожному конкретному випадку потребує співпраці дитячих хірургів і дитячих гінекологів на всіх етапах діагностики, лікування та реабілітації патології.

## Висновки

З метою поліпшення якості та швидкості діагностування поєднаного запалення апендикса та придатків матки, як структурних елементів синдрому «гострого живота», передопераційне обстеження пацієнток має бути мультидисциплінарним та обов'язково включати огляд дитячого хірурга, дитячого гінеколога та педіатра, з проведенням УЗД органів черевної порожнини, малого таза і заочеревинного простору. Частота АГС у дівчат становить у середньому 6,4% від загальної кількості пацієнток із синдромом «гострого живота». При хірургічній санації первинного вогнища запалення відносно придатків матки тактика повинна бути максимально

## Оригінальні дослідження. Урологія та гінекологія

органозберігаючою із широким застосуванням лапароскопічних методик для обов'язкової візуальної оцінки органів черевної порожнини та малого таза. Пацієнтки, які перенесли оперативне лікування з приводу ГА в поєднанні із захворюваннями придатків матки, мають становити окрему диспансерну групу, у якій рекомендовано проведення профілактичних оглядів 1 раз на 3 місяці протягом першого післяопераційного року, а в подальшому – 1 раз на 6 місяців до моменту переведення пацієнтки до дорослого лікувально-профілактичного закладу.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

### References/Література

- Adamian LV, Sibirskaya EV, Sharkov SM, Medvedeva AO. (2019). «Ostryi zhivot» u devochek-podrostkov. osobennosti differentsialnoi diagnostiki. Detskaia khirurgiia. 23 (2): 86-90. [Адамян ЛВ, Сибирская ЕВ, Шарков СМ, Медведева АО. (2019). «Острый живот» у девочек-подростков. особенности дифференциальной диагностики. Детская хирургия. 23 (2): 86-90].
- Altchek A, Deligdisch L. (2009). Pediatric, adolescent and young adult gynecology. John Wiley & Sons: 516.
- Bufler P, Groß M, Uhlig HH. (2011). Chronische Bauchschmerzen bei Kindern und Jugendlichen. Dtsch Arztebl Int. 108 (17): 295-304.
- Dudarev VA, Maisenko DA, Galaktionova MIu. (2016). Trudnosti differentsialnoi diagnostiki ginekologicheskoi i khirurgicheskoi patologii u devochek-podrostkov, nakhodiashchikhsia na lechenii v detskikh otdeleniakh mnogoprofilnoi bolnitsy. Mat i ditiia v Kuzbasse. 4: 36-39. [Дударев ВА, Маисенко ДА, Галактионова МЮ. (2016). Трудности дифференциальной диагностики гинекологической и хирургической патологии у девочек-подростков, находящихся на лечении в детских отделениях многопрофильной больницы. Мать и дитя в Кузбассе. 4: 36-39].
- Fatkina OA, Sibirskaya EV, Poddubnyy IV, Glybina TM. (2014). Algoritm obsledovaniya i lecheniya devochek s appendikulyarno-genitalnym sindromom. Problemy reproduktivnoi meditsiny. 20 (1): 33-40. [Фаткина ОА, Сибирская ЕВ, Поддубный ИВ, Глыбина ТМ. (2014). Алгоритм обследования и лечения девочек с аппендикулярно-генитальным синдромом. Проблемы репродукции. 20 (1): 33-40].
- Fedorov KK. (2004). Pervichnyy peritonit u detey. Byulleten sibirskoy meditsiny. 3 (2): 47-56. [Федоров КК. (2004). Первичный перитонит у детей. Бюллетень сибирской медицины. 3 (2): 47-56].
- Fine RL, Vieira SM, Gilmore MS, Krieger MA. (2020). Mechanisms and consequences of gut commensal translocation in chronic diseases. Gut Microbes. 11 (2): 217-230.
- Garces A, Perez W, Harrison MS, Hwang KS, Nolen TL, Goldenberg RL et al. (2020). Association of parity with birthweight and neonatal death in five sites: The Global Network's Maternal Newborn Health Registry study. Reproductive Health. 17 (3): 1-7.
- Gerasimova TV, Gopchuk EN. (2017). Appendicular-genital syndrome in pediatric gynecology. Health of woman. 7 (123): 11-13. [Герасимова ТВ, Гопчук ОМ. (2017). Апендикулярно-генитальный синдром у дитячої гінекології. Здоров'я жінки. 7 (123): 11-13]. doi: 10.15574/HW.2017.123.11.
- Horbatiuk OM. (2016). Khirurhichna taktyka pry hostromu apendykulyarno-genitalnomu syndromi u divchat. Akusherstvo. Hinekologhiia. Henetyka. 1: 49-51. [Горбатюк ОМ. (2016). Хірургічна тактика при гострому апендикулярно-генітальному синдромі у дівчат. Акушерство. Гінекологія. Генетика. 1: 49-51].
- Iakovleva EB, Loskutova OV, Ruaenko II. (2011). Ostryi zhivot v ginekologii podrostkov (differentsialnaia diagnostika). Meditsina neotlozhnykh sostoiianii. 6 (37): 94-97. [Яковлева ЭБ, Лоскутова ОВ, Руаенко ИИ. (2011). Острый живот в гинекологии подростков (дифференциальная диагностика). Медицина неотложных состояний. 6 (37): 94-97].
- Iurasov IV, Pestrikova TIu. (2013). Vospalitelnye zabolevaniia organov malogo taza: sovremennye aspekty taktiki. Dalnevostochnyi meditsinskii zhurnal. 1: 130-133. [Юрасов, ИВ, Пестрикова ТЮ. (2013). Воспалительные заболевания органов малого таза: современные аспекты тактики. Дальневосточный медицинский журнал. 1: 130-133].
- Kartal T, Birge O. (2020). Bilateral torsion of fallopian tubes with bilateral hydrosalpinx: a case report. Journal of medical case reports. 14 (1): 1-4.
- Kazmi Z, Gupta S, Dobson M. (2016). Suggested spontaneous resolution of possible paediatric hydrosalpinx: a case report with discussion. Gynecological Surgery. 13 (1): 43-48.
- Kielly M, Jamieson MA. (2014). Pelvic inflammatory disease in virginal adolescent females without tubo-ovarian abscess. Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology. 27 (1): e5-e7.
- Kleinman RE, Goulet OJ, Mieli-Vergani G, Sanderson IR, Sherman PM, Shneider BL. (2008). Walker's Pediatric Gastrointestinal Disease: Physiology, Diagnosis, Management, BC Decker INC: Hamilton.
- Kouzu K, Tsujimoto H, Kishi Y, Ueno H, Shinomiya N. (2022). Bacterial Translocation in Gastrointestinal Cancers and Cancer Treatment. Biomedicines. 10 (2): 380.
- Malkov IS. (2011). Zabolevaniia, simuliruiushchie ostryi zhivot. Prakticheskaya meditsina. 48: 7-11. [Малков ИС. (2011). Заболевания, имитирующие острый живот. Практическая медицина. 48: 7-11].
- Monga J, Dwarakanath L, Chandran H. (2007). Laparoscopic salpingectomy for hydrosalpinx in adolescent females - a report of two cases. Gynecological Surgery. 4 (4): 309-311.
- Nagpal R, Yadav H. (2017). Bacterial translocation from the gut to the distant organs: an overview. Annals of Nutrition and Metabolism. 71 (1): 11-16.
- Petlakh VI, Konovalov AK, Konstantinova IN, Sergeev AV, Beliaeva OA, Okulov EA. (2012). Lechebno-diagnosticskii algoritm pri abdominalnom bolevom sindrome u devochek. Rossiiskii vestnik detskoi khirurgii, anesteziologii i reanimatologii. 2 (1): 65-71. [Петлах ВИ, Коновалов АК, Константинова ИН, Сергеев АВ, Беляева ОА, Окулов ЕА. (2012). Лечебно-диагностический алгоритм при абдоминальном болевом синдроме у девочек. Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2 (1): 65-71].
- Poddubnyy IV, Fatkina OA, Glybina TM, Sibirskaya EV. (2013). Appendikulyarno-genitalnyy sindrom u devochek. Detskaya khirurgiia. 2: 45-51. [Поддубный ИВ, Фаткина ОА, Глыбина ТМ, Сибирская ЕВ. (2013). Апендикулярно-генитальный синдром у девочек. Детская хирургия. 2: 45-51].
- Podoprigrora GIE, Kafarskaya LI, Baynov NA, Shkaporov AN. (2015). Bacterial translocation from intestine: microbiological, immunological and pathophysiological aspects. Annals of the Russian academy of medical sciences. 70 (6): 640-650.
- Proniaiev DV, Riabiy SI, Yemelianenko NR. (2020). Porivnialni morfometrichni kharakterystyky kruhlykh zv'язok matky dvokh viddalenykh u chasi hrup plodiv. Bukovynskiy medychnyi visnyk. 24; 3 (95): 80-86. [Проняев ДВ, Рябий СИ, Ємеляненко НР. (2020). Порівняльні морфометричні характеристики круглих зв'язок матки двох віддалених у часі груп плодів. Буковинський медичний вісник. 24; 3 (95): 80-86].
- Schlossberg D. (2008). Clinical infectious disease. Cambridge University Press.
- Sibirskaya EV, Adamian LV, Iatsyk SP, Geraskina SG. (2015). Abdominalnyi bolevoi sindrom u devochek pri opukholiakh i opukholevid-

- nykh obrazovaniikh pridakov matki. Rossiiskii pediatricheskii zhurnal. 18 (3): 54-59. [Сибирская ЕВ, Адамян ЛВ, Яцык СП, Гераськина СГ. (2015). Абдоминальный болевой синдром у девочек при опухолях и опухолевидных образованиях придатков матки. Российский педиатрический журнал. 18 (3): 54-59].
27. Strashok LA, Buznytska OV. (2021). Anthropometric characteristics of adolescents with signs of metabolic syndrome. Modern Pediatrics. Ukraine. 5 (117): 35-40. [Страшок ЛА, Бузницька ОВ. (2021). Антропометрична характеристика підлітків з ознаками метаболічного синдрому. Сучасна педіатрія. Україна. 5 (117): 35-40]. doi: 10.15574/SP.2021.117.35.
  28. Tomnyuk ND, Ryabkov IA, Zhigo PT, Tsibul'skiy YuA, Danilina EP. (2004). Appedikulyarno-genitalnyy sindrom v neotlozhnoy khirurgii. Skoraya meditsinskaya pomoshch. 5 (3): 55-56. [Томнюк НД, Рябков ИА, Жиги ПТ, Цибульский ЮА, Данилина ЕП. (2004). Аппендикулярно-генитальный синдром в неотложной хирургии. Скорая медицинская помощь. 5 (3): 55-56].
  29. Tuchkina IO, Pylypenko NS. (2022). Reproductive potential assesment of adolescent girls with gynecological pathology, born low to gestational weight. Modern Pediatrics. Ukraine. 1 (121): 42-48. [Тучкіна ІО, Пилипенко НС. (2022). Оцінка репродуктивного потенціалу дівчаток-підлітків із гінекологічною патологією, народжених із дефіцитом маси тіла. Сучасна педіатрія. Україна. 1 (121): 42-48]. doi: 10.15574/SP.2022.121.42.
  30. Uvarova EV. (2009). Detskaya i podrostkovaya ginekologiya. V.: Littera: 384. [Уварова ЕВ. (2009). Детская и подростковая гинекология. М.: Литттерра: 384].
  31. Vakulchik VG, Statskevich SYu, Polityko DD. (2019). Analysis of the results of using the Pediatric Appendicitis Score in the differential diagnosis of abdominal pain in children aged 5-17 years. Paediatric surgery. Ukraine. 2 (63): 23-28. [Вакульчик ВГ, Стацкевич СЮ, Политыко ДД. (2019). Анализ результатов применения Pediatric Appendicitis Score в дифференциальной диагностике болей в животе у детей в возрасте 5-17 лет. Хирургия дитячого віку. 2 (63): 23-28].
  32. Volf AS, Mittag YuE. (2004). Atlas detskoy i podrostkovoy ginekologii. Geotar-med.
  33. Vovk IB. (2011). Hinekologhiia dytiachoho i pidlitkovoho viku. Za red. IB Vovk, YuP Vdovychenka, OM Yuzka. Kyiv. [Вовк ІБ. (2011). Гінекологія дитячого і підліткового віку. За ред. І.Б. Вовк, Ю.П. Вдовиченка, О.М. Юзька. Київ].
  34. Wiesenfeld HC, Hillier SL, Meyn LA, Amortegui AJ, Sweet RL. (2012). Subclinical pelvic inflammatory disease and infertility. Obstetrics & Gynecology. 120 (1): 37-43.

#### Відомості про авторів:

**Коробко Юрій Євгенійович** – аспірант каф. дитячої хірургії Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, буд. 56. <https://orcid.org/0000-0002-3299-878X>.

**Коноплицький Віктор Сергійович** – д.мед.н., проф., зав. каф. дитячої хірургії Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Пирогова, буд. 56. <https://orcid.org/0000-0001-9525-1547>.

Стаття надійшла до редакції 07.09.2022 р., прийнята до друку 15.12.2022 р.



Д. В. Прозоровський, К. К. Романенко, М. Ю. Карпінський, О. В. Яресько

## Біомеханічне обґрунтування вибору засобу фіксації кісткових фрагментів при проксимальній остеотомії першої плеснової кістки

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

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):68-74; doi 10.15574/PS.2022.77.68

**For citation:** Prozorovsky DV, Romanenko KK, Karpinsky MYu, Yaresko OV. (2022). Biomechanical rationale for choosing a means of fixation of bone fragments during proximal osteotomy of the first metatarsal bone. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 68-74. doi: 10.15574/PS.2022.77.68.

Однією з найчастіших патологій, що стосується статичних деформацій переднього відділу стопи в підлітків, є вальгусна деформація першого пальця стопи. При легких ступенях застосовуються дистальні або діафізарні остеотомії, а при тяжких – проксимальні. Для фіксації кісткових фрагментів найчастіше використовуються шпичі, гвинти або пластини з кутовою стабільністю.

**Мета** – за допомогою біомеханічних досліджень вивчити напружено-деформований стан моделі стопи при різних варіантах остеосинтезу першої плеснової кістки після проксимальної остеотомії.

**Матеріали та методи.** Проведено математичне моделювання остеосинтезу першої плеснової кістки в корекції вальгусної деформації першого пальця стопи за допомогою проксимальної остеотомії. Моделювали три варіанти виконання остеосинтезу: шпичами Кіршнера, гвинтами, накістковою пластиною.

**Результати.** При остеосинтезі шпичами максимальні напруження 2,1 МПа виникають у дистальному фрагменті. У проксимальному фрагменті напруження вдвічі нижче – 1,2 МПа. Напруження в зоні резекції – 0,1 МПа. При остеосинтезі гвинтами напруження в проксимальному і дистальному фрагментах кістки практично однакові та становлять відповідно 0,9 МПа і 0,8 МПа. Напруження в зоні остеотомії – 0,1 МПа. Остеосинтез накістковою пластиною забезпечує низький рівень напружень у зоні остеотомії – 0,1 МПа, а також рівномірний розподіл напружень між проксимальним і дистальним фрагментами плеснової кістки – відповідно 0,8 МПа і 0,7 МПа.

При остеосинтезі шпичами та гвинтами величина відносної деформації кісткового регенерату не перевищує позначки 0,13%. При остеосинтезі накістковою пластиною цей показник сягає величини 0,5%.

**Висновки.** Для остеосинтезу кісткових фрагментів при проксимальній остеотомії першої плеснової кістки з метою усунення вальгусної деформації першого пальця стопи можуть бути використані шпичі, гвинти та накісткова пластина. Усі досліджені види остеосинтезу забезпечують низький рівень напружень у зоні остеотомії першої плеснової кістки, але за критерієм величин напружень у проксимальному і дистальному фрагментах кістки найгірший результат відмічається при остеосинтезі шпичами, найкращий – при остеосинтезі накістковою пластиною.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** підлітки, стопа, перший палець, деформація, остеотомія.

**Biomechanical rationale for choosing a means of fixation of bone fragments during proximal osteotomy of the first metatarsal bone****D. V. Prozorovskyi, K. K. Romanenko, M. Yu. Karpinsky, O. V. Yaresko***Sytenko Institute of Spine and Joints Pathology of the NAMS of Ukraine, Kharkiv*

One of the most common pathologies that occurs in static deformities of the anterior joint of the foot in the foot is valgus deformity of the first toe. Distal or diaphyseal osteotomies are used for mild degrees, and proximal osteotomies for severe ones. Spikes, screws or plates with angular stability are most often used to fix bone fragments.

**Purpose** – with the help of biomechanical studies, to study the stress-deformed state of the foot model with different options for osteosynthesis of the first metatarsal bone after the proximal osteotomy.

**Materials and methods.** Mathematical modeling of osteosynthesis of the first metatarsal bone during correction of valgus deformity of the first toe using proximal osteotomy was carried out. Three variants of osteosynthesis were modeled: Kirschner pins, screws, and a bone plate.

**Results.** During osteosynthesis with spikes, maximum stresses of 2.1 MPa occur in distal fragment. In the proximal fragment, the stresses are twice as low – 1.2 MPa. The tension in the resection zone is 0.1 MPa. During osteosynthesis with screws, the stresses in the proximal and distal fragments of the bone are almost the same, and are 0.9 MPa and 0.8 MPa, respectively. The tension in the osteotomy zone is 0.1 MPa. Osteosynthesis with a bone plate provides a low level of stresses in the osteotomy zone – 0.1 MPa, as well as an even distribution of stresses between the proximal and distal fragments of the metatarsal bone – 0.8 MPa and 0.7 MPa, respectively.

During osteosynthesis with spikes and screws, the relative deformation of the bone regenerate does not exceed 0.13%. During osteosynthesis with a bone plate, this figure reaches 0.5%.

**Conclusions.** For osteosynthesis of bone fragments during proximal osteotomy of the first metatarsal bone in order to eliminate valgus deformity of the first toe, spikes, screws and a bone plate can be used. All investigated types of osteosynthesis provide a low level of stress in the osteotomy zone of the first metatarsal bone, but, according to the criterion of stress values in the proximal and distal fragments of the bone, osteosynthesis with spikes showed the worst result, and osteosynthesis with a bone plate showed the best.

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 the participating institution. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interests was declared by the authors.

**Keywords:** juvenile, foot, first toe, deformity, osteotomy.

**Вступ**

Однією з найчастіших патологій, що стосується статичних деформацій переднього відділу стопи в підлітків, є вальгусна деформація першого пальця стопи [4]. Вона проявляється не тільки вальгусним відхиленням першого пальця стопи, а також варусною деформацією першої плеснової кістки. Для лікування цієї ортопедичної патології застосовуються здебільшого хірургічні методи, зокрема, різноманітні остеотомії першої плеснової кістки [3]. При легких ступенях вальгусної деформації першого пальця стопи застосовуються дистальні або діафізарні остеотомії [5,7], а при більш тяжких – проксимальні [8]. Для фіксації кісткових фрагментів після проксимальної остеотомії найчастіше за все використовуються шпиги, гвинти або пластини з кутовою стабільністю, звідси, це стосується тих випадків, коли зони росту кістки вже закриті [13]. Враховуючи те, що випадки пацієнтів із тяжкими деформаціями переднього відділу стопи значно складніші за випадки пацієнтів із легкими ступенями деформації, то питання вибору оптимального засобу фіксації кісткових фрагментів після проксимальної остеотомії першої плеснової кістки набуває особливої актуальності.

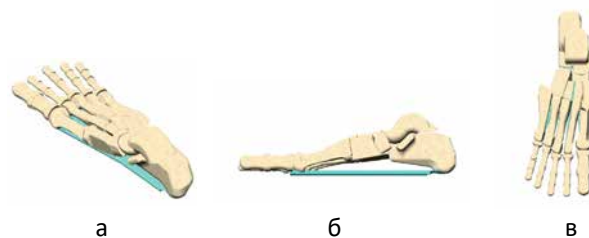
**Мета** дослідження – за допомогою біомеханічних досліджень вивчити напружено-деформований стан

моделі стопи при різних варіантах остеосинтезу першої плеснової кістки після проксимальної остеотомії.

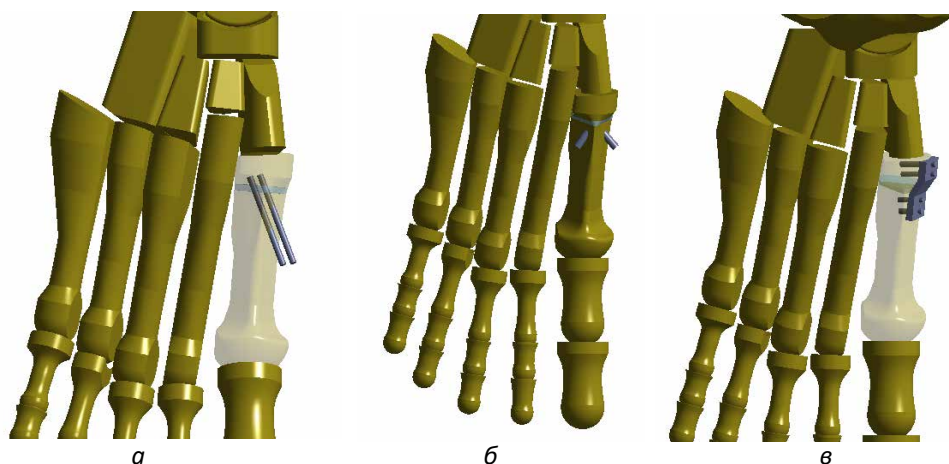
**Матеріали та методи дослідження**

У лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України» проведено математичне моделювання остеосинтезу першої плеснової кістки в корекції вальгусної деформації першого пальця стопи за допомогою проксимальної остеотомії. Для цього обрано базову скінчено-елементну модель стопи [2,9,14], наведену на рисунку 1.

Моделювали три варіанти виконання остеосинтезу першої плеснової кістки після її коригувальної проксимальної остеотомії: шпигами Кіршнера, гвинтами, накістковою пластиною. У зоні остеотомії виконували спеціальний шар із властивостями кіст-



**Рис. 1.** Модель стопи: а – загальний вигляд; б – вигляд у сагітальній площині; в – вигляд зверху



**Рис. 2.** Моделі стопи з різними варіантами остеосинтезу першої плеснової кістки: а – остеосинтез спицями Кіршнера; б – остеосинтез гвинтами; в – остеосинтез накістковою пластиною



**Рис. 3.** Схема навантаження моделей

**Таблиця 1**

Механічні характеристики матеріалів, використовуваних у моделюванні

Матеріал		Коефіцієнт Пуассона, $\nu$
Кортикальна кістка		0,29
Губчаста кістка	330	0,30
Хрящова тканина	10,5	0,49
Зв'язки	110000	0,20
Кістковий регенерат	1,00	0,45
Легована сталь	210000	0,30

кового регенерату. Зовнішній вигляд моделей наведено на рисунку 2.

У моделюванні матеріал рахували однорідним та ізотропним. За скінчений елемент обирали 10-вузловий тетраедр із квадратичною апроксимацією. Механічні властивості біологічних тканин обирали за даними літератури [2,9,10,14]. Характеристики штучних матеріалів обирали за даними технічної літератури [11]. Для аналізу використовували такі характеристики, як  $E$  – модуль пружності (модуль Юнга),  $\nu$  – коефіцієнт Пуассона. Дані про механічні характеристики матеріалів наведено в таблиці 1.

У процесі дослідження моделювали навантаження, яке виникає при одноопорному стоянні. Схема навантаження моделей наведено на рисунку 3.

Для здійснення навантаження моделі мали жорстке закріплення по підшовній поверхні кісток стопи. Вертикальне осьове навантаження на стиск здійснювали розподіленою силою 400 Н (середній показник маса тіла підлітків віком 13–14 років при одноопорному стоянні) [11], яку прикладали до тібіального плато великогомілкової кістки.

Під час моделювання досліджували величини максимальних напружень у проксимальному і дис-

тальному фрагментах першої плеснової кістки, у зоні остеотомії та в металевих конструкціях. Також вивчали величини відносних деформацій у кістковому регенераті.

Дослідження напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою методу кінцевих елементів. За критерій оцінки напруженого стану моделей використовували напруження за Мізесом [15].

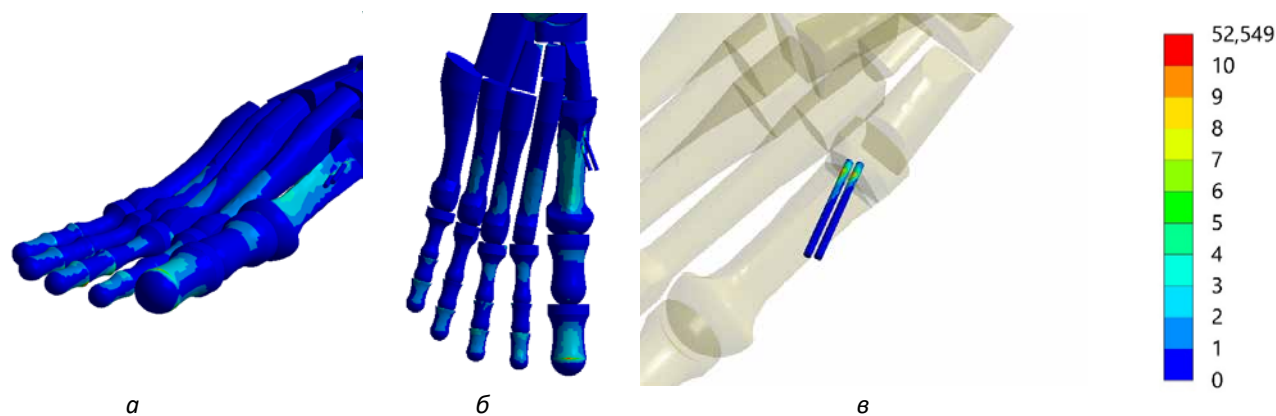
Моделювання виконували за допомогою системи автоматизованого проектування «SolidWorks». Розрахунки напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою програмного комплексу «CosmosM» [1].

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації, схвалено позитивним рішенням комітету з біоетики при ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України» (протокол №22 від 20.12.2021). На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

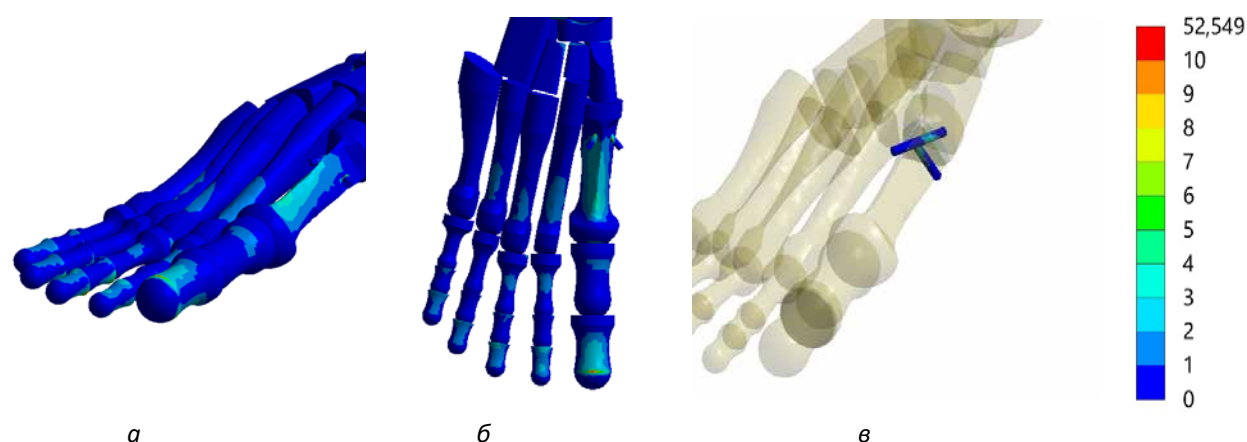
## Результати дослідження та їх обговорення

Першим етапом роботи розглядали напружено-деформований стан моделі стопи при остеосинтезі першої плеснової кістки спицями. Картину розподілу напружень у моделі наведено на рисунку 4.

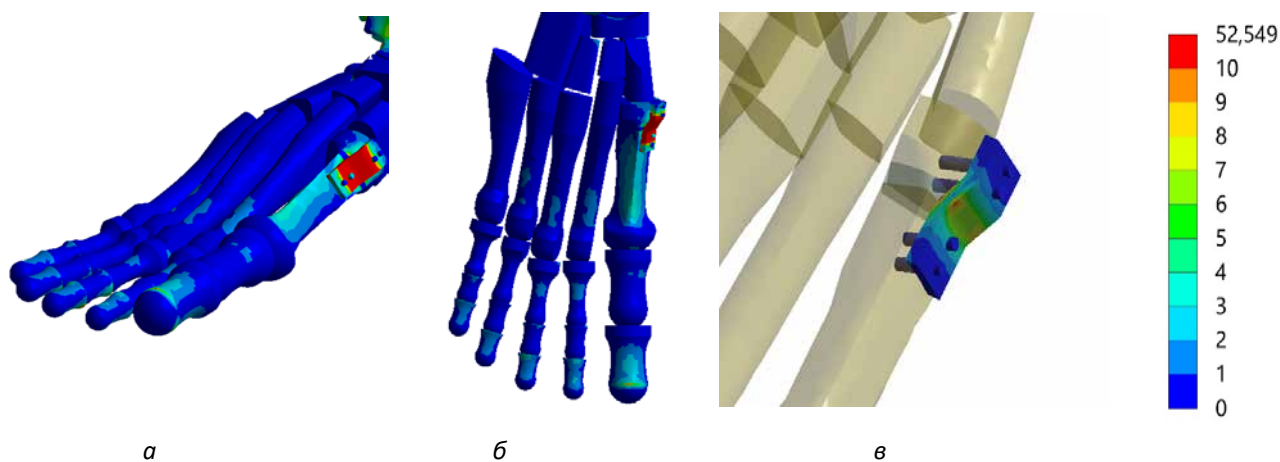
Результати математичного моделювання показали, що при остеосинтезі першої плеснової кістки спицями максимальне напруження величиною 2,1 МПа виникає в її дистальному фрагменті. У проксимальному фрагменті напруження вдвічі нижче і спостерігається на відмітці 1,2 МПа. Напруження в зоні резекції не перевищує позначки 0,1 МПа. Що стосується металевих конструкцій, то найбільш напруженою виявляється медіальна спиця –



**Рис. 4.** Напружено-деформований стан моделі стопи при остеосинтезі першої плеснової кістки шпильками Кіршнера: а – загальний вигляд; б – вигляд зверху; в – напруження в металевих елементах



**Рис. 5.** Напружено-деформований стан моделі стопи при остеосинтезі першої плеснової кістки гвинтами: а – загальний вигляд; б – вигляд зверху; в – напруження в металевих елементах



**Рис. 6.** Напружено-деформований стан моделі стопи при остеосинтезі першої плеснової кістки накістковою пластиною: а – загальний вигляд; б – вигляд зверху; в – напруження в металевих елементах

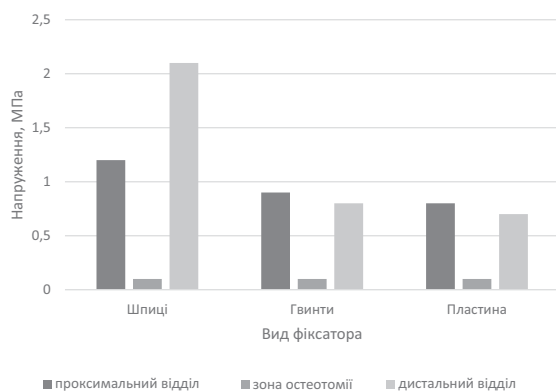
11,5 МПа. Напруження на латеральній шпильці визначається на позначці 9,6 МПа.

Напружено-деформований стан моделі стопи при остеосинтезі першої плеснової кістки гвинтами наведено на рисунку 5.

Проведене дослідження показало, що при остеосинтезі першої плеснової кістки гвинтами напруження в проксимальному і дистальному фрагментах кістки практично однакові та становлять відповідно 0,9 МПа і 0,8 МПа. Напруження в зоні остеотомії



## Оригінальні дослідження. Ортопедія



**Рис. 7.** Діаграма розподілу напружень у кісткових елементах моделі стопи з різними варіантами остеосинтезу першої плеснової кістки

практично відсутнє і не перевищує позначки 0,1 МПа. Серед металевих елементів модель найбільш напруженим виявляється латеральний гвинт, на якому величина напруження сягає позначки 5,8 МПа. На медіальному гвинті напруження не перевищує значення 4,5 МПа.

На рисунку 6 наведено розподіл напружень у моделі стопи при остеосинтезі першої плеснової кістки накістковою пластиною.

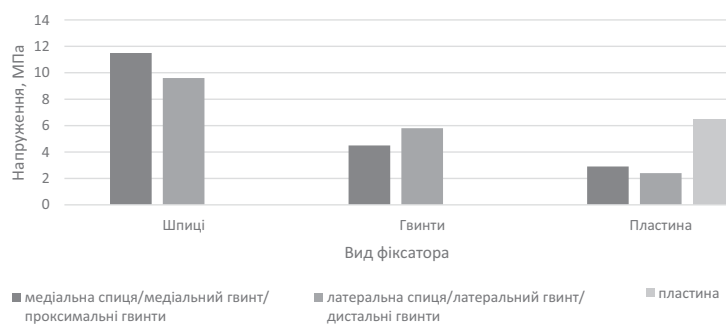
Остеосинтез першої плеснової кістки накістковою пластиною дає змогу забезпечити низький рівень напружень у зоні остеотомії – 0,1 МПа, а також отримати рівномірний розподіл напружень між проксимальним і дистальним фрагментами плеснової кістки, у яких величини напружень визначаються на рівні відповідно 0,8 МПа і 0,7 МПа. При цьому напруження на фіксуючих гвинтах також розподіляються рівномірно і визначаються на позначках 2,9 МПа і 2,4 МПа відповідно в проксимальному і дистальному фрагментах плеснової кістки. Основне навантаження приймає на себе саме накісткова пластина, напруження в якій сягає значення 6,5 МПа.

Дані про величини напружень в елементах моделі при різних способах остеосинтезу першої плеснової кістки наведено в таблиці 2.

**Таблиця 2**

Величини напружень у моделях різних варіантів остеосинтезу першої плеснової кістки

Елемент моделі	Напруження, МПа		
	шпиці	гвинти	пластина
Проксимальний відділ	1,2	0,9	0,8
Зона остеотомії	0,1	0,1	0,1
Дистальний відділ	2,1	0,8	0,7
Медіальна шпигця / медіальний гвинт / проксимальні гвинти	11,5	4,5	2,9
Латеральна шпигця / латеральний гвинт / дистальний гвинт	9,6	5,8	2,4
Пластина			6,5



**Рис. 8.** Діаграма величин напружень в елементах металевих конструкцій моделі у стопі з різними варіантами остеосинтезу першої плеснової кістки

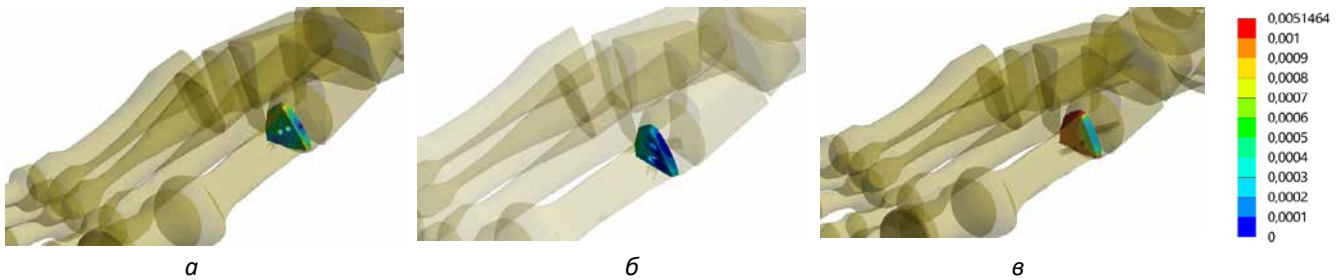
Наочне уявлення про співвідношення величин напружень у моделях стопи, залежно від способу остеосинтезу першої плеснової кістки, можна отримати за допомогою діаграми, наведеної на рисунку 7.

Як показано на рисунку 7, усі досліджені види остеосинтезу забезпечують низький рівень напружень у зоні остеотомії першої плеснової кістки. Але за критерієм величин напружень у проксимальному і дистальному фрагментах кістки найгірший результат спостерігається при остеосинтезі шпигцями, а найкращий – при остеосинтезі накістковою пластиною.

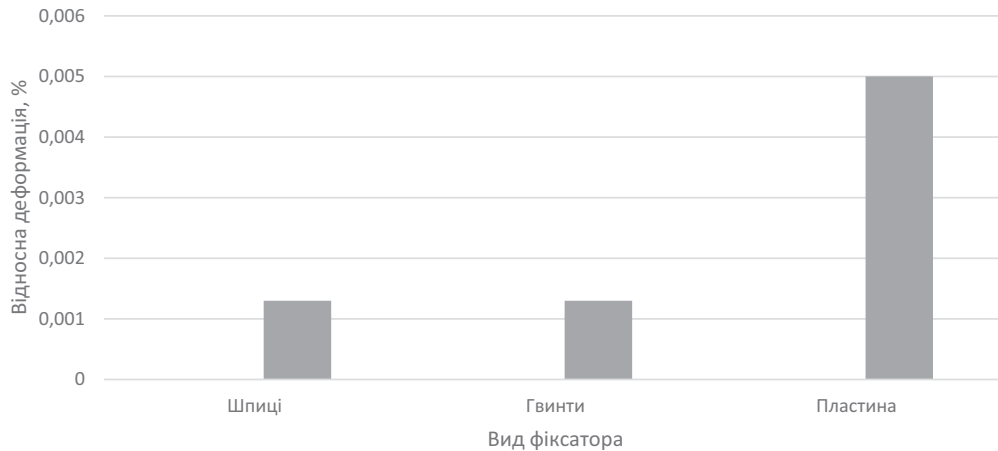
Діаграма, наведена на рисунку 8, надає уявлення про співвідношення величин напружень у металевих елементах при різних видах остеосинтезу.

Наведена діаграма надає наочне уявлення про те, що серед різних видів остеосинтезу найбільш напруженими виявляються шпигці. Найменш напруженими є гвинти при остеосинтезі накістковою пластиною, саме за рахунок наявності пластины, яка бере на себе основне навантаження.

Другим етапом роботи визначали величини відносних деформацій кісткового регенерату в зоні остеотомії першої плеснової кістки при різних видах



**Рис. 9.** Картина розподілу деформацій у кістковому регенераті при різних видах остеосинтезу першої плеснової кістки: а – остеосинтез спицями; б – остеосинтез гвинтами; в – остеосинтез накістковою пластиною



**Рис. 10.** Діаграма величин відносних деформацій кісткового регенерату залежно від виду остеосинтезу першої плеснової кістки

її остеосинтезу. Розподіл відносних деформацій у кістковому регенераті в моделі стопи при остеосинтезі першої плеснової кістки спицями наведено на рисунку 9.

Проведене математичне моделювання показало, що при остеосинтезі першої плеснової кістки спицями та гвинтами величини відносної деформації кісткового регенерату не перевищують позначки 0,13%. При остеосинтезі накістковою пластиною цей показник сягає величини 0,5%.

Дані про величини відносних деформацій кісткового регенерату при різних видах остеосинтезу першої плеснової кістки наведено в таблиці 3.

Наочне уявлення про співвідношення показників відносних деформацій кісткового регенерату першої плеснової кістки, залежно від виду її остеосинтезу, можна отримати за допомогою діаграми, наведеної на рисунку 10.

Наведена діаграма наочно відображає, що при остеосинтезі накістковою пластиною величина відносної деформації кісткового регенерату значно вища за таку при остеосинтезі спицями та гвинтами. Це обумовлено тим, що при остеосинтезі накістковою пластиною фіксуючі гвинти розташовані поза зоною остеотомії, а при інших видах остеосинтезу спиці

та гвинти проходять безпосередньо через зону резекції, що забезпечує меншу рухомість між проксимальним і дистальним фрагментами першої плеснової кістки. Але якщо розглядати ці деформації в абсолютних величинах, то при умовному діаметрі кістки 10 мм величина відносної деформації 0,5% відповідає зміщенню проксимального та дистального фрагментів кістки відносно один одного на 0,05 мм. Якщо прийняти до уваги, що мікрорухомість у зоні уламків у зоні перелому сприяє процесу їх зрощення [12], а також те, що накісткова пластина забезпечує нижчий рівень напружень у кісткових фрагментах та на фіксуючих гвинтах, то можна стверджувати, що накісткова пластина є найкращим засобом для остеосинтезу першої плеснової кістки при остеотомії в її проксимальному відділі.

**Таблиця 3**

Величини деформацій у кістковому регенераті при різних видах остеосинтезу першої плеснової кістки (%)

Вид фіксатора для остеосинтезу	Відносна деформація
Спиці	0,13
Гвинти	0,13
Пластина	0,5

## Оригінальні дослідження. Ортопедія

### Висновки

Для остеосинтезу кісткових фрагментів при проксимальній остеотомії першої плеснової кістки з метою усунення вальгусної деформації першого пальця стопи можуть бути використані шпиги, гвинти та накісткова пластина.

Усі досліджені види остеосинтезу забезпечують низький рівень напружень у зоні остеотомії першої плеснової кістки, але за критерієм величин напружень у проксимальному і дистальному фрагментах кістки найгірший результат відмічається при остеосинтезі шпигами, найкращий – при остеосинтезі накістковою пластиною.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Робота є частиною завершеної НДР ЦФ.2019.3. НАМНУ, держреєстрація №0118U006951.

### References/Література

1. Alyamovskiy AA. (2004). SolidWorks / COSMOSWorks. Inzhenernyy analiz metodom konechnykh elementov. Moscow: DMK Press: 432. [Алямовский АА. (2004). SolidWorks / COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. Москва: ДМК Пресс: 432].
2. Berezovskiy VA, Kolotilov NN. (1990). Biofizicheskiye kharakteristiki tkaney cheloveka. Spravochnik. Kyiv. Naukova dumka: 224. [Березовский ВА, Колотило НН. (1990). Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. Киев: Наукова думка: 224].
3. Coughlin MJ, Carlson RE. (1999). Treatment of hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: evaluation of double and triple first ray osteotomies. Foot Ankle Int. 20: 762–770.
4. Coughlin MJ. (1996). Hallux valgus. J. Bone Joint Surg. Am. 78: 932–966.
5. Croitoru GM, Betisor VK, Darchuk MI. (2003). SCARF osteotomy in the surgical treatment of valgus deformity of the first toe. Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 3: 113–114. [Кроитору ГМ, Бецишор ВК, Дарчук МИ. (2003). Остеотомия SCARF при хирургическом лечении вальгусной деформации первого пальца стопы. Ортопедия, травматология и протезирование. 3: 113–114].
6. Gere JM, Timoshenko SP. (1997). Mechanics of Material: 912.
7. Goforth WP, Martin JE, Domrose DS et al. (1996). Austin bunionectomy using single screw fixation: five-year versus 18-month follow-up findings. J. Foot Ankle Surg. 35: 255–259.
8. Khlopas H, Fallat LM. (2020). Correction of Hallux Abducto Valgus Deformity Using Closing Base Wedge Osteotomy: A Study of 101 Patients. J. Foot and Ankle Surgery. 59 (5): 979–983.
9. Korolkov O, Rakhman P, Karpinsky M, Shishka I, Yaresko O. (2017). Assessment of stress-strain distribution in flatfoot deformity (part 1). Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 4: 80–84. [Корольков ОИ, Рахман ПМ, Карпинский МЮ, Шишка ИВ, Ярьеско ОВ. (2017). Дослідження напружено-деформованого стану моделі стопи в разі плоско-вальгусної деформації (повідомлення перше). Ортопедия, травматология и протезирование. 4: 80–84]. doi: 10.15674/0030–59872017480–84.
10. Korolkov O, Rakhman P, Karpinsky M, Shishka I, Yaresko O. (2018). Characteristics of stress-strain foot model before and after subtalar arthroereisis with implants at the treatment of flat-foot (message 2). Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 1: 65–71. [Корольков ОИ, Рахман ПМ, Карпинский МЮ, Шишка ИВ, Ярьеско ОВ. (2018). Характеристика напружено-деформованого стану моделі стопи до та після лікування плоско-вальгусної деформації з використанням імплантатів для підняття артроерезу (повідомлення друге). Ортопедия, травматология и протезирование. 1: 65–71]. doi: 10.15674/0030–59872018165–71.
11. Obratsov IF, Adamovich IS, Barer IS et al. (1988). Problema prochnosti v biomekhanike. Uchebnoye posobiye dlya tekhnich. i biol. spets. VUZov. Moscow: Vyssh. shkola: 311. [Образцов ИФ, Адамович ИС, Барер ИС и др. (1988). Проблема прочности в биомеханике. Учебное пособие для технич. и биол. спец. ВУЗов. М.: Высш. школа: 311].
12. Popsuyshapka OK. (1991). Funktsional'noye lecheniye diafizarnykh perelomov kostey konechnostey (klinicheskoye i eksperimental'noye obosnovaniye). Doctoral dissertation. Kharkiv: Sytenko Institute of Spine and Joints Pathology of the NAMS of Ukraine. [Попсуйшапка ОК. (1991). Функциональное лечение диафизарных переломов костей конечностей (клиническое и экспериментальное обоснование). Дисс. ... д-ра мед. наук: 14.01.21. ДУ «Институт патологии хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України»].
13. Prozorovsky DV, Romanenko KK, Goridova LD, Ershov DV. (2012). The choice of fixation method for proximal osteotomy of the first metatarsal bone. Trauma. 13: 3. [Прозоровский ДВ, Романенко КК, Горидова ЛД, Ершов ДВ. (2012). Выбор способа фиксации при проксимальной остеотомии первой плюсневой кости. Травма. 13: 3].
14. Shyshka IV, Korolkov OI, Karpinskyi MIu, Yaresko OV. (2021). Matematychnye modelivannia napruzhenno-deformovanoho stanu elementiv stopy v umovakh hipoplazii lateralnoi kistochky. Ortopediya, travmatologiya y protezyrovanye. 4: 49–57. [Шишка ИВ, Корольков ОИ, Карпинский МЮ, Ярьеско ОВ. (2021). Математичне моделювання напружено-деформованого стану елементів стопи в умовах гіпоплазії латеральної кісточки. Ортопедия, травматология и протезирование. 4: 49–57]. doi: 10.15674/0030–59872021449–57.
15. Zenkevich OK. (1978). Metod konechnykh elementov v tekhnike. Moscow: Mir: 519. [Зенкевич ОК. (1978). Метод конечных элементов в технике. М: Мир: 519].

### Відомості про авторів:

**Прозоровський Дмитро Веніамінович** – к.мед.н., ст.н.с. відділу травматології опорно-рухового апарату ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0002-0469-747X>.

**Романенко Костянтин Костянтинович** – к.мед.н., ст.н.с. відділу травматології опорно-рухового апарату ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0002-1639-8274>.

**Карпінський Михайло Юрійович** – ст.н.с. лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0002-3004-2610>.

**Ярьеско Олександр Васильович** – мол.н.с. лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0002-2037-5964>.

Стаття надійшла до редакції 04.10.2022 р., прийнята до друку 18.12.2022 р.

УДК 616.718.5/.6-001.52-007.2:613.65]:004.492] (045)

С. О. Хмизов, Є. Ю. Якушкін, М. Ю. Карпінський, О. В. Ярьсько

## Математичне моделювання напружено-деформованого стану моделі колінного суглоба при аплазії хрестоподібних зв'язок та після відновлення зв'язкового апарату

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

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):75-83; doi 10.15574/PS.2022.77.75

**For citation:** Khmyzov SO, Yakushkin EYu, Karpinsky MYu, Yaresko OV. (2022). Mathematical modeling of the stress-strain state of the knee joint model with aplasia of the cruciate ligaments and after restoration of the ligamentous apparatus. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 75-83. doi: 10.15574/PS.2022.77.75.

Вади закладки та розвитку хрестоподібних зв'язок є однією з основних причин розвитку нестабільності колінного суглоба при вроджених повздовжніх вадах розвитку нижніх кінцівок. Ця патологія зустрічається з частотою 0,017 на 1000 новонароджених. Відсутність хрестоподібних зв'язок призводить до зміни форми суглобових поверхонь колінного суглоба і формується за рахунок гіпоплазії виростків стегнової кістки, відсутності міжвиросткової ямки стегнової кістки та відсутності міжвиросткового підвищення великогомілкової кістки.

**Мета** – вивчити напружено-деформований стан колінного суглоба при аплазії хрестоподібних зв'язок до та після реконструктивних втручань; порівняти отримані результати з нормою.

**Матеріали та методи.** Розроблена базова скінчено-елементна модель нижньої кінцівки, доповнена колатеральними та хрестоподібними зв'язками колінного суглоба. На основі базової моделі розроблена модель з аплазією хрестоподібних зв'язок колінного суглоба та модель, яка відображає стан колінного суглоба після виконання реконструктивного оперативного втручання за методикою SUPER KNEE за D. Paley. Модель випробували під впливом вертикального навантаження в положенні згинання колінного суглоба під кутом 135°.

**Результати.** Результати проведеного математичного моделювання показали, що аплазія хрестоподібних зв'язок призводить до підвищення рівня напружень як у кісткових елементах моделі, так і в елементах зв'язкового апарату. Відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба штучними матеріалами за методикою SUPER KNEE за D. Paley дає змогу знизити рівень напружень у кісткових елементах моделі, при цьому напруження в стегновій кістці визначаються меншим навіть порівняно з моделлю в нормі. Зв'язки зі штучного матеріалу приймають на себе основні навантаження в колінному суглобі та забезпечують рівномірне навантаження лавсанової стрічки з обох боків суглоба. Високий рівень напружень у лавсановій стрічці порівняно з нормальними зв'язками обумовлений вищим модулем пружності матеріалу і меншою його пластичністю.

**Висновки.** Аплазія хрестоподібних зв'язок призводить до підвищення рівня напружень як у кісткових елементах моделі, так і в елементах зв'язкового апарату. Відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба дає змогу знизити рівень напружень у кісткових елементах моделі з аплазією зв'язок та наближає значення до параметрів моделі в нормі. Напруження у зв'язковому апараті колінного суглоба після його відновлення значно зростають, що обумовлено механічними властивостями штучного матеріалу, що замінює зв'язки. Підвищений рівень напружень, що виникає в лавсановій стрічці, свідчить про те, що вона міцно тримає навантаження, що виникають у суглобі.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** хрестоподібні зв'язки, аплазія, напруження.



**Mathematical modeling of the stress-strain state of the knee joint model with aplasia of the cruciate ligaments and after restoration of the ligamentous apparatus****S. O. Khmyzov, E. Yu. Yakushkin, M. Yu. Karpinsky, O. V. Yaresko***Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the NAMS of Ukraine, Kharkiv*

Defects in the establishment and development of the cruciate ligaments are one of the main causes of the instability of the knee joint in congenital longitudinal defects of the development of the lower limbs. This pathology occurs with a frequency of 0.017 per 1000 newborns. The absence of cruciate ligaments leads to a change in the shape of the articular surfaces of the knee joint, and is formed due to hypoplasia of the femoral condyles, the absence of the intercondylar fossa of the femur, and the absence of the intercondylar elevation of the tibia.

**Purpose** – to study the stressed-deformed state of the knee joint with aplasia of the cruciate ligaments before and after reconstructive interventions and to compare the obtained results with the norm.

**Materials and methods.** A basic finite-element model of the lower limb was developed, which was supplemented with collateral and cruciate ligaments of the knee joint. On the basis of the basic model, a model with aplasia of the cruciate ligaments of the knee joint and a model reflecting the state of the knee joint after reconstructive surgery using the SUPER KNEE method according to D. Paley were developed. The model was tested under the influence of a vertical load in the position of bending the knee joint at an angle of 135°.

**Results.** The results of the mathematical modeling showed that the aplasia of the cruciate ligaments leads to an increase in the stress level, both in the bone elements of the model and in the elements of the ligamentous apparatus. Restoration of the ligamentous apparatus of the knee joint with artificial materials according to the SUPER KNEE method according to D. Paley allows to reduce the stress level in the bone elements of the model, while the stress in the femur is determined to be lower even compared to the normal model. Ligaments made of artificial material assume the main loads in the knee joint, and ensure an even load of mylar tape on both sides of the joint. The high level of stresses in mylar tape compared to normal ties is due to the higher modulus of elasticity of the material and its lower plasticity.

**Conclusions.** Aplasia of the cruciate ligaments leads to an increase in the stress level, both in the bony elements of the model and in the elements of the ligamentous apparatus. Restoration of the ligamentous apparatus of the knee joint allows to reduce the stress level in the bony elements of the model with ligament aplasia, and brings the values closer to the parameters of the normal model. Tensions in the ligamentous apparatus of the knee joint after its restoration increase significantly, which is due to the mechanical properties of the artificial material that replaces the ligaments. The increased level of stress that occurs in the mylar tape indicates that it firmly holds the load arising in the joint.

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 the participating institution.

No conflict of interests was declared by the authors.

**Key words:** cruciate ligaments, aplasia, tension.

**Вступ**

Вади закладки та розвитку хрестоподібних зв'язок є однією з основних причин розвитку нестабільності колінного суглоба при вроджених позовдовжніх вадах розвитку нижніх кінцівок [5]. Ця патологія зустрічається з частотою 0,017 на 1000 новонароджених. Патологія маловивчена, хоча вперше особливості анатомії колінного суглоба при аплазії хрестоподібних зв'язок у своїх працях описав у 1956 р. В. Giorgi та вказував, що відсутність хрестоподібних зв'язок призводить до зміни форми суглобових поверхонь колінного суглоба подібної до «шара та виїмки» і формується за рахунок гіпоплазії виростків стегнової кістки, відсутності міжвиросткової ямки стегнової кістки та відсутності міжвиросткового підвищення великогомілкової кістки [3]. На цей момент вищезгадана патологія компенсується за рахунок виконання позасуглобових реконструкцій зв'язкового апарату колінного суглоба. Патологія маловивчена, у світовій літературі немає даних стосовно особливостей біомеханіки колінного суглоба при аплазії хрестоподібних зв'язок.

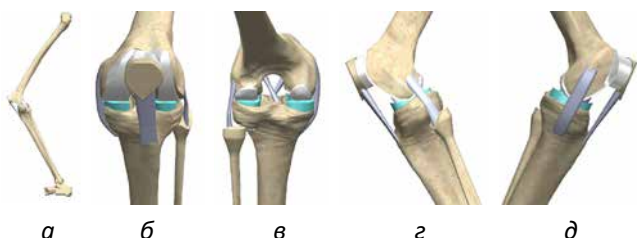
**Мета дослідження** – вивчити напружено-деформований стан колінного суглоба при аплазії хрестоподібних зв'язок до і після реконструктивних втручань; порівняти отримані результати з нормою.

**Матеріали та методи дослідження**

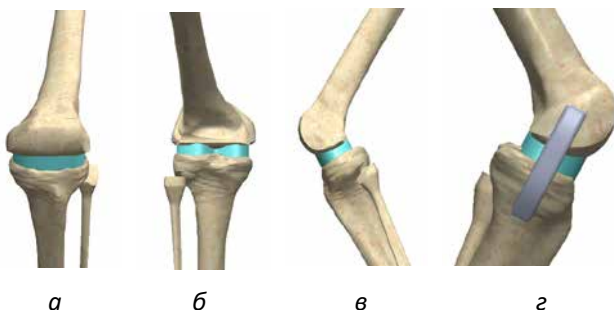
У лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М. І. Ситенка НАМН України» розроблено базову скінчено-елементну модель нижньої кінцівки [6], доповнену коллатеральними і хрестоподібними зв'язками колінного суглоба (рис. 1).

Також на основі базової моделі розроблено модель з аплазією хрестоподібних зв'язок колінного суглоба. Зовнішній вигляд моделі наведено на рисунку 2.

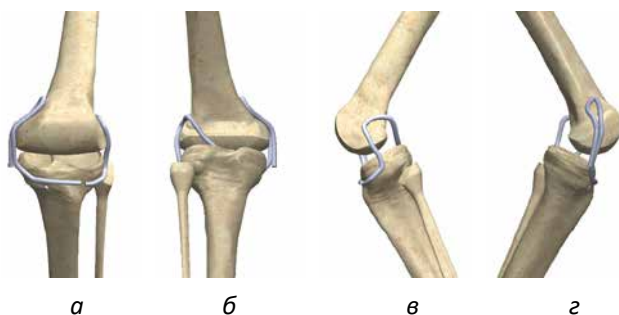
Третя модель базується на моделі колінного суглоба з аплазією хрестоподібних зв'язок і відображає стан колінного суглоба після реконструктивного оперативного втручання за методикою SUPER KNEE за D. Paley (рис. 3) [8]. Для цього в попередню модель введені елементи, що моделюють штучні зв'язки з лавсану. Лавсан обраний як біологічно ней-



**Рис. 1.** Скінчено-елементна модель колінного суглоба в нормі: а – загальний вигляд; б – вигляд спереду; в – вигляд ззаду; г – вигляд із латерального боку; д – вигляд із медіального боку



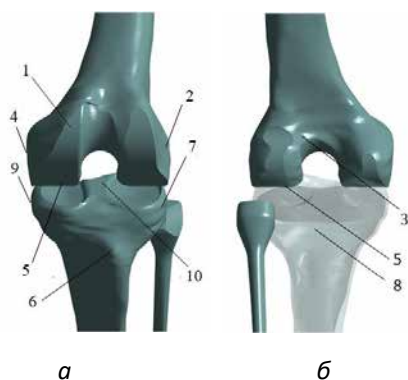
**Рис. 2.** Скінчено-елементна модель колінного суглоба при: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку



**Рис. 3.** Скінчено-елементна модель колінного суглоба після виконання оперативного втручання за методикою SUPER KNEE за D. Paley: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку



**Рис. 4.** Схема навантаження моделей



**Рис. 5.** Схема розташування контрольних точок: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду

**Таблиця 1**

Механічні характеристики матеріалів, використовуваних у моделюванні

Матеріал	Модуль Юнга (Е), МПа	Коефіцієнт Пуассона, $\nu$
Кортикальна кістка [2]	18400	0,3
Губчаста кістка [2]	1040	0,3
Хрящова тканина [12]	5,58	0,45
Зв'язки [13]	330	0,40
Лавсан [4]	6000	0,34

тральний матеріал, які є найближчим за механічними властивостями до зв'язок, створених під час реконструкції із широкої фасції стегна та прошитих спеціальним швом із нерозсмоктувальної нитки.

У моделюванні матеріал рахували однорідним та ізотропним. За скінчений елемент обирали 10-вузловий тетраедр із квадратичною апроксимацією. Механічні характеристики біологічних тканин обирали за даними літератури [2,12,13]. Характеристики штучних матеріалів обирали за даними технічної літератури [4]. Механічні характеристики матеріалів, використовуваних у розрахунках, наведено в таблиці 1.

Модель випробовували під впливом вертикального навантаження в положенні згинання колінного суглоба під кутом  $135^\circ$ . Схему навантаження моделі наведено на рис. 4.

До головки стегна прикладали навантаження величиною 270 Н, що відповідає середній масі тіла 10-річної дитини без урахування ваги опорної кінцівки [7]. Також до головки стегна прикладали крутний момент величиною 104,3 Нм, а до надколінка – рівнодіючу силу м'язів розгиначів стегна величиною 1080 Н. Величини крутного моменту та рівнодіючої розгиначів стегна визначали за допомогою математичної моделі, розробленої в ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України» [9–11].

Для порівняння величин напружень у різних моделях обирали контрольні точки, схему розташування яких наведено на рис. 5.

Перелік контрольних точок і зон їхнього розташування наведено в таблиці 2.

Дослідження напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою методу кінцевих елементів. Як критерій оцінки напруженого стану моделей використовували напруження за Мізесом [14].

Моделювання виконували за допомогою системи автоматизованого проектування «SolidWorks». Розрахунки напружено-деформованого стану моделей виконували за допомогою програмного комплексу «CosmosM» [1].

## Оригінальні дослідження. Ортопедія

Таблиця 2

Перелік контрольних точок

Контрольна точка	Зона розташування	
1	стегнова кістка	спереду
2		ззаду
3		латеральний бік
4		медіальний бік
5		знизу
6	великогомілкова кістка	горбистість спереду
7		горбистість ззаду
8		латеральний бік
9		медіальний бік
10		міжвиристкове підвищення
зв'язки		латеральна зв'язка
		медіальна зв'язка
		передня хрестоподібна/стрічка спереду
		задня хрестоподібна/стрічка ззаду

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

### Результати дослідження та їх обговорення

У результаті проведеного математичного моделювання отримано дані про розподіл напружень у моделях колінного суглоба. Це дало змогу порівняти величини напружень у колінному суглобі залежно від наявності патологічних змін та їх оперативного усунення. На рисунку 6 наведено напружено-деформований стан стегнової кістки моделі в нормі.

Як бачимо, максимальний рівень напружень 12,2 МПа спостерігається в задній частині стегнової кістки та спереду, де він набуває значення 11,5 МПа. Найменш напруженими виявляються нижня частина і латеральний виросток – відповідно 5,6 МПа і 5,4 МПа. Напруження на медіальному виростку визначаються на рівні 8,4 МПа.

Аплазія хрестоподібних зв'язок негативно впливає на розподіл напружень у стегновій кістці. Цей стан відображено на рисунку 7.

Аплазія хрестоподібних зв'язок призводить до підвищення в 3 рази рівня напружень у задній частині стегнової кістки до 39,4 МПа, спереду – до 18,6 МПа, у нижній частині – до 16,3 МПа. При цьому з латерального та медіального боків виростків спостерігається незначне зниження рівня напружень – до 5,0 МПа і 7,3 МПа, відповідно.

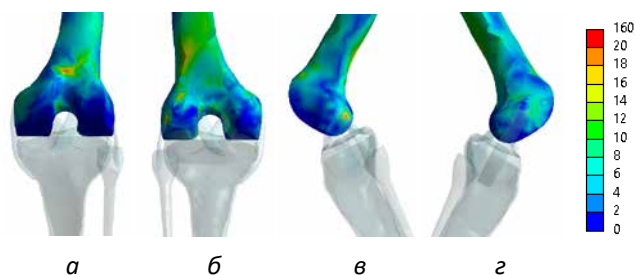


Рис. 6. Картина розподілу напружень у стегновій кістці в нормі: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку

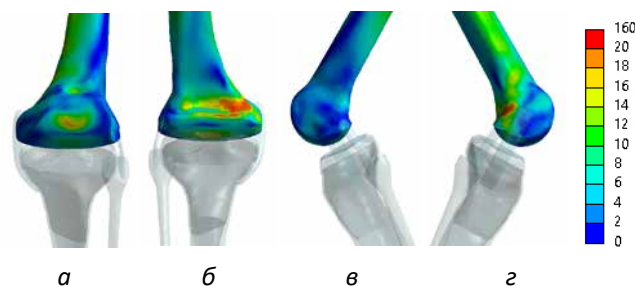


Рис. 7. Картина розподілу напружень у стегновій кістці при аплазії хрестоподібних зв'язок: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку

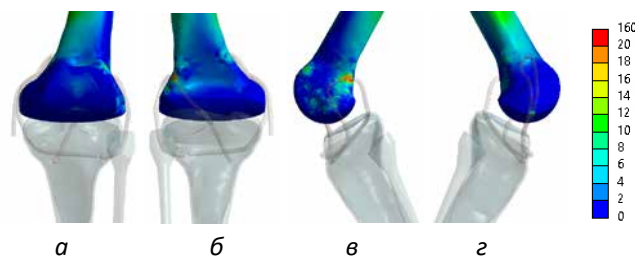


Рис. 8. Картина розподілу напружень у стегновій кістці після відновлення зв'язкового апарату за методикою SUPER KNEE за D. Paley: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку

Виконання реконструктивно-відновлювального втручання за методикою SUPER KNEE за D. Paley позитивно впливає на розподіл напружень у стегновій кістці. Картину розподілу напружень у стегнової кістки після відновлення зв'язкового апарату наведено на рисунку 8.

За результатами моделювання, відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба з аплазією хрестоподібних зв'язок за методикою SUPER KNEE за D. Paley приводить до зниження величин напружень практично у всіх контрольних точках на стегновій кістці в патологічно зміненому суглобі та максимально наближує значення напружень до параметрів моделі нормального суглоба. Виняток становить задня поверхня кістки, де напруження знижуються в моделі з реконструкцією зв'язок по-



**Рис. 9.** Діаграма величин напружень у стегновій кістці моделей

рівняно з моделлю суглоба з аплазією зв'язок до 27,5 МПа, але залишаються значно вищими за модель суглоба в нормі.

Дані про величини напружень у контрольних точках на стегновій кістці всіх трьох моделей наведено в таблиці 3.

Для зручнішого порівняння величин напружень між різними моделями побудовано діаграму, наведену на рисунку 9.

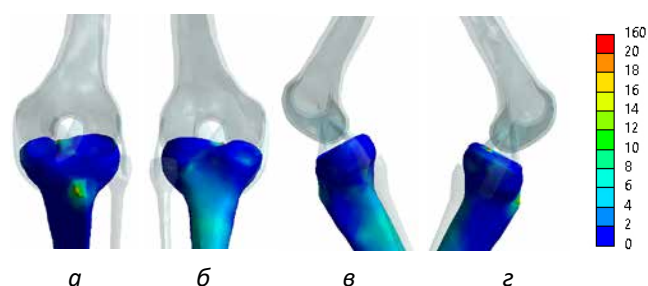
Діаграма дає наочне підтвердження позитивного впливу операції SUPER KNEE за D. Paley на розподіл напружень у стегновій кістці.

Розглянемо, як впливають зміни в колінному суглобі на розподіл напружень у великогомілкової кістки. Напружено-деформований стан великогомілкової кістки в нормі наведено на рисунку 10.

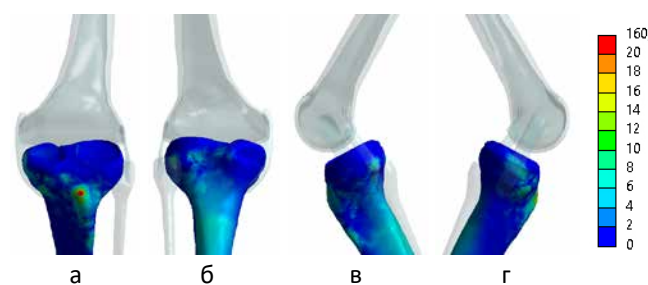
Результати математичного моделювання показали, що в разі нормальної будови колінного суглоба максимальні напруження 10,2 МПа у великогомілкової кістки визначаються на її горбистості спереду. Мінімальний рівень напружень 2,2 МПа спостерігається на задній горбистості. Напруження на латеральному та медіальному виростках набувають величини 2,7 МПа та 3,1 МПа, відповідно. На міжвиростковому підвищенні напруження сягають значення 6,5 МПа.

Зміни напружено-деформованого стану моделі внаслідок аплазії хрестоподібних зв'язок наведено на рисунку 11.

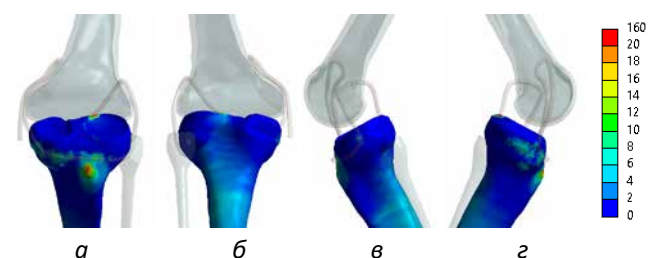
Аплазія хрестоподібних зв'язок призводить до підвищення рівня напружень на всіх контрольних точках моделі, за винятком міжвиросткового підвищення, де максимальна величина напружень знижується до 4,3 МПа. Це можна пояснити саме відсутністю хрестоподібних зв'язок, що одним



**Рис. 10.** Картина розподілу напружень у великогомілковій кістці в нормі: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку



**Рис. 11.** Картина розподілу напружень у великогомілковій кістці при аплазії хрестоподібних зв'язок: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку



**Рис. 12.** Картина розподілу напружень у великогомілковій кістці після відновлення зв'язкового апарату за методикою SUPER KNEE за D. Paley: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку



## Оригінальні дослідження. Ортопедія

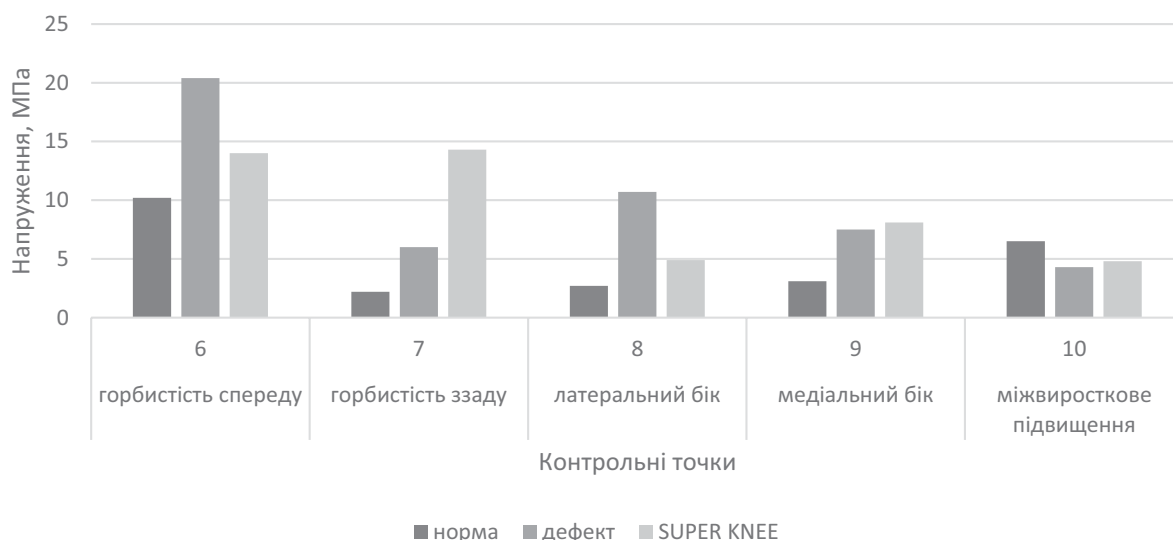


Рис. 13. Діаграма величин напружень у великогомілковій кістці моделей

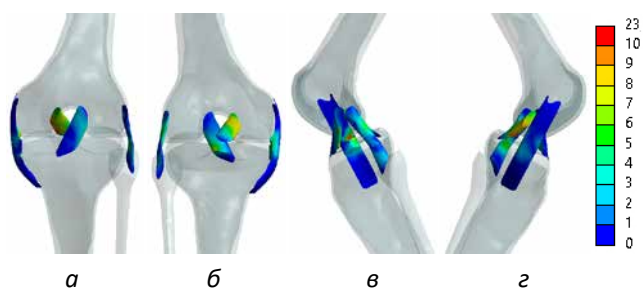


Рис. 14. Картина розподілу напружень у зв'язках колінного суглоба в нормі: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку

Таблиця 3

Величини напружень у стегновій кістці

Контрольна точка	Зона	Напруження, МПа		
		норма	дефект	SUPER KNEE
1	спереду	11,5	18,6	3,5
2	ззаду	12,2	39,4	27,5
3	латеральний бік	5,4	5,0	5,2
4	медіальний бік	8,4	7,3	8,3
5	знизу	5,6	16,3	1,2

Таблиця 4

Величини напружень у великогомілковій кістці

Контрольна точка	Зона	Напруження, МПа		
		норма	дефект	SUPER KNEE
6	горбистість спереду	10,2	20,4	14,0
7	горбистість ззаду	2,2	6,0	14,3
8	латеральний бік	2,7	10,7	4,9
9	медіальний бік	3,1	7,5	8,1
10	міжвиросткове підвищення	6,5	4,3	4,8

із місць кріплення мають міжвиросткове підвищення і тим самим навантажують його. В інших контрольних точках спостерігається підвищення рівня напружень у 2–4 рази. Максимального значення 30,4 МПа напруження набувають на передній горбистості. Максимальне збільшення величин напружень у 4 рази визначається з латерального боку до рівня 10,4 МПа.

Напружено-деформований стан великогомілкової кістки після відновлення зв'язкового апарату за методикою SUPER KNEE за D. Paley наведено на рисунку 12.

У результаті проведеного математичного моделювання визначено, що використання методики SUPER KNEE за D. Paley для відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба дає змогу знизити рівень напружень на всіх контрольних точках порівняно з моделлю деформованого суглоба, але напруження залишаються вищими за модель суглоба в нормі. Винятком знову є міжвиросткове підвищення, де напруження на рівні 4,8 МПа залишаються нижчими за модель у нормі, що також пояснюється відсутністю хрестоподібних зв'язок.

Дані про величини напружень у контрольних точках на великогомілковій кістці різних моделей наведено в таблиці 4.

Наочне уявлення про співвідношення величин напружень у контрольних точках на великогомілковій кістці різних моделей можна отримати за допомогою діаграми, наведеної на рисунку 13.

Як бачимо на рисунку 13, відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба за методикою SUPER KNEE за D. Paley дає змогу знизити рівень напружень у великогомілковій кістці відносно моделі з аплазією хрестоподібних зв'язок, але на-

пруження залишаються вищими за модель колінного суглоба в нормі.

У межах проведеного дослідження особливу увагу привертає напружено-деформований стан елементів зв'язкового апарату колінного суглоба. На рисунку 14 наведено картину розподілу напружень у зв'язках моделі з нормальною будовою колінного суглоба.

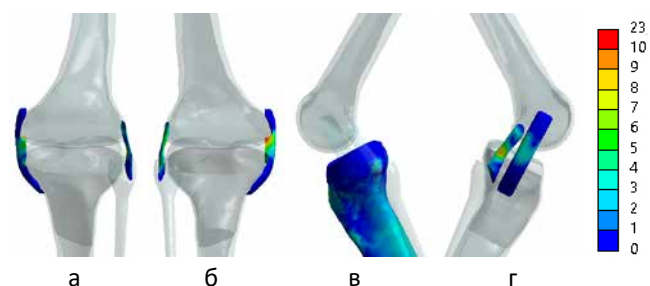
У разі нормальної будови колінного суглоба, за обраного варіанта навантаження, найбільш напруженою визначається задня хрестоподібна зв'язка, у якій напруження сягають значення 11,8 МПа. Напруження в передній хрестоподібній зв'язці вдвічі менші та не перевищують позначки 5,3 МПа. Серед колатеральних зв'язок найбільш напруженою є медіальна зв'язка – 7,9 МПа. Максимальні напруження на латеральній зв'язці не перевищують рівня 4,9 МПа.

Розглянемо, які зміни відбуваються в колінному суглобі при аплазії хрестоподібних зв'язок. Напружено-деформований стан зв'язок моделі наведено на рисунку 15.

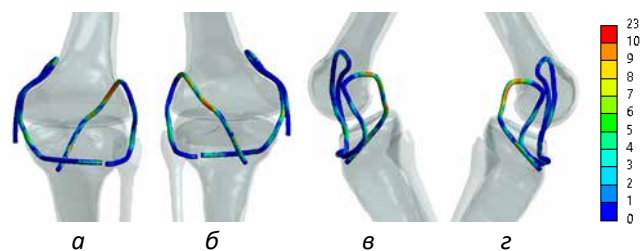
Відсутність хрестоподібних зв'язок призводить до підвищення навантажень на колатеральні зв'язки, що і відобразили результати математичного моделювання. Величина максимальних напружень у медіальній зв'язці зросла до 12,8 МПа, а в латеральній – до 9,1 МПа.

Розподіл напружень у зв'язках колінного суглоба після відновлення зв'язкового апарату за методикою SUPER KNEE можна побачити на рисунку 16.

Математичне моделювання відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба за методикою

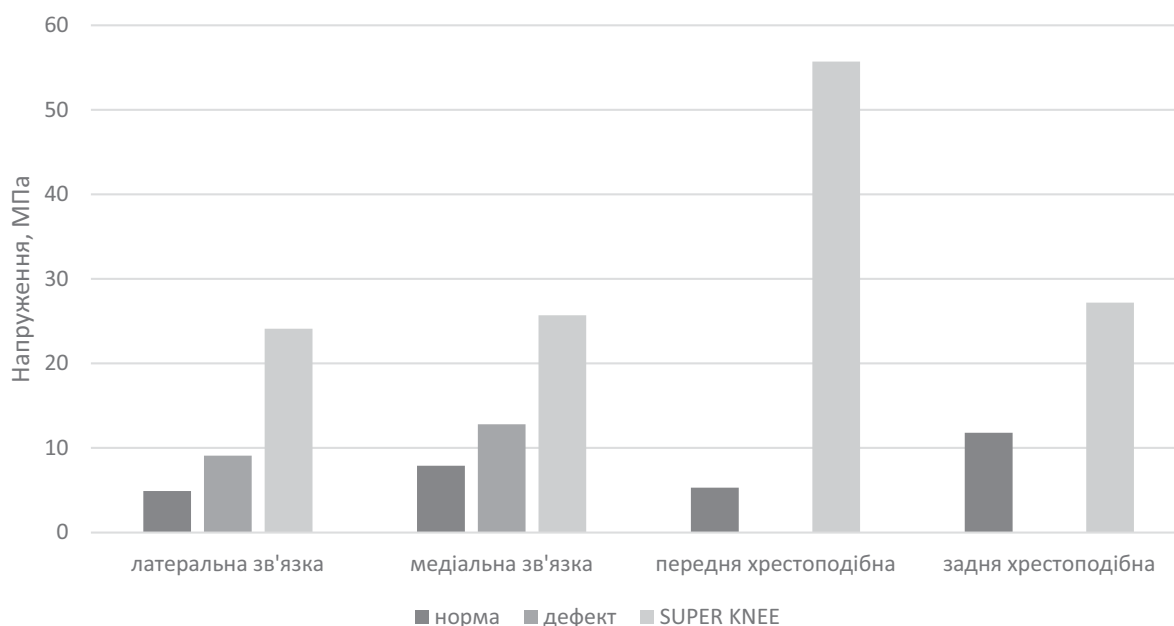


**Рис. 15.** Картина розподілу напружень у зв'язках колінного суглоба при аплазії хрестоподібних зв'язок: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку



**Рис. 16.** Картина розподілу напружень у зв'язках колінного суглоба після відновлення зв'язкового апарату за методикою SUPER KNEE: а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду; в – вигляд із латерального боку; г – вигляд із медіального боку

SUPER KNEE за D. Paley показало, що зв'язки зі штучного матеріалу приймають на себе основні навантаження в колінному суглобі та забезпечують рівномірне навантаження лавсанової стрічки з обох боків суглоба. Про це свідчать величини напружень у стрічці 24,1 МПа та 25,7 МПа з латерального та медіального боків, відповідно. Максимальні напруження 55,7 МПа виникають у передній частині



**Рис. 17.** Діаграма величин напружень у зв'язках колінного суглоба

## Оригінальні дослідження. Ортопедія

Таблиця 5

Величини напружень у зв'язках колінного суглоба

Зв'язка	Напруження, МПа		
	норма	дефект	SUPER KNEE
Латеральна	4,9	9,1	24,1
Медіальна	7,9	12,8	25,7
Передня хрестоподібна	5,3		55,7
Задня хрестоподібна	11,8		27,2

стрічки. Це спричинене умовами навантаження моделі, оскільки саме ця зона стрічки працює на максимальне розтягнення. У задній частині суглоба напруження в стрічці не перевищують рівня 27,2 МПа. Високий рівень напружень у лавсановій стрічці порівняно з нормальними зв'язками обумовлений більш високим модулем пружності матеріалу і меншою його пластичністю, про що свідчать значення коефіцієнта Пуассона.

Дані про величини напружень у зв'язках моделей наведено в таблиці 5.

Діаграма, наведена на рисунку 17, дає змогу наочно порівняти величини напружень, які виникають у зв'язковому апараті колінного суглоба моделей.

Результати проведеного математичного моделювання показали, що аплазія хрестоподібних зв'язок призводить до підвищення рівня напружень як у кісткових елементах моделі, так і в елементах зв'язкового апарату. Відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба за методикою SUPER KNEE за D. Paley дає змогу знизити рівень напружень у кісткових елементах моделі, при цьому напруження в стегновій кістці визначаються меншими навіть порівняно з моделлю в нормі. Зв'язки зі штучного матеріалу приймають на себе основні навантаження в колінному суглобі та забезпечують рівномірне навантаження лавсанової стрічки з обох боків суглоба. Високий рівень напружень у лавсановій стрічці порівняно з нормальними зв'язками обумовлений більш високим модулем пружності матеріалу і меншою його пластичністю, про що свідчать значення коефіцієнта Пуассона.

## Висновки

Аплазія хрестоподібних зв'язок призводить до підвищення рівня напружень як у кісткових елементах моделі, так і в елементах зв'язкового апарату.

Відновлення зв'язкового апарату колінного суглоба за методикою SUPER KNEE за D. Paley дає змогу знизити рівень напружень у кісткових елементах моделі з аплазією зв'язок та наближає значення до параметрів моделі норми.

Напруження у зв'язковому апараті колінного суглоба після його відновлення за методикою SUPER KNEE за D. Paley значно зростають, що обумовлено механічними властивостями штучного матеріалу, що замінює зв'язки. Підвищений рівень напружень, який виникає в лавсановій стрічці, свідчить про те, що вона міцно тримає навантаження, які виникають у суглобі.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

## References/Література

1. Alyamovskiy AA. SolidWorks/COSMOSWorks. (2004). Inzhenernyi analiz metodom konechnykh elementov. Moskva: DMK Press: 432. [Алямовский АА. SolidWorks/COSMOSWorks. (2004). Инженерный анализ методом конечных элементов. Москва: ДМК Пресс: 432].
2. Cowin SC (ed). (2001). Bone mechanics handbook. CRC Press Reference.
3. Giorgi B. (1956). Morphologic variations of the intercondylar eminence of the knee. Clinical Orthopaedics. 8: 209–217.
4. Gul VE. (1966). Struktura i mekhanicheskie svoystva polimerov. Moskva: Vysshaya shkola: 240. [Гуль ВЕ. (1966). Структура и механические свойства полимеров. Москва: Высшая школа: 240].
5. Khmyzov S, Yakushkin Y, Katsalap Y. (2021). Knee joint instability in conditions of congenital malformations of the lower extremities. Orthopaedics, traumatology and prosthetics. 1: 80–85. <https://doi.org/10.15674/0030-59872021180-85>.
6. Korolkov O, Katsalap Ye, Karpinsky M, Yaresko O. (2018). Stress-strain state of hip joint in children with aseptic femoral head necrosis (the first message). Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics. 3: 85–92. [Корольков ОИ, Кацалап ЕС, Карпинский МЮ, Яреско ОВ. (2018). Напряжено-деформированный стан кульшового суглоба в детей с асептическим некрозом головки стегновой кости (повідомлення перше). Ортопедия, травматология и протезирование. 3: 85–92]. doi: 10.15674/0030-59872018385-92.
7. Obraztsov IF, Adamovich IS, Barer IS i dr. (1988). Problema prochnosti v biomehanike. Uchebnoye posobie dlya tehnic. i biol. spets. VUZov. Moskva: Vyssh. shkola: 311 [Образцов ИФ, Адамович ИС, Барер ИС и др. (1988). Проблема прочности в биомеханике. Учебное пособие для технич. и биол. спец. ВУЗов. Москва: Высш. школа: 311].
8. Paley D, Standard SC, Wiesel SW. (2010). Treatment of congenital femoral deficiency. Operative techniques in orthopaedic surgery. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins: 1202–1223.
9. Tyazhelov AA, Karpinskaya ED, Karpinskiy MYu, Branitskiy AYU. (2020). Vliyaniye kontraktur tazobedrennogo sustava na silu myishts bedra. Georgian medical news. 9 (306): 10–18. [Тяжелов АА, Карпинская ЕД, Карпинский МЮ, Браницкий АЮ. (2020). Влияние контрактур тазобедренного сустава на силу мышц бедра. Georgian medical news. 9 (306): 10–18]. PMID: 33130638.
10. Tyazhelov AA, Karpinskiy MYu, Karpinskaya ED, Goncharova LD, Klimovitskiy RV. (2017). Modelirovaniye raboty myishts tazovogo poyasa posle endoprotezirovaniya tazobedrennogo sustava pri razlichnoy velichine obshchego bedrennogo ofseta. Travma. 18 (6): 133–140 [Тяжелов АА, Карпинский МЮ, Карпинская ЕД, Гончарова ЛД, Климовицкий РВ. (2017). Моделирование работы мышц тазового пояса после эндопротезирования тазобедренного сустава при различной величине общего бедренного офсета. Травма. 18 (6): 133–140]. doi: 10.22141/1608-1706.6.18.2017.121191.
11. Tyazhelov AA, Karpinskiy MYu, Yurchenko DA, Karpinska OD, Goncharova LE. (2022). Matematichne modelyuvannya yak

- Instrument doslidzhennya funktsiyi m'язiv tazovogo poyasa pri displastichnomu koksartrozi. Travma. 23 (1): 4–11. [Тяжелов АА, Карпінський МЮ, Юрченко ДА, Карпінська ОД, Гончарова ЛЄ. (2022). Математичне моделювання як інструмент дослідження функції м'язів тазового пояса при диспластичному коксартрозі. Травма. 23 (1): 4–11]. doi: 10.22141/1608–1706.1.23.2022.876.
12. 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.
13. Woo SL-Y, Abramowitch SD, Kilger R, Liang R. (2006). Biomechanics of knee ligaments: injury, healing, and repair. Journal of Biomechanics. 39: 1–20. PMID: 16271583 doi: 10.1016/j.jbiomech.2004.10.025.
14. Zenkevich OK. (1978). Metod konechnykh elementov v tehnikе. Moskva: Mir: 519 [Зенкевич ОК. (1978). Метод конечных элементов в технике. Москва: Мир: 519].

#### Відомості про авторів:

**Хмизов Сергій Олександрович** – д.мед.н., проф., зав. відділу патології хребта та суглобів дитячого віку ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0002-6725-0915>.

**Якушкін Євгеній Юрійович** – аспірант ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0001-8291-6538>.

**Карпінський Михайло Юрійович** – ст.н.с. лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0002-3004-2610>.

**Яреско Олександр Васильович** – мол.н.с. лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М. І. Ситенка НАМН України». Адреса: м. Харків, вул. Пушкінська, 80. <https://orcid.org/0000-0002-2037-5964>.

Стаття надійшла до редакції 24.09.2022 р., прийнята до друку 16.12.2022 р.



Р. В. Видерко<sup>1</sup>, А. М. Зима<sup>1</sup>, Ю. М. Гук<sup>1</sup>, Л. М. Чернуха<sup>2</sup>, А. І. Чеверда<sup>1</sup>, Т. А. Кінча–Поліщук<sup>1</sup>

## Робоча клініко-ортопедична класифікація функціонального стану нижніх кінцівок при вроджених судинних мальформаціях

<sup>1</sup>ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ

<sup>2</sup>ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова НАМН України», м. Київ

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):84-90; doi 10.15574/PS.2022.77.84

**For citation:** Vyderko RV, Zyma AM, Guk YuM, Chernukha LM, Cheverda AI, Kincha-Polishchuk TA. (2022). Working orthopedic classification of the functional state of the lower extremities in congenital vascular malformations. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 84-90. doi: 10.15574/PS.2022.77.84.

**Мета** – на основі аналізу особливостей перебігу клінічних проявів різних форм вроджених судинних мальформацій систематизувати ортопедичну патологію та розробити робочу клініко-ортопедичну класифікацію функціонального стану нижніх кінцівок при цьому захворюванні.

**Матеріали та методи.** Обстежено 38 хворих із вродженими судинними мальформаціями. Пацієнтів розподілено відповідно до робочої класифікаційної схеми вроджених судинних мальформацій «VASC+T»: артеріовенозна – 25, венозна – 7, капілярна – 4, лімфатична – 2. Оцінено клінічний перебіг захворювання (больовий синдром, клінічний клас хронічного захворювання вен за класифікацією CEAP). Діагностику ортопедичної патології виконано на підставі клінічного обстеження.

**Результати.** Серед усіх пацієнтів у 74% встановлено ортопедичну патологію, у 53% – поєднання декількох ортопедичних проявів. Розроблено робочу клініко-ортопедичну класифікацію функціонального стану нижніх кінцівок при вроджених судинних мальформаціях з урахуванням інтенсивності больового синдрому, виду ортопедичної патології та ступеня її вираженості, клінічного класу хронічного захворювання вен. Проведено розподіл пацієнтів відповідно до створеної класифікації: доклінічна група – 26%; I клінічна група – 29%; II клінічна група – 34%; III клінічна група – 11%.

**Висновки.** Створено робочу клініко-ортопедичну класифікацію функціонального стану нижніх кінцівок при вроджених судинних мальформаціях, яка враховує больовий синдром, провідні ортопедичні прояви (різниця довжини нижніх кінцівок, контрактури великих суглобів, деформації стоп) та ступінь їхньої вираженості, клінічний клас хронічного захворювання вен. Розроблена робоча клініко-ортопедична класифікація функціонального стану нижніх кінцівок при вроджених судинних мальформаціях дасть змогу створити основу для вибору тактики лікування патології опорно-рухового апарату в цієї категорії пацієнтів.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків дітей (або їхніх опікунів).

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** вроджені судинні мальформації, робоча ортопедична класифікація.

### Working orthopedic classification of the functional state of the lower extremities in congenital vascular malformations

R. V. Vyderko<sup>1</sup>, A. M. Zyma<sup>1</sup>, Yu.M. Guk<sup>1</sup>, L. M. Chernukha<sup>2</sup>, A. I. Cheverda<sup>1</sup>, T. A. Kincha–Polishchuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of the NAMS of Ukraine», Kyiv

<sup>2</sup>SI «Shalimov's National Institute of Surgery and Transplantology of the NAMS of Ukraine», Kyiv

**Purpose** – to systematize orthopedic pathology and develop working orthopedic classification of the functional state of the lower limbs in congenital vascular malformations based on the analysis of clinical manifestations of various forms diseases

**Materials and methods.** 38 patients with congenital vascular malformations were examined. Patients were assigned to the working classification scheme of congenital vascular malformations «VASC+T»: arteriovenous – 25, venous – 7, capillary – 4, lymphatic – 2. The clinical course of the disease was evaluated (pain syndrome, clinical stage of chronic venous disease according to the CEAP classification). Diagnosis of orthopedic pathology based on clinical examination.

**Results.** Among all patients, 74% had an orthopedic pathology, 53% had a combination of several orthopedic manifestations. A working clinical and orthopedic classification of the functional state of the lower extremities in congenital vascular malformations has been developed, taking into account the intensity of the pain syndrome, the type of orthopedic pathology and its severity, and the clinical class of chronic venous disease. The distribution of patients was carried out according to the created classification: non-clinical group – 26%; I clinical group – 29%; II clinical group – 34%; III clinical group – 11%.

**Conclusions.** A working orthopedic classification of the functional state of the lower limbs in congenital vascular malformations has been created, which takes into account the pain syndrome, leading orthopedic manifestations (difference in the length of the lower limbs, contractures of large joints, foot deformities) and their severity, the clinical class of chronic vein disease. The developed working clinical-orthopedic classification of the functional state of the lower extremities in congenital vascular malformations will allow to create a basis for the choice of treatment tactics for the pathology of the musculoskeletal system in this category of patients.

The research was carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. The research protocol was approved by the Institution's Local Ethics Committee. Informed consent was obtained from the children's parents (or their guardians) for the research.

No conflict of interests was declared by the authors.

**Keywords:** congenital vascular malformations, working orthopedic classification.

## Вступ

Вроджені судинні мальформації (ВСМ), або ангіодисплазії – структурні аномалії розвитку судин, що виникають у період ембріонального васкуло-ангіогенезу внаслідок неповної резорбції первинних кровоносних судин та комплексної дії тератогенних факторів, що призводить до різних форм порушень регіонарного кровотоку, виражених анатомо-функціональних змін і ранньої інвалідизації хворих [4,5,13].

За даними різних авторів [1,14], для ВСМ нижніх кінцівок характерна різноманітна ортопедична патологія: зміна довжини та об'єму ураженої кінцівки, деформації хребта, контрактури суглобів, деформації стоп, що призводять до порушення функції ходьби та опори, а також до інвалідизації пацієнтів. Патологія опорно-рухового апарату в понад 50% випадків представлена поєднанням декількох проявів захворювання [8].

Незважаючи на значні досягнення судинних хірургів у вивченні етіології, патогенезу та клінічних проявів ВСМ (судинні плями, варикозно розширені вени, набряки, трофічні виразки та інші), розроблення значної кількості різних класифікацій, що враховують гемодинамічні, ембріональні характеристики різних форм ВСМ, можна зазначити відсутність інформації в літературних джерелах, що стосуються систематизації патології опорно-рухового апарату в цих пацієнтів.

Також нез'ясованим і чітко не встановленим для практичного використання залишається питання низки термінів, що стосуються ВСМ. Відомо, що ортопеди в щоденній практиці вживають узагальнюючі та нечіткі терміни стосовно ВСМ:

«синдром Кліппеля–Треноне», «ангіодисплазія», «мальформація судин». Ортопед, встановлюючи діагноз, має чітко звертати увагу та враховувати форму ВСМ, анатомічні дефекти, ступінь гемодинамічного порушення, вид і ступінь ортопедичної патології, що, на наш погляд, безпосередньо вплине на вибір стратегії і тактики ортопедичного лікування.

Дослідження клініко-ортопедичних проявів у пацієнтів із ВСМ нижніх кінцівок показали, що патологія опорно-рухового апарату залежить від ступеня гемодинамічних порушень, а зв'язок ортопедичної патології та форми ВСМ науковцям встановити не вдалося [11]. Проведене дослідження співпадає з висновками А. Г. Веселова, який довів, що ступінь вираженості ортопедичної патології прямо залежить від ступеня тяжкості дисплазії магістральних вен, тобто гемодинамічні порушення при ВСМ вторинно призводять до порушення формування опорно-рухового апарату [17]. Вважаємо за потрібне результат цих досліджень покласти в основу створення робочої клініко-ортопедичної класифікації функціонального стану нижніх кінцівок при ВСМ.

Створення клініко-ортопедичної класифікації функціонального стану нижніх кінцівок при ВСМ є вкрай важливим і необхідним та має на меті формування фундаменту щодо стратегії та тактики лікування патології опорно-рухового апарату в пацієнтів із ВСМ.

Існують значні проблеми в створенні цієї класифікації, пов'язані з такими факторами:

- необхідність урахування факторів, що стосуються не лише ортопедичних проявів, а також гемо-

## Оригінальні дослідження. Ортопедія

Таблиця 1

Спектр патології опорно-рухового апарату при вроджених судинних мальформаціях

Ортопедична патологія	Кількість пацієнтів
Різниця довжини нижніх кінцівок	26
Видовження ураженої кінцівки	22
Вкорочення ураженої кінцівки	4
Контрактура колінного суглоба	8
Плоскостопість	3
Варусна деформація стопи	1
Асиметрія окружності переднього відділу стопи	2
Сколіотична постава	6
Сколіотична деформація хребта	1
Еквінусна деформація стопи	1

динамічних порушень, які, своєю чергою, впливають на ступінь вираженості ортопедичної патології;

– значний спектр і різноманіття ортопедичних проявів, що є наслідком ВСМ.

Отже, залишаються невирішеними питання систематизації та класифікації клініко-ортопедичного стану нижніх кінцівок при ВСМ, що дасть змогу не лише поліпшити діагностику, але й вирішити тактику ортопедичного лікування.

**Мета** дослідження – на основі аналізу особливостей перебігу клінічних проявів різних форм ВСМ систематизувати ортопедичну патологію та розробити робочу класифікацію функціонального стану нижніх кінцівок при цьому захворюванні.

## Матеріали та методи дослідження

У період з 2010 року по червень 2022 року в клініці травматології та ортопедії дитячого віку ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» на обстеженні перебувало 38 хворих з ВСМ нижніх кінцівок. Діагноз встановлено в ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова НАМН України» на підставі комплексного обстеження.

Хворих розподілено за формою ураження відповідно до робочої класифікаційної схеми вроджених судинних мальформацій «VASC+T», розробленою Л. М. Чернухою [4]. При змішаних формах мальформацій розподіл проведено за принципом переважаючої форми ВСМ.

**Розподіл пацієнтів відповідно до форми ВСМ такий:**

- артеріовенозна (АВМ) – 25 хворих;
- венозна (ВМ) – 7 хворих;
- капілярна (КМ) – 4 хворих;
- лімфатична (ЛМ) – 2 хворих.

## Метод обстеження: клінічний.

Під час аналізу клінічних проявів встановлено:

- наявність больового синдрому; інтенсивність болю оцінено відповідно до візуально-аналогової шкали (ВАШ);
- тяжкість судинних порушень, зокрема, клінічний клас хронічного захворювання вен (ХЗВ) відповідно до класифікації СЕАР (клініко-етіолого-анатомо-патофізіологічна класифікація); слід зазначити, що розподіл проведено для АВМ та ВМ відповідно до домінуючих симптомів і проявів хронічної венозної недостатності (ХВН);
- ортопедичні прояви захворювання: зовнішній вигляд ураженої кінцівки, довжина кінцівки, об'єм рухів у суглобах.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом установи. На проведення досліджень отримано поінформовану згоду батьків дітей (або їхніх опікунів).

## Результати дослідження та їх обговорення

Серед усіх пацієнтів ортопедичну патологію встановлено у 28 (74%) осіб, а у 10 (26%) пацієнтів її не виявлено. Серед пацієнтів з ортопедичною патологією у 53% відмічено поєднання декількох ортопедичних проявів. У таблиці 1 наведено спектр патології опорно-рухового апарату при ВСМ.

Наші попередні дослідження з вивченням особливостей формування ортопедичної патології при ВСМ дали змогу встановити, що інтенсивність больового синдрому та клінічний клас ХЗВ слід розглядати як взаємодоповнені критерії визначення ступеня тяжкості ортопедичної патології при ВСМ [6].

Отже, в основу робочої клініко-ортопедичної класифікації функціонального стану нижніх кінцівок при ВСМ покладено такі клінічні прояви: інтенсивність больового синдрому, вид ортопедичної патології та ступінь її вираженості, клінічний клас ХЗВ.

Найбільш актуальною визнано патологію, яка безпосередньо впливає на функцію ходьби та опори: різниця довжини нижніх кінцівок (РДНК), контрактури великих суглобів нижніх кінцівок, деформація стоп. З метою спрощення та мобільності класифікації не враховано ортопедичних проявів, що виникали вторинно внаслідок РДНК (сколіотична постава, сколіотична деформація хребта).

Слід акцентувати увагу на деяких особливостях, що стосуються кожного ортопедичного прояву та його місця в розробленій класифікації.

Так, РДНК змінює біомеханічні умови функціонування суглобів нижніх кінцівок, формуються компенсаторні патологічні установки з подальшим розвитком дегенеративно-дистрофічних змін, розвитком компенсаторної сколіотичної постави, а згодом – сколіотичної деформації хребта [7]. Літературні дані свідчать, що РДНК понад 2 см призводить до надмірного навантаження на кульшовий та колінний суглоби довшої кінцівки, а також є фактором ризику раннього розвитку деформуючого артрозу цих суглобів [12]. За ступенем вираженості РДНК поділяють на незначну (0–2 см), помірну (3–6 см) та значну (>6 см) [15]. Запропонований розподіл зручний для визначення тактики лікування. Наприклад, у разі незначної РДНК використовують консервативні методи лікування (компенсаторні устілки або взуття). При помірній РДНК виконують хірургічну корекцію шляхом впливу на зони росту (епіфізеодез). Значна РДНК обумовлює необхідність подовження кінцівки (апарат зовнішньої фіксації, інтрамедулярні конструкції) або застосування комбінованої техніки.

Контрактура суглоба – ортопедичний прояв, що може бути спричинений внутрішньосуглобовою або позасуглобовою локалізацією ВСМ [16]. Варто зазначити, що порушення функції суглоба слід чітко диференціювати як патологію, що викликана безпосередньо впливом судинної мальформації на структури суглоба або оточуючі його тканини або є наслідком компенсаторних порушень, спричинених РДНК.

Під час створення клініко-ортопедичної класифікації функціонального стану нижніх кінцівок при ВСМ нами враховані особливості контрактур великих суглобів: згинальні, розгинальні, відвідні, привідні, змішані. Проте передбачити всі можливі варіанти розвитку контрактури на тлі ВСМ є вкрай складним, що пов'язано з особливостями анатомічного ураження, ступенем м'якотканинних порушень. Тому вважаємо за необхідне відзначити особливості впливу контрактур суглобів нижньої кінцівки на біомеханіку ходьби для визначення їхнього місця в робочій класифікації.

Стійка згинальна контрактура колінного суглоба призводить до формування компенсаторної еквінусної установки стопи, збільшення навантаження на обидва колінні суглоби через різницю довжини кінцівки та вкорочення довжини кроку [9]. Доведено, що наявність контрактури колінного суглоба

є фактором ризику розвитку остеоартрозу колінного суглоба [2]. За тяжкістю згинальну контрактуру колінного суглоба поділяють на такі ступені: I ступінь – легка контрактура – <15°; II ступінь – помірна контрактура – 15–30°; III ступінь – тяжка контрактура – >30° [10].

Наявність розгинальної контрактури (обмеження згинання) у колінному суглобі до 30° дає змогу ходити у звичайному темпі по нерівній поверхні без ознак порушення ходьби. У разі обмеження згинання 30–60° під час ходьби виникають ознаки порушення її функції. За ступенем залишкового згинання колінного суглоба виділяють такі: легкий – 90–60°; помірний – 60–40°; тяжкий – 30–10°; фіброзний анкілоз – 10–0° [12].

Еквінусна деформація стопи посідає особливе місце в класифікації клініко-ортопедичного стану нижніх кінцівок, що пов'язано з її значним впливом на функцію ходьби та опори. Вважається, що тильна флексія стопи менше 0–5° приводить до надмірного навантаження на передній відділ стопи та формування компенсаторної згинальної установки кульшового і колінного суглоба на боці ураження [3]. Серед обстежених пацієнтів еквінусна деформація стопи як первинний прояв виникала при локалізації ВСМ у ділянці колінного суглоба та гомілки. Окрім того, еквінусна деформація стопи як компенсаторний ортопедичний прояв формувалася за наявності в пацієнта різних варіантів контрактур великих суглобів нижньої кінцівки.

Запропонований поділ із визначенням ступенів тяжкості контрактур суглобів є актуальним для визначенням тактики лікування. Так, при контрактурах суглобів легкого ступеня проводять консервативне лікування, у разі помірних контрактур виконують мінінвазивні втручання на м'яких тканинах, а тяжкі контрактури суглобів обумовлюють необхідність складних реконструктивно-відновних втручання на капсуло-зв'язковому апараті або в комбінації з коригувальними остеотоміями.

Слід зазначити, що плоскоступневість виступає як самостійне захворювання, безпосередньо не пов'язане з ВСМ, оскільки в пацієнтів деформація є двобічною; асиметрична деформація виникала як вторинний прояв порушення гемодинаміки зі стійкими набряками ураженої нижньої кінцівки.

Значно впливає на самообслуговування та функцію ходьби конфігурація стопи – особливість анатомії переднього відділу стопи на тлі ВСМ. Асиметрія стопи може бути представлена ізольованою патологією або в поєднанні з макродактилією, полідактилією.



## Оригінальні дослідження. Ортопедія



**Рис. 1.** Зовнішній вигляд пацієнта, віком 11 років; доклінічна група. Ортопедична патологія відсутня



**Рис. 2.** Зовнішній вигляд пацієнта, віком 9 років; I клінічна група. Вкорочення ураженої кінцівки – 1 см



**А**



**Б**

**Рис. 3.** Зовнішній вигляд (А, Б) пацієнта, віком 15 років; III клінічної групи. Видовження ураженої кінцівки – 1,5 см, згинальна контрактура колінного суглоба – 20°, еквінусна деформація стопи – 30°

Враховуючи все вищевикладене, створено робочу клініко-ортопедичну класифікацію функціонального стану нижніх кінцівок при ВСМ (табл. 2). Виділено доклінічну групу, до якої віднесено пацієнтів без ортопедичної патології, проте з клінічними ознаками порушення регіонарного кровотоку. Також виділено три клінічні групи відповідно до виду орто-

педичної патології та ступеня їхньої вираженості, тяжкості клінічних ознак ХВН.

Відповідно до створеної робочої класифікації (табл. 2), проведено розподіл пацієнтів по клінічних групах: доклінічна група – 10 (26%); I клінічна група – 11 (29%); II клінічна група – 13 (34%); III клінічна група – 4 (11%). Розподіл у клінічну

**Таблиця 2**

Робоча клініко-ортопедична класифікація функціонального стану нижніх кінцівок при вроджених судинних мальформаціях

Клініко-ортопедичні прояви	Доклінічна група	I клінічна група	II клінічна група	III клінічна група
Больовий синдром (за ВАШ)	0–10	0–2	2–5	понад 5
Видовження ураженої кінцівки	–	до 2 см	2–6 см	понад 6 см
Вкорочення ураженої кінцівки	–	до 2 см	2–6 см	понад 6 см
Контрактура кульшового суглоба	привідна	0–20°	21–30°	понад 31°
	згинальна	0–10°	11–20°	понад 21°
	розгинальна	0–20°	21–40°	понад 41°
Контрактура колінного суглоба	згинальна	0–15°	16–30°	понад 31°
	розгинальна	0–30°	31–60°	понад 61°
Еквінусна деформація стопи	–	0–10°	11–25°	понад 26°
Конфігурація стопи	–	асиметрія окружності переднього відділу 5–20%, зниження поздовжнього склепіння стоп двобічне, симетричне	асиметрія окружності переднього відділу 20–30%, макродактилія, зниження поздовжнього склепіння стоп двобічне, асиметричне	асиметрія окружності переднього відділу понад 30%, макродактилія, полідактилія
Клінічний клас ХЗВ	C0–C6	C1–C2	C3–C4	C5–C6

**Таблиця 3**

Вибір тактики лікування пацієнтів відповідно до робочої клініко-ортопедичної класифікації функціонального стану нижніх кінцівок при вроджених судинних мальформаціях

Група	Метод лікування
Доклінічна група	Динамічне спостереження
I клінічна група	Консервативне
II клінічна група	Хірургічне (мініінвазивні методики втручання)
III клінічна група	Хірургічне (реконструктивно-відновні втручання)

групу 13 (47%) пацієнтів із моноортопедичними проявами, відповідно до створеної класифікації, не становив труднощів. Стосовно 15 (53%) пацієнтів із поєднанням патології опорно-рухового апарату визначення клінічної групи проведено за найбільш вираженим ортопедичним проявом. На рисунках 1–3 наведено фото пацієнтів різних клінічних груп.

Створена робоча клініко-ортопедична класифікація функціонального стану нижніх кінцівок при ВСМ передусім спрямована на визначення тактики лікування хворих (табл. 3). Окрім того, вибір тактики лікування залежить від форми ВСМ та локалізації патологічно змінених судин. Отже, остаточний вибір тактики лікування різних клінічних груп хворих має базуватися на відповідних алгоритмах із визначенням показань і протипоказань до безпечного застосування запропонованих методів лікування.

## Висновки

Створено робочу клініко-ортопедичну класифікацію функціонального стану нижніх кінцівок при ВСМ, яка враховує больовий синдром, провідні ортопедичні прояви (різниця довжини нижніх кінцівок, контрактури великих суглобів, деформації стоп) і ступінь їхньої вираженості, клінічний клас ХЗВ.

Розроблена робоча клініко-ортопедична класифікація функціонального стану нижніх кінцівок при ВСМ дасть змогу створити основу для вибору тактики лікування патології опорно-рухового апарату в цієї категорії пацієнтів.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

## References/Література

- Breugem CC, Maas M, Breugem SJ, Schaap GR, van der Horst CV. (2003). Vascular malformations of the lower limb with osseous involvement. *J Bone Joint Surg Br.* 85 (3): 399–405. doi: 10.1302/0301-620X.85B3.13429.
- Campbell TM, McGonagle D. (2021). Flexion contracture is a risk factor for knee osteoarthritis incidence, progression and earlier arthroplasty: data from the osteoarthritis initiative.

- Ann Phys Rehabil Med. 64 (2): 101439. doi: 10.1016/j.rehab.2020.09.005.
- Charles J, Scutter SD, Buckley J. (2012). Static ankle joint equinus: toward a standard definition and diagnosis. *J Am Podiatr Med Assoc.* 100 (3):195–203. doi: 10.7547/1000195.
- Chernukha LM, Kashirova EV (2015). Classification of congenital vascular malformations: a tribute to fashionable trends or an urgent necessity? View of a vascular surgeon. *Pediatric surgery.* 46–47 (1–2): 6–17. [Чернуха ЛМ, Каширова ЕВ. (2015). Классификация врожденных сосудистых мальформаций: дань модных тенденциям или насущная необходимость? Взгляд сосудистого хирурга. *Хирургия дитячого віку.* 46–47 (1–2): 6–17].
- Dan VN, Sapelkin SV. (2008). Angiodysplasia (congenital malformations of blood vessels). Moscow: Verdana: 200. [Дан ВН, Сапелкин СВ. (2008). Ангиодисплазии (врожденные пороки развития сосудов). Москва: Вердана: 200.]
- Guk Yu, Chernukha L, Zyma A, Vyderko R, Cheverda A et al. Orthopedic manifestations in patient with arteriovenous malformations of the lower limbs. Edizioni Minerva Medica. *Acta Phlebologica.* Preprint.
- Harvey WF, Yang M, Cooke TD, Segal NA et al. (2010). Association of leg-length inequality with knee osteoarthritis: a cohort study. *Annals of internal medicine.* 152 (5): 287–295. doi:10.7326/0003-4819-152-5-201003020-00006.
- Huk YM, Chernukha LM, Zyma AM, Cheverda AI, Kincha-Polishchuk TA, Vyderko RV. (2021). Clinical and orthopedic manifestations of congenital vascular malformations of the lower extremities. *Orthopedics, traumatology and prosthetics.* 624 (3): 49–53. [Гук ЮМ, Чернуха ЛМ, Зима АМ, Чеверда АІ, Кінча-Поліщук ТА, Видерко РВ. (2021). Клініко-ортопедичні прояви вроджених судинних мальформацій нижніх кінцівок. *Ортопедія, травматологія і протезування.* 624 (3): 49–53].
- Kalson NS, Borthwick LA, Mann DA, Deehan DJ, Lewis P et al. (2016). International consensus on the definition and classification of fibrosis of the knee joint. *The bone & joint journal.* 98-B (11): 1479–1488. doi:10.1302/0301-620X.98B10.37957.
- Kalson NS, Borthwick LA, Mann DA, Deehan DJ, Lewis P et al. (2016). International consensus on the definition and classification of fibrosis of the knee joint. *The bone & joint journal.* 98-B (11): 1479–1488. doi:10.1302/0301-620X.98B10.37957.
- Kim YW, Lee SH, Kim DI, Do YS, Lee BB. (2006). Risk factors for leg length discrepancy in patients with congenital vascular malformation. *J Vasc Surg.* 44 (3): 545–553. doi: 10.1016/j.jvs.2006.05.035.
- Korzh NA, Radchenko VA. (2015). *Orthopedist's Handbook.* Kyiv: Library «Health of Ukraine». [Корж НА, Радченко ВА. (2015). Справочник ортопеда. Киев: Библиотека «Здоровье Украины»].
- Lee BB, Laredo J, Lee TS et al. (2007). Terminology and classification of congenital vascular malformations. *Phlebology.* 22 (6): 249–252. doi:10.1258/026835507782655236.
- Malan E. (1974). *Vascular malformations (angiodysplasias).* Milan: Carlo Erba Foundation: 213.

## Оригінальні дослідження. Ортопедія

---

15. Reid DC, Smith B. (1984). Leg length inequality: a review of etiology and management. *Physiotherapy Canada*. 36: 177–182.
16. Spencer SA, Sorger J. (2014). Orthopedic issues in vascular anomalies. *Semin Pediatr Surg*. 23 (4):227–32. PMID: 25241103.
17. Veselov AG. (2013). Orthopedic correction for dysplasia of the trunk veins of the lower extremities in children. Dissertation au-

thor's abstract for the candidate of medical sciences degree, 14.01.19: children's surgery. St. Petersburg: 2013. [Веселов АГ. (2013). Ортопедическая коррекция при дисплазии магистральных вен нижних конечностей у детей. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук, 14.01.19: детская хирургия. СПб: 2013].

### Відомості про авторів:

**Видерко Роман Васильович** – лікар ортопед-травматолог дитячий відділу кістково-гнійної хірургії ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27; тел. (044) 486–69–83. <https://orcid.org/0000-0002-3427-8700>.

**Зима Андрій Миколайович** – д.мед.н., ст.н.с. відділу реконструктивної ортопедії та травматології дитячого та юнацького віку ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27; тел. (044) 486–29–73. <https://orcid.org/0000-0001-5443-2499>.

**Гук Юрій Миколайович** – д.мед.н., проф., гол.н.с. відділу реконструктивної ортопедії та травматології дитячого та юнацького віку ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27; тел. (044) 486–79–44. <https://orcid.org/0000-0002-4213-3560>.

**Чернуха Лариса Михайлівна** – д.мед.н., проф., гол.н.с. відділу хірургії магістральних судин ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. Героїв Севастополя, 30; тел. (044) 408–22–88. <https://orcid.org/0000-0003-3101-4133>.

**Чеве́рда Андрій Іванович** – к.мед.н., ст.н.с. відділу реконструктивної ортопедії та травматології дитячого та юнацького віку ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27; тел. (044) 486–29–73. <https://orcid.org/0000-0002-7632-8278>.

**Кінча-Поліщук Тамара Анатоліївна** – к.мед.н., пров.н.с. відділу реконструктивної ортопедії та травматології дитячого та юнацького віку ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27; тел. (044) 486–29–73. <https://orcid.org/0000-0002-7632-5796>.

Стаття надійшла до редакції 14.09.2022 р., прийнята до друку 19.12.2022 р.

УДК 617-089.844

А. О. Дворакевич<sup>1</sup>, А. А. Гураєвський<sup>1</sup>, А. Р. Стасишин<sup>1,2</sup>, А.–Д. А. Гураєвський<sup>1</sup>,  
Д. В. Шевчук<sup>1,3,4</sup>, О. О. Калінчук<sup>1</sup>

## Перший досвід застосування робот-асистованої хірургії в дитячому віці в Україні

<sup>1</sup>Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

<sup>3</sup>Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ

<sup>4</sup>Житомирський державний університет імені І. Франка, Україна

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):91-95; doi 10.15574/PS.2022.77.91

**For citation:** Dvorakevych AO, Gurayevskiy AA, Stasyshyn AR, Gurayevskiy A-DA, Shevchuk DV, Kalinchuk OO. (2022). The first experience of using robot-assisted surgery in childhood in Ukraine. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 91-95. doi: 10.15574/PS.2022.77.91.

У сучасному світі все більшої популярності набувають високотехнологічні оперативні втручання, серед них – роботична хірургія, зокрема в дитячому віці.

**Мета** – описати перший досвід застосування роботичного обладнання в мініінвазивному лікуванні дітей з хірургічною патологією в одній з найбільших регіональних клінік України.

**Матеріали та методи.** Прооперовано 13 дітей з різними нозологічними одиницями та різного віку (наймолодша дитина – 6 років).

**Результати.** Під час аналізу результатів встановлено, що роботична хірургія має ряд переваг і може ширше застосовуватись у дитячій хірургії. Охарактеризовано необхідні умови для роботичних операцій.

**Висновки.** Роботична хірургія має ряд переваг і може ширше застосовуватись у дитячій хірургії. У роботичній хірургії може розширюватися діапазон оперативних втручань та зменшуватися вік пацієнтів, які кваліфікуються до роботичних операцій. При інсталяції обладнання слід враховувати багатовекторність клініки.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** діти, роботична хірургія, нозологічні одиниці, мініінвазивне лікування.

### The first experience of using robot-assisted surgery in childhood in Ukraine

A. O. Dvorakevych<sup>1</sup>, A. A. Gurayevskiy<sup>1</sup>, A. R. Stasyshyn<sup>1,2</sup>, A. – D. A. Gurayevskiy<sup>1</sup>, D. V. Shevchuk<sup>1,3,4</sup>,  
O. O. Kalinchuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>First Territorial Medical Union of Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Lviv National Medical University named after Danylo Halytskyi, Ukraine

<sup>3</sup>Shupyk National University of Health Care of Ukraine, Kyiv

<sup>4</sup>Franko Zhytomyr State University, Ukraine

In today's world, high-tech surgical interventions are gaining more and more popularity. Among them is robotic surgery, particularly in childhood.

**Purpose** – is to present the first experience of using robotic equipment in minimally invasive treatment of children with surgical pathology in one of the largest regional clinics of Ukraine.

**Materials and methods.** In total, 13 children with different nosological units and different ages were operated on (the youngest child is 6 years old).

**Results.** When analyzing the results, it was established that robotic surgery has a number of advantages and can be more widely used in children's surgery. The necessary conditions for robotic operations are characterized.



## Оригінальні дослідження. Роботична хірургія

**Conclusions.** Robotic surgery has a number of advantages and can be more widely used in pediatric surgery. Robotic surgery may expand the range of surgical interventions and decrease the age of patients qualifying for robotic surgery. When installing the equipment, the multi-vector nature of the clinic should be taken into account.

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 the participating institution. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

The authors declare no conflict of interest.

**Keywords:** children, robotic surgery, minimally invasive treatment.

### Вступ

У сучасному світі все більшої популярності набувають високотехнологічні оперативні втручання, серед них – роботична хірургія, зокрема в дитячому віці. Так, Thomas P. Cundy та співавт. (2013) провели систематичний літературний огляд у 2001–2012 рр. і виявили 2393 роботичні процедури (переважно операції на шлунково-кишковому тракті, урогенітальна сфера і торакальні операції). Рівень конверсії становив 2,5%, ускладнень – 0,5% [5].

Останніми роками активно обговорюється можливість застосування роботичної хірургії в дітей більш ранніх вікових груп. Так, A. J. Carsel, D.G. DaJusta, C. B. Ching та співавт. (2021) проаналізували досвід застосування роботичної техніки в дітей до 6 місяців життя та масою тіла понад 4 кг (пієлопластика, гемінефректомія, нефректомія, уретероуретеростомія). Автори констатували, що і для верхнього травного тракту ранній вік пацієнтів не має бути на заваді застосування роботичної техніки [1].

Група авторів із США на чолі з Sameer Mittal та співавт. (2021) провели найбільший порівняльний аналіз повторних операцій при гідронефрозі (роботичної проти відкритої) і дійшли висновку, що наявні значні переваги роботичної техніки [9]. Такої ж думки дійшла й інша група авторів з Індії, провівши метааналіз [2]. Схожі результати описані американськими дослідниками і раніше [7]. Проаналізувавши досвід застосування роботичної пієлопластики в когорти дітей раннього віку (середній вік становив 18 місяців), S. Cohen, G. Raisin, D. Dothan та співавт. (2022) взагалі рекомендують роботичну пієлопластику як метод вибору [4].

Проаналізувавши досвід застосування роботичного обладнання в лікуванні хвороби Гіршпрунга в дітей, T. A. Quynh, P. D. Hien, L. Q. Du та співавт. (2022) вказали на безпечність та ефективність його застосування при процедурі Soave [12]. Такого ж висновку досягли й інші автори [3]. Водночас автори відмітили необхідність подальшого спостереження за цією когортою пацієнтів.

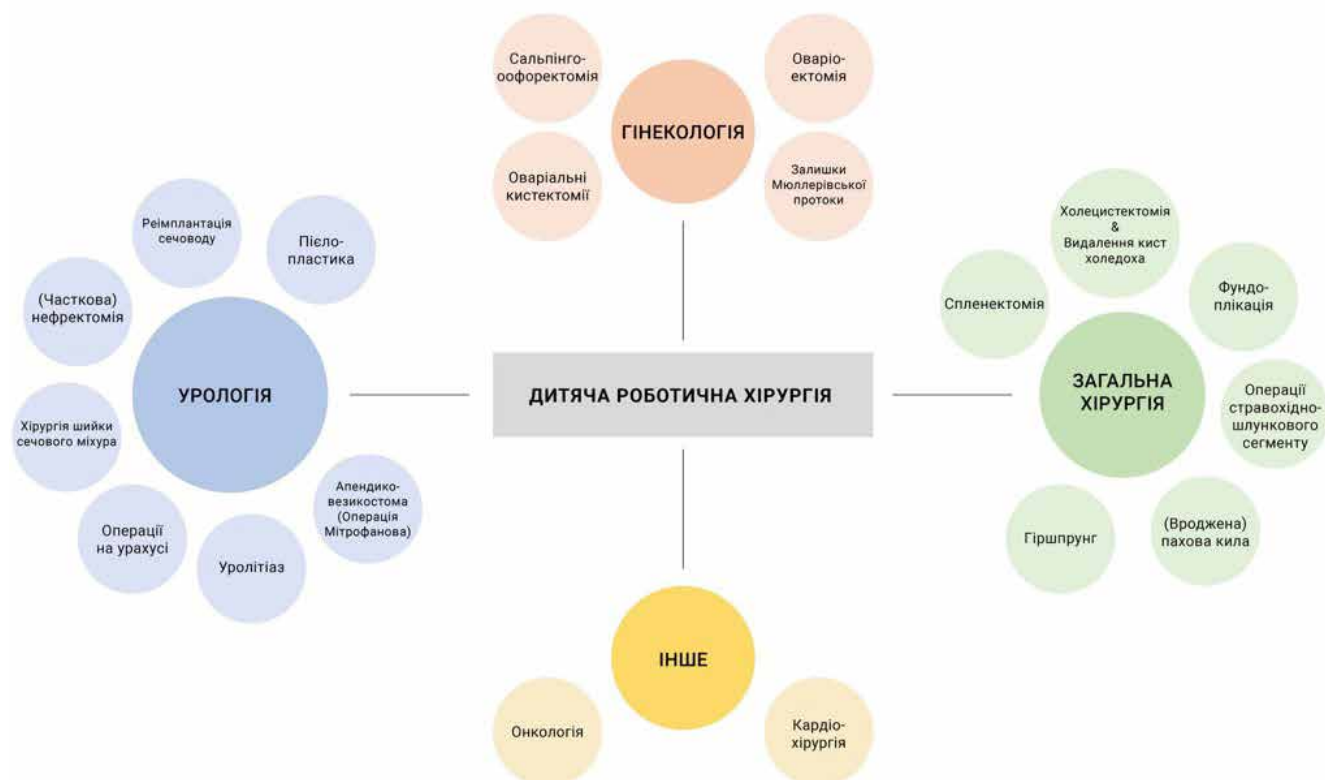


Рис. 1. Можливості застосування роботичної хірургії у дітей [7]

Christopher D. Moore, Michael J. Erhard, Philipp Dahm (2007) описали успішний випадок роботичного висічення симптоматичної кисти сім'яного міхурця, асоційованого з односторонньою нирковою агенезією [10].

Загалом Т. F. Krebs та співавт. (2022), проаналізувавши значну кількість літературних джерел, дійшли висновку, що роботична хірургія є безпечною і ефективною в дітей зі зростанням діапазону операцій [6].

**Мета** дослідження – навести перший досвід застосування роботичного обладнання в мініінвазивному лікуванні дітей з хірургічною патологією в одній з найбільших регіональних клінік України.

### Матеріали та методи дослідження

В умовах КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова» роботична система «DaVinci® S» працює з 2020 року. Першим оперативним втручанням передувало доволі складний інсталяційний процес. Також певний час між інсталяцією та початком оперативних втручань зайняло навчання членів команди за кордоном (США, Бельгія та ін.).

### Результати дослідження та їх обговорення

Загалом у закладі з початку інсталяції роботичної системи виконано 33 оперативні робот-асистовані втручання, серед яких 13 – діти різного віку та з різними нозологіями.

Наш досвід застосування роботичної техніки в умовах КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова» (рис. 2,3):

- роботичний адгезіолізис – 1 (дівчинка віком 12 років);
- роботичне видалення кисти яєчника – 2 (дівчата віком 14 і 16 років);
- роботична апендектомія – 1 (хлопчик віком 11 років);
- роботичне видалення кисти селезінки – 1 (дівчинка віком 14 років);
- роботична геміспленектомія – 1 (дівчина віком 16 років);
- роботична холецистектомія – 2 (дівчата віком 8 і 17 років);
- роботична пієлопластика за Хайнсом–Андерсеном – 2 (дівчата віком 8 і 16 років);
- роботична нефректомія – 1 (хлопчик віком 6 років);
- роботична операція Lich–Gregoir при міхуровісечовідному рефлюксі – 1 (хлопчик віком 9 років – симультанно виконано герніотомію при метакромній паховій грижі);
- роботична уретеронеоцистостомія при мегауретері з ектопією вічка – 1 (хлопчик віком 7 років).



Рис. 2. Роботична команда КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова»



Рис. 3. Роботична операційна КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова»

«Крива навчання» переважно стосувалася такого етапу робот-асистованої операції, як «докінг» (під'єднання робот-консолі до пацієнта), який з 3 год на початку застосування методики зменшився до 20 хв (рис. 4). Решта операції не потребувала вдосконалення, оскільки усі члени роботичної команди мають досвід виконання лапароскопічних втручань при нозологіях, які піддавались оперативним втручанням. Жодних ускладнень (крововтрати чи інших, що потребували б конверсії) не було (рис. 5–8).

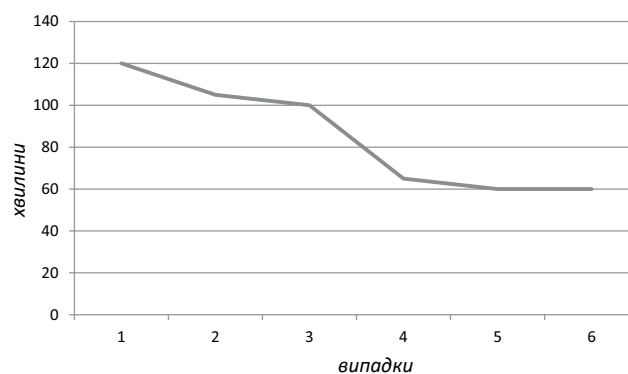


Рис. 4. Динаміка тривалості докінгу

## Оригінальні дослідження. Роботична хірургія

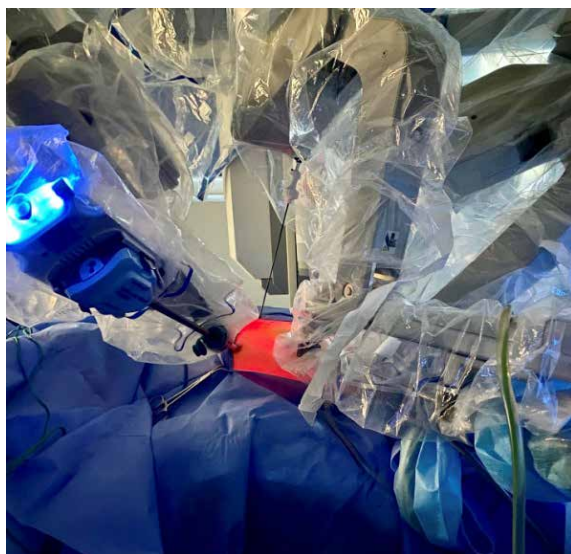


Рис. 5. Розташування роботичних «рук»



Рис. 6. Робота в роботичній операційній (розташування оперуючого хірурга за конsoleм та асистента біля пацієнта)



Рис. 7. Асистенти та операційна медсестра



Рис. 8. Вигляд операції на дублюючому моніторі

Середня тривалість оперативних втручань становила 3,5 год. Тривалість перебування в стаціонарі не аналізували, оскільки на період імплементації методу цей показник не є актуальним.

Враховуючи набутий досвід, можемо стверджувати про власне бачення переваг роботичної хірургії в дітей:

- 3-D-зображення та 20-кратний зум, що збільшує прецизійність хірургічних маніпуляцій;
- відсутність фізіологічного тремору;
- можливість виконання втручань у складних анатомічних ділянках завдяки артикуляції інструментів;
- мінімізація ускладнень (кровотечі, ушкодження інших органів тощо).

На думку Т. Р. Cundy, Н. J. Marcus, A. Hughes-Hallett та співавт. (2015), роль робот-асистованої хірургії в дітей залишається суперечливою. Автори підтверджують, що роботична хірургія є безпечним, можливим і ефективним засобом у деяких випадках як допоміжний інструмент для розширення можливостей мініінвазивної хірургії. Вони переконані, що лише великі заклади з великим обсягом роботи, які спільно вико-

ристовують робота для кількох груп спеціальностей, імовірно, зможуть підтримувати вищі пов'язані з цим витрати за допомогою сучасних технологій, оскільки фінансова доступність має бути високим пріоритетом для забезпечення клінічної доступності [5].

На нашу думку, слід відмітити необхідні умови для проведення роботичних операцій:

- знання обладнання + інженерна підтримка;
- достатнє володіння навиками ендоскопічної хірургії (мінімізація заміни інструментів EndoWrist) (про досвід у мініінвазивних операціях ми доповідали раніше [8,11,13,14]);
- правильний відбір пацієнтів до того чи іншого оперативного втручання;
- при повторних оперативних втручаннях не варто орієнтуватися на попередні рубці у виборі місця встановлення роботичних троакарів;
- попереднє (бажано грантове) навчання роботичній хірургії в експертних центрах;
- бажано наявність сучасних роботичних систем (da Vinci XI/SP, Hominis тощо) та створення державної програми підтримки роботичної хірургії.



## Висновки

Роботична хірургія має ряд переваг і може ширше застосовуватись у дитячій хірургії. З набуттям досвіду в роботичній хірургії може розширюватися діапазон оперативних втручань і зменшуватися вік пацієнтів, що кваліфікуються до роботичних операцій. При інсталяції такого обладнання слід враховувати багатовекторність клініки.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

## References/Література

1. Carsel AJ, DaJusta DG, Ching CB et al. (2022). Robotic upper tract surgery in infants 6 months or less: is there enough space? J Robotic Surg. 16: 193–197. <https://doi.org/10.1007/s11701-021-01231-6>.
2. Chandrasekharam VVS, Babu R. (2022). A systematic review and metaanalysis of open, conventional laparoscopic and robot-assisted laparoscopic techniques for re-do pyeloplasty for recurrent uretero pelvic junction obstruction in children, Journal of Pediatric Urology. 18 (5): 642–649. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2022.08.025>.
3. Chang X, Cao G, Pu J et al. (2022). Robot-assisted anorectal pull-through for anorectal malformations with rectourethral and rectovesical fistula: feasibility and short-term outcome. Surg Endosc. 36: 1910–1915. <https://doi.org/10.1007/s00464-021-08473-3>.
4. Cohen S, Raisin G, Dothan D et al. (2022). Robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty (RALP), for ureteropelvic junction obstruction (UPJO), is an alternative to open pyeloplasty in the pediatric population. J Robotic Surg. 16: 1117–1122. <https://doi.org/10.1007/s11701-021-01341-1>.
5. Cundy TP, Marcus HJ, Hughes-Hallett A et al. (2015). Robotic surgery in children: adopt now, await, or dismiss? Pediatr Surg Int. 31: 1119–1125. <https://doi.org/10.1007/s00383-015-3800-2>.
6. Krebs TF, Schnorr I, Heye P, Häcker F-M. (2022). Robotically Assisted Surgery in Children – A Perspective. Children. 9 (6): 839. <https://doi.org/10.3390/children9060839>.

7. Lindgren BW, Hagerty J, Meyer Th, Cheng EY. (2012). Robot-Assisted Laparoscopic Reoperative Repair for Failed Pyeloplasty in Children: A Safe and Highly Effective Treatment Option, The Journal of Urology. 188 (3): 932–937. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.04.118>.
8. Matviichuk BO, Huraievskiy AA, Stasyshyn AR, Yurchenko VV. (2007). Laparoskopichna fundoplikatsiia za Nissenom yak metod vyboru khirurhichnoho likuvannia hastroezofagealnoi reflukso-noi khvoroby. Klinichna khirurhiia. 2–3. [Матвійчук БО, Гураєвський АА, Стасишин АР, Юрченко ВВ. (2007). Лапароскопічна фундоплікація за Ніссеном як метод вибору хірургічного лікування гастроєзофагеальної рефлюксної хвороби. Клінічна хірургія. 2–3].
9. Mittal S, Aghababian A, Eftekharzadeh S, Dinardo L, Weaver J, Weiss DA et al. (2021). Primary vs redo robotic pyeloplasty: A comparison of outcomes, Journal of Pediatric Urology. 17 (4): 528.e1–528.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2021.02.016>.
10. Moore ChD, Erhard MJ, Dahm Ph. (2007). Robot-Assisted Excision of Seminal Vesicle Cyst Associated with Ipsilateral Renal Agenesis. Journal of Endourology. 21; 7: 776–779. doi: 10.1089/end.2006.0279.
11. Pereyaslov AA, Dvorakevych AA, Bobak AI, Mykita MM et al. (2019). Comparative analysis of the open and laparoscopic appendectomy in children. Paediatric Surgery. Ukraine. 4 (65): 43–47. [Переяслов АА, Дворакевич АО, Бобак АІ, Микита ММ та інші. (2019). Порівняльний аналіз відкритої та лапароскопічної апендектомії у дітей. Хірургія дитячого віку. 4 (65): 43–47]. doi: 10.15574/PS.2019.65.43.
12. Quynh TA, Hien PD, Du LQ et al. (2022). The follow-up of the robotic-assisted Soave procedure for Hirschsprung's disease in children. J Robotic Surg. 16: 301–305. <https://doi.org/10.1007/s11701-021-01238-z>.
13. Shevchuk D, Zaremba V, Vasianovych A. (2022). Endoscopic resection of bladder urothelial neoplasm in a child: a case report. Paediatric Surgery (Ukraine). 2 (75): 89–95. doi: 10.15574/PS.2022.75.89.
14. Stasyshyn AR. (2016). Kliuchovi chynnyky uspiyku videolaparoskopichnykh operatsii z pryvodu hastroezofagealnoi reflukso-noi khvoroby ta hryzhi stravokhidnoho otvoriu diafrahmy. Klinichna khirurhiia. (12): 13–15. [Стасишин АР. (2016). Ключові чинники успіху відеолапароскопічних операцій з приводу гастроєзофагеальної рефлюксної хвороби та грижі стравохідного отвору діафрагми. Клінічна хірургія. (12): 13–15].

## Відомості про авторів:

**Дворакевич Андрій Орестович** – к.мед.н., керівник Центру хірургії ВП «Лікарня Св. Миколая». Адреса: м. Львів, вул. Пилипа Орлика, 4. <https://orcid.org/0000-0003-1509-8525>.

**Гураєвський Артур Аполлінарійович** – керівник блоку роботичної та баріатричної хірургії ВП «Лікарня Св. Пантелеймона» КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова», лікар-хірург хірургічного відділення №2 Центру хірургії ВП «Лікарня Св. Пантелеймона» КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова», асистент кафедри хірургії, пластичної хірургії та ендоскопії ФПДО Львівського НМУ імені Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. І. Миколайчука, 9. <https://orcid.org/0000-0001-8893-7209>.

**Стасишин Андрій Романович** – д.мед.н., проф. каф. хірургії, пластичної хірургії та ендоскопії ФПДО Львівського НМУ імені Д. Галицького, лікар-хірург хірургічного відділення №2 Центру хірургії ВП «Лікарня Св. Пантелеймона» КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова». Адреса: м. Львів, вул. І. Миколайчука, 9. <https://orcid.org/0000-0002-6168-494X>.

**Гураєвський Андрій-Дмитро Артурович** – лікар-хірург хірургічного відділення №2 Центру хірургії ВП «Лікарня Св. Пантелеймона» КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова», хірург-ендоскопіст відділення інтервенційної ендоскопії Центру хірургії ВП «Лікарня Св. Пантелеймона» КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова», лікар-онкохірург хірургічного відділення №2 Центру хірургії ВП «Лікарня Св. Пантелеймона» КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова». Адреса: м. Львів, вул. І. Миколайчука, 9.

**Шевчук Дмитро Володимирович** – к.мед.н., доц., зав. урологічного відділення Центру хірургії ВП «Лікарня Св. Миколая» КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова», доц. каф. медико-біологічних дисциплін Житомирського державного університету імені І. Франка, доц. каф. урології НУОЗ України імені П. Л. Шупика. Адреса: м. Львів, вул. Пилипа Орлика, 4. <https://orcid.org/0000-0002-3466-3430>.

**Калінчук Олександр Олександрович** – завідувач хірургічного відділення Центру хірургії ВП «Лікарня Св. Миколая» КНП «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова». Адреса: м. Львів, вул. Пилипа Орлика, 4.

Стаття надійшла до редакції 28.09.2022 р., прийнята до друку 08.12.2022 р.



I.A. Lurin<sup>1</sup>, E.M. Khoroshun<sup>2,3</sup>, V.V. Nehoduiko<sup>2,3</sup>, V.V. Makarov<sup>2,3</sup>, Yu.V. Bunin<sup>2</sup>,  
R.V. Salyutin<sup>4</sup>, S.V. Tertyshnyi<sup>5</sup>

## Videothoracoscopic removal of a foreign body (arrow-shaped element) of gunshot origin from the vertebral body, using radiation and magnetic technologies

<sup>1</sup>SI «Scientific and Practical Center of Preventive and Clinical Medicine» of the State Administration of Affairs, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Military Medical Clinical Center of the Northern Region Command of Medical Forces of the Armed Forces of Ukraine, Kharkiv

<sup>3</sup>Kharkiv National Medical University, Ukraine

<sup>4</sup>Shalimov National Institute of Surgery and Transplantology of the NAMS of Ukraine, Kyiv

<sup>5</sup>Military Medical Clinical Center of the Southern Region Command of Medical Forces of the Armed Forces of Ukraine, Odesa

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):96-100; doi 10.15574/PS.2022.77.96

**For citation:** Lurin IA, Khoroshun EM, Nehoduiko VV, Makarov VV, Bunin YuV, Salyutin RV, Tertyshnyi SV. Videothoracoscopic removal of a foreign body (arrow-shaped element) of gunshot origin from the vertebral body, using radiation and magnetic technologies. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 : 96-100. doi: 10.15574/PS.2022.77.96.

Gunshot wounds to the chest have always occupied a special place among the entire set of gunshot wounds on the human body. Today, the one of the important challenges before the Navy of the Armed Forces of Ukraine, – not only to restore the damaged anatomical structures of the chest, but also to create optimal conditions for the restoration of the functional component. This will make possible to reduce the treatment period of a wounded serviceman and return him to the formation (or to the occupied position) as soon as possible.

The use of minimally invasive methods (videothoracoscopy, radiation control and magnetic technologies) during the treatment of a wounded person with a penetrating gunshot wound of the chest is the key in the surgeon's hands whose task is to save life and eliminate the defect (formed as a result of the wound). This approach is not only an example of highly specialised surgical care for the wounded in the navy, but also demonstrates the high quality of the proposed care scheme.

**Purpose** – practically implement new organisational, tactical and professional approaches to the treatment of gunshot wounds to the thorax using a clinical case study.

It is presented the **clinical case** of wounded man Sh., 35 years old, with a gunshot fragmentation blind wound of the posterior surface of the thorax, gunshot fracture of the Th7 vertebral body on the background of a foreign body (metal arrowhead).

In the current world literature, there are many options for surgical tactics for the treatment of wounded patients with penetrating gunshot wounds to the chest. However, our clinical case draws attention to the high relevance of applying and combining minimally invasive techniques (video-othoracoscopy, radiation control and magnetic technology). This makes it possible to reduce the time (or duration) of surgical intervention, perform an «extended» revision of the pleural cavity, examine and assess the condition of the wound canal, remove a foreign body (shrapnel, bullets, arrowhead component), compensate for respiratory failure phenomena as quickly as possible and restore the integrity and function of the thoracic cells.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interests was declared by the authors.

**Keywords:** gunshot wounds of the chest, video thoracoscopy, radiation control, magnetic technologies.

**Відеоторакоскопічне видалення інородного тіла (стріловидного елемента) вогнепального походження з тіла хребця з використанням променевої та магнітної технологій****І.А. Лурін<sup>1</sup>, Е.М. Хорошун<sup>2,3</sup>, В.В. Негодуйко<sup>2,3</sup>, В.В. Макаров<sup>2,3</sup>, Ю.В. Бунін<sup>2</sup>, Р.В. Салютін<sup>4</sup>, С.В. Тertiшній<sup>5</sup>**<sup>1</sup>ДУ «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, м. Київ, Україна<sup>2</sup>Військово-медичний клінічний центр Північного регіону Командування медичної служби Збройних Сил України, м. Харків<sup>3</sup>Харківський національний медичний університет, Україна<sup>4</sup>Національний інститут хірургії та трансплантології імені Шалимова НАН України, м. Київ<sup>5</sup>Військово-медичний клінічний центр Південного регіону Командування медичної служби Збройних Сил України, м. Одеса

Вогнепальні поранення грудей посідають особливе місце серед усієї сукупності вогнепальних поранень на тілі людини. На сьогодні одне з важливих завдань, що стоять перед Військово-Морським Флотом Збройних Сил України, – не тільки відновити пошкоджені анатомічні структури грудної клітки, але й створити оптимальні умови для відновлення функціональності. Це дасть змогу скоротити терміни лікування пораненого і повернути його в стрій (або на обійману посаду) у найкоротші терміни.

Використання мініінвазивних методів (відеоторакоскопія, променевий контроль і магнітні технології) під час лікування пораненого з проникаючим вогнепальним пораненням грудної клітки є ключовим у руках хірурга, завдання якого полягає у збереженні життя та ліквідації дефекту, що утворився внаслідок поранення. Такий підхід є не тільки прикладом вузькоспеціалізованої хірургічної допомоги пораненим на флоті, аде й демонструє високу якість запропонованої схеми надання медичної допомоги.

**Мета** – практичне впровадження нових організаційно-тактичних і професійних підходів до лікування вогнепальних поранень грудної клітки на прикладі клінічного випадку.

Наведено **клінічний випадок пораненого Ш.**, 35 років, із вогнепальним осколковим сліпим пораненням задньої поверхні грудної клітки, вогнепальним переломом тіла Th7 хребця на тлі стороннього тіла (металевий стрілоподібний елемент).

У сучасній світовій літературі існує безліч варіантів хірургічної тактики лікування поранених із проникаючими вогнепальними пораненнями грудей. Однак у нашому клінічному випадку звернуто увагу на високу актуальність застосування і поєднання мініінвазивних методів (відеоторакоскопія, променевий контроль і магнітні технології). Це дає змогу скоротити час (або термін) оперативного втручання, виконати «розширену» ревізію плевральної порожнини, оглянути й оцінити стан ранового каналу, видалити стороннє тіло (уламки, кулі, стрілоподібний компонент), якнайшвидше компенсувати явища дихальної недостатності та відновити цілісність і функцію клітин грудної клітки.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** вогнепальні поранення грудей, відеоторакоскопія, променевий контроль, магнітні технології.

**Introduction**

Today, trauma to the chest and organs of the chest cavity has acquired a new character and relevance.

This is caused by the enemy's use of high-energy weapons and weapons with new combined qualities. Knowledge of ballistic and other characteristics of modern weapons allows us to fully assess the specifics of damage to all anatomical structures of the chest.

Considering all the characteristics of the weapon used by the enemy (energy component of the striking object, shape and size, features of damaged tissues), it is possible, already at the initial stage, to have a clear idea about the size of the striking component, the deformation capacity depending on the density of the tissues through which it passes and the features of the damage.

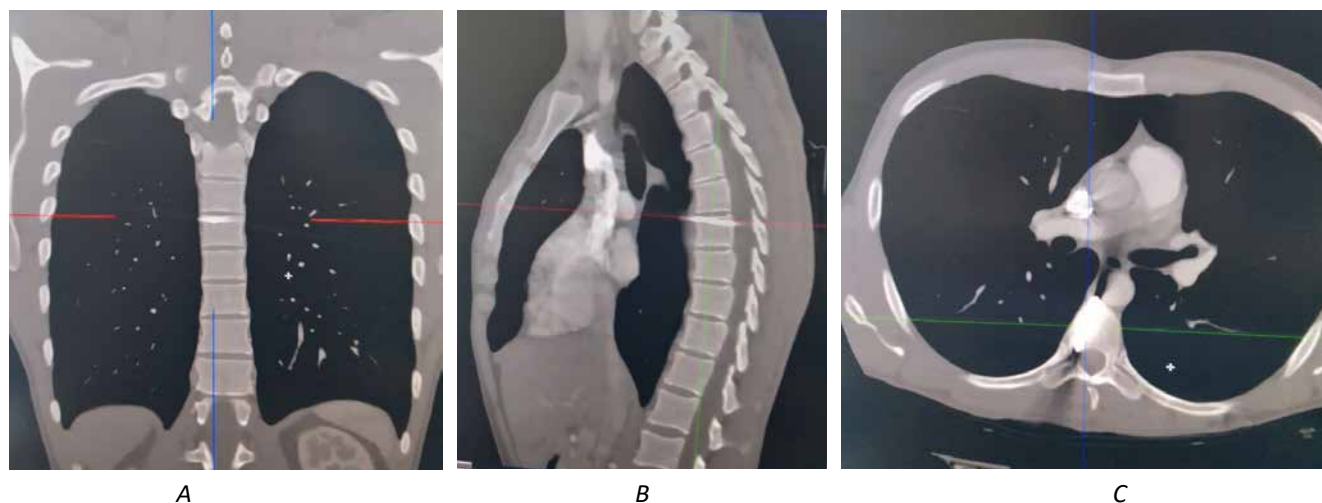
The energy component of firearms is more damaging to bone tissue – the rib cage frame compared to soft tissue structures [1].

Wounds, like injuries of the chest, can be divided into penetrating and non-penetrating, a special part is occupied by penetrating wounds of the chest. In this clinical case the focus is on specifics of a penetrating wound of the chest, which in turn can be further divided de-

pending on the speed of the damaging components (high-speed and low-speed). Shells with a movement speed of the wound component up to 360 m/s are low-speed, in the case of a wound component of 650–700 m/s, it needs to talk about high-speed options. Classically, shells can develop this speed after the explosion. The difference between such speed and energy component characteristics determines the peculiarities of damage to the anatomical structures of the chest and possibility of changing the wound channel due to the heterogeneity of the anatomical components [8].

Among chest injuries, it is singled out on a special group of penetrating chest injuries. According to the quantitative indicator in statistical studies, there are fewer penetrating wounds than non-penetrating ones, but the severity of the wound process and the cascade of complications show a higher percentage of fatalities. The research in the United States indicates that chest injuries account for 9% of all deaths, of which 33% are penetrating chest injuries [5]. The main part of gunshot wounds consists of military personnel's wounds, the rest is caused by wounds of civilians and a high number of firearms among civilians [3,4,7]. Specialized trauma centers with appropriate tech-

## Клінічний випадок



**Fig. 1.** Spiral computer tomography of chest organs: A – longitudinal; B – sagittal; C – lumbar. The presence of a foreign body (a metal arrow-shaped element) in the body of the 7<sup>th</sup> thoracic vertebra

nical support have been created around the world to solve such an urgent issue. Traumatology teams, working in these centers, provide surgical care according to the protocols of emergency care to the injured with damage to the chest [2]. Such specialization of the centers makes possible to offer fast and high-quality treatment of «specific» gunshot wounds of the chest.

In Ukraine gunshot wounds to the chest have gained new relevance is due to the use of new types of weapons. Therefore, the provision of surgical care to the wounded of this category is a special problem for the Navy of Ukraine.

**Purpose** of the study – practically implement new organisational, tactical and professional approaches to the treatment of gunshot wounds to the thorax using a clinical case study.

### Clinical case

The clinical example we present is a wounded serviceman of the Armed Forces of Ukraine *Sh.*, 35 years old, injured during a mine explosion in the north of Ukraine in June 2022. The advanced surgical group provided the first medical care on the front line. They performed primary surgical treatment of the wound, administering antibiotic and tetanus prophylaxis. Two hours after the injury he was taken to the Military Medical Clinical Center of the Northern Region (MMCC NR), and after examination by a multidisciplinary team of surgeons he was hospitalized at the neurosurgery department.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

**Objectively:** Condition is satisfactory. Body temperature is 36.5°C. The body structure is correct. Physical

development is average. Skin and visible mucous membranes are clean, normal color. Palpable lymph nodes are not enlarged, displaced. There is a clear lung percussion sound over the lungs, vesicular breathing, no wheezing. Pulse 88 per minute, rhythmic. The limits of the heart are within the age norm. Heart tones are clear, rhythmic. Blood pressure 120/70 mm Hg. The tongue is clean, moist. The abdomen participates in the act of breathing, is not distended, soft, palpable in all sections, painless. Peristaltic bowel sounds are normal. The kidneys are not palpable, tapping on the lumbar region is painless. The liver and spleen are not enlarged. Symptoms of peritoneal irritation are negative. Consciousness is clear (15 points on the Glasgow scale), Adequate. Pupils S=D, narrow. The face is symmetrical. Hearing is preserved. Active movements and sensitivity in the limbs are preserved. Urination is independent, controlled. There was no defecation during the observation period. Can walk independently. Locally: a wound with smooth edges, size 1.0×0.3 cm at the level of Th7 vertebra 3 cm lateral to the right of the midline.

On the spiral computed tomography (CT) of the thoracic organs: signs of a foreign body of metal density in the form of a rod with a diameter of about 3 mm, 40 mm long in the right part of the arch of the Th7 vertebra, which is included in the lateral masses of this vertebra on the right. The end part of the foreign body protrudes 2 mm in front of the vertebra body. No stenosis of the spinal canal was detected. There are no signs of pathological changes in the lungs and mediastinal organs (Fig. 1).

The operation on the wounded included: video-assisted thoracoscopy of the left pleural cavity, revision, osteotomy of the Th7 vertebra, removal of a foreign body (a metal arrow-shaped shell), sanitation and drainage of



the right pleural cavity according to Bülow under general anesthesia with one-lung intubation (left) and artificial lung ventilation (VLA). After treatment of the operative site under general anesthesia with one-lung intubation (left) and mechanical ventilation, a thoracopore for 10 mm oblique optics was installed in the 6<sup>th</sup> intercostal space along the front axillary line on the right. Working thoracopores are installed in the 7<sup>th</sup> intercostal space along the middle axillary line and in the 6<sup>th</sup> intercostal space along the posterior axillary line on the right. Revision of the right pleural cavity – subpleural hemorrhage is visualized in the projection of the Th7 vertebra. Additional navigation was performed with the help of the fluorographic X-ray general purpose mobile Carmex RK FP (Italy, 2021) system (Fig. 2).

The pleura is gradually dissected above Th7, the pleural dissection continues medially. The vena cava is diverted medially. The tip of a metal arrowhead is visualized directed medially to the vena cava and aorta. There are no data on active bleeding. The body of the vertebra is cleaned of soft tissues, coagulated. With the help of an arthroscopic shaver, the osteotomy of the Th7 body was performed strictly in the projection of the foreign body's position along the course of the wound canal (Fig. 3).

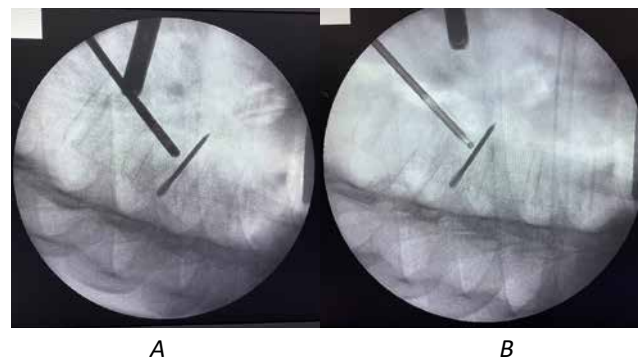
After complete extraction, the foreign body is removed from the body of the Th7 vertebra using a magnetic tool for endovideoscopic diagnosis and removal of metal ferromagnetic foreign bodies from the abdominal and pleural cavities and removed from the pleural cavity (Fig. 4).

Postoperative diagnosis: blind gunshot wound of the chest in the area of the Th7 vertebra with a fracture of its body and presence of a foreign body (a metal arrow-shaped element).

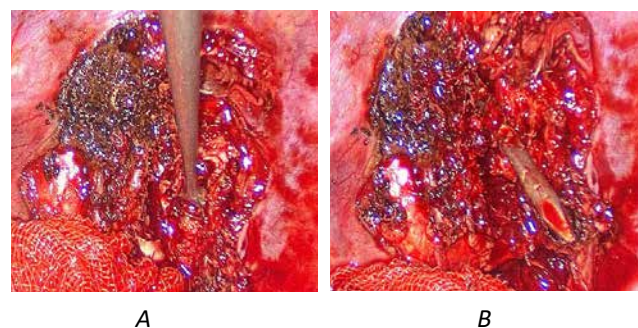
The uniqueness of this case is in the presence of an isolated gunshot injury to the vertebra located near the main mediastinal vessels, removal of a foreign body (sagittal element) using minimally invasive methods (videothoracoscopy, radiation control and magnetic technologies). It is not only a minimally invasive technique but also a bright addition to surgical mastery of thinking and practical implementation of modern technological capabilities of the MMCC of the North region in treatment of the wounded with gunshot wounds of the chest.

## Discussion

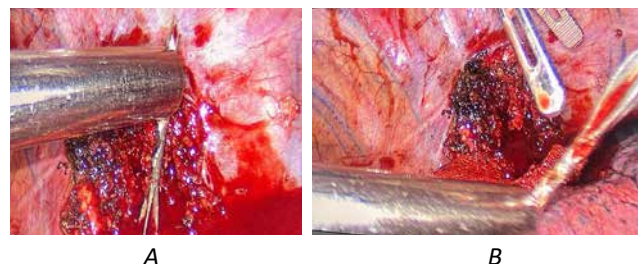
Looking at the methodology proposed by the team of the authors, it should be noted that the wounded has stayed in the hospital of the Medical Center of the North region for 12 days. There are no complications from the respiratory, cardiovascular and nervous systems. The wound



**Fig. 2.** Radio control of the video thoracoscopic tool navigation using fluorographic x-ray general purpose system of the mobile Carmex RK FP to the location of the metal arrow-shaped element



**Fig. 3.** Video thoracoscopic control of a foreign body removal (sagittal element): A – decortication of the vertebra with the help of an arthroscopic shaver; B – removal of the sagittal element from the bone tissue



**Fig. 4.** Fixation and removal of a foreign body (arrow-shaped element) from the vertebra body: A – fixation and removal of a ferromagnetic metal arrow-shaped element using a magnetic tool for endovideoscopic diagnosis and removal of metal ferromagnetic foreign bodies from the abdominal and pleural cavities; B – interception of a sagittal element with a thoracoscopic tool for removal from the pleural cavity

healed with initial tension, after which the injured person was sent on a medical leave for 30 calendar days.

Thus, our clinical case confirms that chest injuries can have a high mortality rate and a high level of complications, but the use of minimally invasive technologies in combination with dynamic X-ray control and magnetic technologies improves treatment results. They also reduce the number of thoracotomies, increasing the survival rate. Focused X-ray and sonographic evaluation



## Клінічний випадок

during the pre- and post-operative examination is the method of choice, especially in the wounded with a severe and unstable condition. In case of damage to the bone structures of the chest, stable ventilation and adequate anesthesia should be considered as an additional requirement, making it possible to apply minimally invasive methods with high quality.

## Conclusions

A gunshot wound to the chest can be a life-threatening event because it is often accompanied by damage to the organs of the chest, leading to high mortality. The use of new imaging methods – CT examination, CT angiography, ultrasound of the chest in current conditions make it possible to apply minimally invasive technologies and develop alternative options for diagnosis and dynamic monitoring of gunshot wounds. The work of the multidisciplinary team in accordance with the developed guidelines made it possible to conduct a thorough assessment of the gunshot wound and apply an effective treatment strategy.

Clear subordination and implementation of medical aid protocols on the example of the MMCC of the North region has demonstrated a new approach to solution of such a difficult issue as a gunshot wound to the chest with a gunshot fracture of the body of the Th7 vertebra and presence of a foreign body (a metal arrow-shaped element).

Mobilization and coordination due to a high-quality and professional administrative resource, a unified view or strategic tactics of actions according to the protocols, demonstrate the readiness of the Armed Forces Navy to provide medical care according to world standards.

The authors have declared no potential conflict of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

*No conflict of interests was declared by the authors.*

## References/Література

1. Boyd AD, Glassman LR. (1997). Lung injury. Chest Surg Clin N Am. 7: 263–284.
2. Hirsch M, Carli P, Nizard R, Riou B, Baroudjian B, Baubet T et al. (2015). The medical response to multisite terrorist attacks in Paris. Lancet Lond Engl. 386: 2535–2538.
3. Keneally R, Szpisjak D. (2013). Thoracic trauma in Iraq and Afghanistan. J Trauma Acute Care Surg. 74: 1292–1297.
4. Lesquen HD, Beranger F, Berbis J, Boddaert G, Poichotte A, Pons F et al. (2016). Challenges in war-related thoracic injury faced by French military surgeons in Afghanistan (2009–2013). Injury. 47: 1939–1944.
5. Lo Cicero J 3rd, Mattox KL. (1987). Epidemiology of chest trauma. Surg Clin North Am. 69: 15.
6. Mykhailosov RM, Velikodny OM, Bilenky VA, Negoduyko VV, Borodai VO. (2015). Utility model patent No. 105452 (UA). A flexible device for removing ferromagnetic foreign bodies. Submitted on August 4, 2015; Publ. 25.03.2016. Bul. No. 6.
7. Poon H, Morrison JJ, Apodaca AN, Khan MA, Garner JP. (2013). The UK military experience of thoracic injury in the wars in Iraq and Afghanistan. Injury. 44: 1165–1170.
8. Stephanopoulos PK, Hadjigeorgiou GF, Philippakis K, Giftokostas D. (2014). Gunshot wounds: a review of ballistics associated with penetrating trauma. Journal of Acute Disease. 3: 178–185.

## Відомості про авторів:

**Лурін Ігор Анатолійович** – д.мед.н., віце-президент НАМН України, проф. ДУ «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, генерал-майор медичної служби. Адреса: м. Київ, вул. Верхня, 5. <https://orcid.org/0000-0001-6280-1725>.

**Хорошун Едуард Миколайович** – к.мед.н., доц. каф. хірургії №4 Харківського НМУ, полковник медичної служби, начальник Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування медичної служби ЗСУ. Адреса: м. Харків, вул. Культури, 5. <https://orcid.org/0000-0003-1258-1319>.

**Негодуйко Володимир Володимирович** – д.мед.н., доц. каф. хірургії №4 Харківського НМУ, начальник клініки невідкладної медичної допомоги Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування медичної служби ЗСУ. Адреса: м. Харків, пр. Московський, 195. <https://orcid.org/0000-0003-4540-5207>.

**Макаров Віталій Володимирович** – проф. зав. каф. хірургії №4 Харківського НМУ. Адреса: м. Харків, пр. Московський, 195. <https://orcid.org/0000-0002-4224-0294>.

**Бунін Юрій Володимирович** – начальник операційного відділення Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування медичної служби ЗСУ, полковник медичної служби ЗСУ. Адреса: м. Харків, вул. Культури, 5. <https://orcid.org/0000-0002-1807-437X>.

**Салютін Руслан Вікторович** – д.мед.н., ст.н.с., заст. директора з організаційної та клініко-інноваційної роботи ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. Героїв Севастополя, 30.

**Тертишний Сергій Володимирович** – к.мед.н., полковник медичної служби, лікар хірург-травматолог вищої категорії Військово-медичний клінічний центр Південного регіону Командування медичної служби ЗСУ. Адреса: м. Одеса, вул. Пироговська, 2/2. <https://orcid.org/0000-0002-4949-5409>.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2022 р., прийнята до друку 19.12.2022 р.

УДК 616.34-007.44-053.2-073

Б. М. Боднар<sup>1</sup>, В. Ф. Рибальченко<sup>2</sup>, П. С. Русак<sup>2,3</sup>

## Інвагінація кишечника в дітей: навчання та практика

<sup>1</sup>Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна<sup>2</sup>Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ<sup>3</sup>КНП «Житомирська обласна дитяча клінічна лікарня» Житомирської обласної ради, Україна

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):101-109; doi 10.15574/PS.2022.77.101

**For citation:** Bodnar BN, Rybalchenko VF, Rusak PS. (2022). Invagination of the intestine in children: studies and practice. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 101-109. doi: 10.15574/PS.2022.77.101.

Інвагінація кишечника – змішана форма кишкової непрохідності, яка виникає при телескопічному зануренні одного відділу кишечника в просвіт іншого та зустрічається переважно в дітей віком від 3 місяців до 1 року, що становить 90%, а летальність, за даними літератури, – 6–14,5%.

Незважаючи на достатню кількість наукових і клінічних публікацій на шпальтах медичних видань щодо діагностики та лікування інвагінації кишечника, на сьогодні немає муляжів-симуляторів у підготовці як студентів, так і лікарів-інтернів, що й визначає актуальність публікації.

**Мета** – поліпшити результати діагностики та лікування дітей з інвагінацією кишечника шляхом аналізу власне вітчизняних розробок і наглядного вивчення механізму її розвитку за допомогою муляжа-симулятора як для діагностики, так і для лікування – консервативна дезінвагінація.

**Результати.** В умовах сьогодення лікарі загального профілю та педіатри не підготовлені до діагностики інвагінації кишечника в дітей, тобто не володіють простими методами обстеження. У лікарнях зазвичай немає обладнання для обстеження та діагностики гострої інвагінації кишечника. З метою усунення прогалини, на кафедрі дитячої хірургії Буковинського державного медичного університету розроблено та впроваджено в навчальний процес муляж-симулятор інвагінації кишечника «Гарант». Навчання на муляжі-симуляторі дає змогу освоїти практичні навички діагностики в умовах рентгенологічного кабінету та консервативної дезінвагінації з подальшим рентгенологічним контролем. Відпрацювання навичок лікарями первинної ланки та дитячими хірургами з діагностики та лікування сприятиме поліпшенню уявлення про виникнення недуги, а також про методи її лікування.

**Висновки.** Попри певні та значні напрацювання щодо діагностики й лікування інвагінації кишечника в дітей, проблема ще не вирішена, оскільки частина дітей звертається по допомогу невчасно, а як наслідок, виникають ускладнення – некроз, перитоніт з органною та поліорганною недостатністю. Застосування бальної системи оцінки стадії інвагінації дає змогу систематизувати основні прогностичні показники сонографічного та доплерографічного дослідження для визначення адекватного методу її лікування. Відпрацювання навичок діагностики та лікування на власне розробленому муляжі «Гарант» дозволяє наочно зрозуміти суть і мету заходів, що проводяться для встановлення і підтвердження діагнозу інвагінації кишечника, оцінити можливості різних методів консервативного та оперативного лікування, а також визначити показання до них.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** інвагінація кишечника, муляжі-симулятори інвагінації, навчання.

**Invagination of the intestine in children: studies and practice****B. N. Bodnar<sup>1</sup>, V. F. Rybalchenko<sup>2</sup>, P. S. Rusak<sup>2,3</sup>**<sup>1</sup>*Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine*<sup>2</sup>*Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv*<sup>3</sup>*Zhytomyr Regional Children's Clinical Hospital, Ukraine*

Intestinal invagination is a mixed form of intestinal obstruction that occurs when one section of the intestine is telescopically immersed in the lumen of another and occurs mainly at the age of 3 months to 1 year, which is 90%, and mortality, according to the literature, ranges from 6 to 14.5%.

Despite a sufficient number of scientific and clinical publications on the pages of medical journals regarding the diagnosis and treatment of intestinal intussusception, there are no fake simulators in the training of students and interns, which determines the relevance of this publication.

**Purpose** – to improve the results of diagnosis and treatment of children with intestinal intussusception by analyzing domestic developments and visually studying the mechanism of its development with the help of a simulator both for the purpose of diagnosis and treatment – conservative disinvagination.

**Results.** In today's conditions, general practitioners and pediatricians are not trained to diagnose intussusception in children, that is, they do not have simple methods of examination. Hospitals usually do not have the equipment to examine and diagnose acute intussusception. In order to eliminate the gaps at the Department of Pediatric Surgery of the Bukovinian State Medical University, a dummy-simulator of intestinal intussusception «Garant» was developed and introduced into the educational process. Training on a simulator allows you to master the practical skills of diagnostics in the conditions of an X-ray room and conservative disinvagination followed by X-ray control. In turn, the development of skills by primary care physicians and pediatric surgeons in diagnosis and treatment will primarily improve the understanding of the onset of the disease and treatment methods.

**Conclusions.** With certain and significant developments regarding the diagnosis and treatment of intestinal intussusception in children, the problem has not been solved, since some children seek help at the wrong time, and as a result of complications – necrosis, peritonitis with organ and multiple organ failure. The use of a scoring system for assessing the stage of invagination makes it possible to systematize the main prognostic indicators of sonographic and dopplerographic studies in order to determine an adequate method of treatment. Practicing the skills of diagnosis and treatment on the self-developed dummy «Garant» allows you to clearly understand the essence and purpose of the measures taken to establish and confirm the diagnosis of intestinal intussusception, evaluate the possibilities of various methods of conservative and surgical treatment and indications for them.

No conflict of interests was declared by the authors.

**Keywords:** intestinal intussusception, intussusception simulators, training.

**Вступ**

Інвагінація кишечника (ІК) – змішана форма кишкової непрохідності, яка виникає при телескопічному зануренні одного відділу кишечника в просвіт іншого та зустрічається переважно (90%) у дітей віком від 3 місяців до 1 року, а в дітей віком 2–14 років її частота становить 10% [6,10,18].

Незважаючи на поглиблені наукові дослідження і практичні успіхи останніх десятиліть, ІК в дитячій практиці, як і раніше, являє собою істотну медико-соціальну проблему, що зумовлено як частотою ураження дитячого населення, так і тяжкістю можливих ускладнень. Летальність, за даними літератури, становить 6–14,5%. У цей час летальність при інвагінації коливається в межах 0,5–1%. Тяжкість захворювання обумовлена швидким розвитком ускладнень із боку черевної порожнини, важкими патофізіологічними порушеннями і низькими резервними можливостями організму маленького пацієнта, а також тривалістю й ступенем порушення кровопостачання зануреної ділянки кишки [3,14,17].

Причини і патогенез ІК в дітей грудного віку недостатньо вивчені. Серед імовірних факторів ризику – порушення годування, лімфоїдна гіперплазія клубо-

вої кишки, бактеріальна та вірусна кишкова інфекція. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (2020), більшість дослідників у різних країнах розглядають ІК як «ідеопатичну». При цьому вказується, що немає достатніх підстав вважати етіологічним фактором ІК вірусну або бактеріальну інфекцію. Іноземні та вітчизняні дитячі хірурги вважають, що в дітей першого року життя ІК виникає внаслідок тимчасової дискоординації перистальтики кишечника (порушення координації скорочення повздожних і циркулярних м'язів із переважанням скорочувальної здатності останніх) з утворенням ділянок спазму, що призводить до занурення кишки. Також особливе значення мають такі фактори, як порушення скорочувальної функції кишечника з появою спазмів унаслідок недосконалості іннервації в дітей першого року життя, зміна раціону харчування з введенням прикорму, кишкові захворювання. У дітей віком від 1 року відзначається зв'язок інвагінації з аномаліями розвитку, такими як дивертикул Меккеля, загальна брижа, поліпи, пухлини кишкової стінки, стенози, гіперплазія лімфоїдної тканини та ін. [2,11,12].

У патогенезі розвитку ІК розрізняють два етапи: перший – епізод дискінезії кишечника, обумовлений



**Рис. 1.** Муляж-симулятор «Гарант» (розробка кафедри дитячої хірургії Буковинського державного медичного університету)

морфофункціональними особливостями організму, який росте; другий – явища гострої змішаної кишкової непрохідності, які в разі відсутності вчасного лікування призводять до некрозу і перитоніту, супроводжуються розвитком ендотоксикозу, складовими якого є синдром системної запальної реакції (SIRS) і синдром кишкової недостатності, що потребують ранньої адекватної корекції [18,20].

Інвагінація належить до змішаного, або комбінованого, виду механічної непрохідності, оскільки в ній поєднуються елементи странгуляції (защемлення брижі зануреної кишки) і обтурації (закриття просвіту кишки інвагінатом) [11,19].

Недостатня обізнаність щодо особливостей клінічної картини ІК призводить до численних діагностичних помилок. Однією з основних причин діагностичних труднощів при ІК є нечіткість і мінливість її клінічних симптомів у дітей різного віку.

Незважаючи на достатню кількість наукових і клінічних публікацій на шпальтах медичних видань щодо діагностики та лікування ІК, немає у фаховій літературі муляжів-симуляторів у підготовці як студентів, так і лікарів-інтернів, що й визначає актуальність публікації.

**Мета** дослідження – поліпшити результати діагностики та лікування дітей з ІК шляхом аналізу власне вітчизняних розробок і наглядного вивчення механізму її розвитку за допомогою муляжа-симулятора як для діагностики, так і для лікування – консервативна дезінвагінація.

## Матеріали та методи дослідження

У умовах сьогодення, за даними різних клінік, майже половину дітей госпіталізують пізно, зі стертою (атиповою) клінічною картиною гострої інвагінації. Це, своєю чергою, свідчить про відсутність знань і практичних навичок діагностики лікарями первин-



**Рис. 2.** Симуляція постановки клізми на муляжі

ної ланки, про слабку організацію на місцях щодо підготовки кваліфікованих сімейних лікарів, лікарів-педіатрів і дитячих хірургів. Пізня діагностика хворих із гострою інвагінацією також пов'язана з труднощами доставки ургентних хворих до стаціонарів, що пояснюється віддаленістю районів від обласних центрів. Окрім цього, у районних лікарнях часто відсутня штатна одиниця дитячого хірурга. Лікарі загального профілю та педіатри не підготовлені до діагностики ІК в дітей, тобто не володіють простими методами обстеження. У лікарнях зазвичай немає обладнання для обстеження й діагностики гострої ІК.

Попри певні напрацювання в комплектації симуляційних залів у підготовці лікарів, на сьогодні немає аналогів (муляжів-симуляторів).

Навчання на муляжах-симуляторах дає змогу освоїти практичні навички в умовах навчального та рентгенологічного кабінетів, що, своєю чергою, поліпшує надання допомоги лікарями первинної ланки та дитячими хірургами. Прикладами таких навчальних муляжів-симуляторів є муляж-симулятор «Гарант» (розробка кафедри дитячої хірургії Буковинського державного медичного університету), (рис. 1).

## Результати дослідження та їх обговорення

Відпрацювання навичок діагностики та лікування на муляжі-симуляторі дає змогу наочно зрозуміти суть і мету заходів, що проводяться для встановлення та підтвердження діагнозу ІК, оцінити можливості різних методів лікування, а також визначити показання до них.

У разі підозри на ІК обов'язковим є дотримання нижченаведеного алгоритму обстеження з метою верифікації діагнозу.

- Вивчення анамнезу та проведення аналізу клінічної картини – напади абдомінального болю, блювання та через який час «криваві» виділення.





**Рис. 3.** Рентгенографічна картина з наповненням тонкого кишечника повітрям на муляжі та встановлена тонкокишкова інвагінація

- Пальпація живота та наявність як інвагінату і позитивного симптому Данса чи Симоне–Данса.
- Результати ультразвукової діагностики (УЗД) черевної порожнини з прямими даними про інвагінат (симптом мішені), так і з опосередкованими – вільна рідина, відсутність або порушення перистальтики, рідинні утворення черевної порожнини. Констатація циліндрів інвагінату та проведення їхніх замірів, а також верифікація рідини між циліндрами. Допплерографія інвагінату та визначення ступеня порушення кровотоку в кожному циліндрі інвагінату.

Зазвичай пальцеве ректальне дослідження проводять після візуального огляду перианальної ділян-

ки в положенні дитини на спині із зігнутими ногами в кульшових та колінних суглобах. Для цього мізинець або вказівний палець густо змащують вазеліном і вводять в анальний отвір. Обережно, чутливою поверхнею пальця досліджують стінку кишки, за наявності інвагінації буде пальпуватися інвагінат «ковбасоподібної» форми. Часто виявляють домішки калу, змішаного зі слизом і кров'ю.

Після ректального дослідження проводять очисну клізму (рис. 2). У дітей віком до 5 років застосовують грушеподібний гумовий балон, а в дітей старшого віку – кухоль Есмарха. Для очисної клізми використовують 1-відсотковий розчин натрію хлориду з температурою 25–30°C. Об'єм рідини для новонароджених – 50 мл, для дітей віком 6 місяців – 100 мл, 5–9 років – 250 мл, від 10 років – 350 мл. Клізму проводять у горизонтальному положенні на лівому боці із зігнутими в кульшових суглобах ногами, після змащування анального отвору 10-відсотковим розчином вазеліну.

На рентгенографії (рис. 3) звертають увагу на заповнення повітрям насамперед ободової кишки. У нормі повітря заповнює всю пряму, сигмоподібну, поперечно-ободову кишку та потрапляє в кінцевий відділ здухвинної. При ілеоцекальній або товстокишковій інвагінації повітря доходить до голівки інвагінату, проникає між його циліндрами та охоплює його тінь з усіх боків, утворюючи симптом кокарди. Іноді повітря під тиском за розправлення інвагінату може проникати в клубову кишку, на якій відображається тінь інвагінату у вигляді циліндра.

Симуляцію на муляжі консервативної дезінвагінації (рис. 4) проводять так: катетер-інтубатор, з'єднаний за допомогою трійника з манометром і ба-



**Рис. 4.** Симуляція на муляжі консервативної дезінвагінації

**Таблиця 1**

Бальна оцінка сонографічних і доплерографічних показників інвагінації кишечника

Симптом	Бальна оцінка симптому	Кількість балів
Товщина зовнішнього циліндра	до 6 мм	1
	7–8 мм	2
	9–10 мм	3
	понад 10 мм	4
Міжпетлева рідина в структурі інвагінату	відсутня	1
	до 3,5 мм	2
	3,5–6 мм	3
	понад 6 мм	4
Рідина в черевній порожнині	відсутня	1
	до 3 мм	2
	4–20 мм	3
	понад 20 мм	4
Кровотік у ділянці інвагінату	збережений	1
	збережений артеріальний	2
	ослаблений артеріальний	3
	відсутній	4
Перистальтика	активна	1
	знижена	2
	патологічна	3
	відсутня	4

**Таблиця 2**

Бальна система оцінки стадій інвагінації кишечника

Стадії ІК	I (стадія початкових ознак)	II (стадія виражених клінічних проявів)	III (стадія початкових ускладнень)	IV (стадія виражених тяжких ускладнень)
Кількість балів	6,01±1,02	10,12±2,01	15,02±2,15	19,16±1,17

лоном Річардсона, вводять в ампулу прямої кишки. Повільно і обережно нагнітають повітря в товсту кишку під тиском до 80 мм рт. ст. За 2–3 хвилини кишка повністю простежується на оглядовій рентгеноскопії та рентгенографії.

Окрім фізикального обстеження та пальцевого ректального дослідження, для діагностики інвагінації кишечника найефективнішими є УЗД органів черевної порожнини з доплерографією, рентгенографія та комп'ютерна томографія органів черевної порожнини. Після встановлення діагнозу не менш важливим є визначення найефективнішого та найменш травматичного методу лікування.

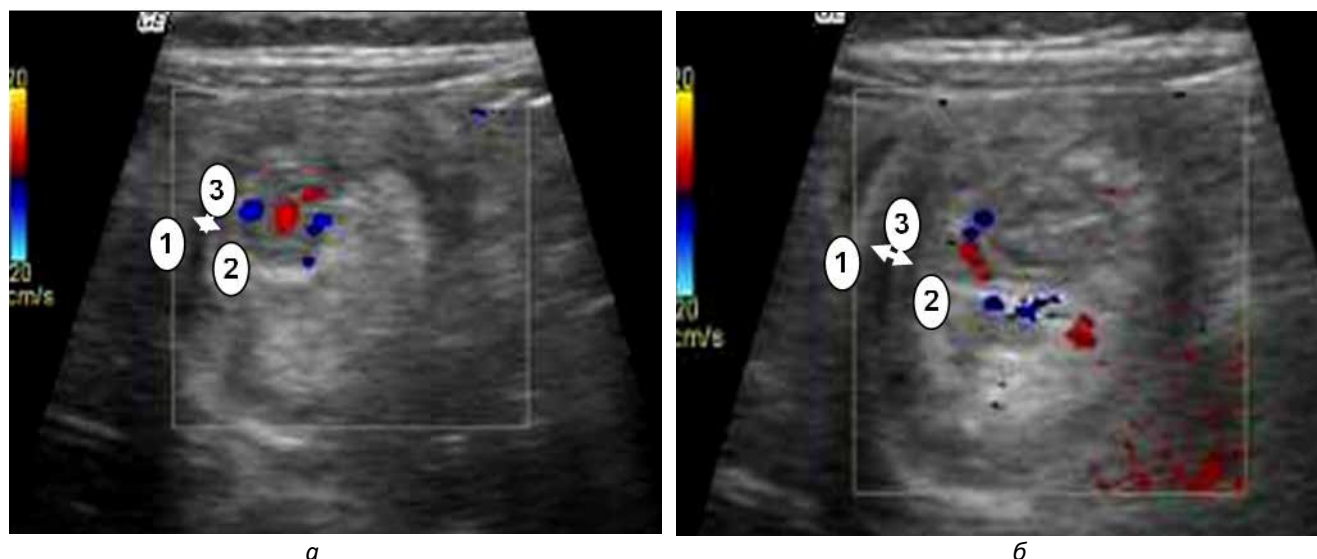
Одним із методів визначення показань до того чи іншого виду лікування є бальна система оцінки стадій ІК в дітей. З метою верифікації стадії ІК розроблено систему бальної оцінки ступеня вираженості основних її сонографічних і доплерографічних показників (табл. 1).

Найбільш прогностично вагомими для визначення стадії ІК, а отже, і подальшої тактики лікування

є кровотік у ділянці інвагінату за допомогою дуплексного сканування з кольоровим доплерівським картуванням – ДС з КДК (ступінь порушення вказує на інтенсивність защемлення кишки), товщина зовнішнього циліндра інвагінату – 1, а внутрішнього – 2 (збільшується прямопропорційно до ступеня защемлення кишки), 3 – міжпетлева рідина в структурі інвагінату (вказує на вихід рідини в міжклітинний простір за тривалого защемлення), (рис. 5), вільна рідина в черевній порожнині (ознака системної реакції очеревини на патологічний процес), перистальтика (характеризує функціональний стан кишечника на тлі порушення прохідності).

Отримані бальні вираження інтенсивності кожного з досліджуваних симптомів зведено для системної оцінки стадії хвороби (табл. 2).

Запропонована оцінка стадії ІК дає змогу систематизувати основні прогностичні показники сонографічного та доплерографічного дослідження для визначення адекватного методу її лікування [17,19,20].



**Рис. 5.** УЗД кишкового інвагінації. Симптом «мішені»: а – перша стадія захворювання, б – друга стадія захворювання. 1 – зовнішній циліндр; 2 – внутрішній циліндр; 3 – вимірювання товщини міжпетлевої рідини при різних стадіях

Показаннями до консервативного лікування є: вперше встановлена ІК, діти першого року життя, тривалість захворювання до 12 год, а також відсутність перитонеальної симптоматики. Поміж тим, консервативна дезінвагінація показана при I та II стадії ІК за наявності збереженого кровотоку, а також при бальній оцінці  $8,52 \pm 3,51$  бала [3,10,11,14].

Показання до діагностично-лікувальної лапароскопії: складність верифікації діагнозу після проведення комплексного обстеження; неефективність консервативної дезінвагінації; III стадія ІК за бальною системою оцінки ( $15 \pm 2$  бали); післяопераційний контроль за станом ураженої ділянки кишки; виявлення анатомічних утворень у структурі інвагінації за даними УЗД [1,3,5,11,14].

Показання до лапаротомії: наявність перитонеальної симптоматики (IV стадія ІК за бальною системою оцінки –  $19 \pm 1$  бал); неефективність лапароскопічної дезінвагінації; виявлення незворотних ішемічних змін лапароскопічно дезінвагінованої ділянки кишки; виявлення анатомічної причини захворювання, яку неможливо усунути лапароскопічно [10,11,18].

Для дітей, госпіталізованих до хірургічних стаціонарів із підозрою на ІК, можна запропонувати такі зміни до алгоритмів діагностики та лікування (рис. 6; рис. 7).

Адекватна хірургічна тактика з урахуванням бальної системи оцінки стадії інвагінації, застосування діагностично-лікувальної лапароскопії з доплерографічним контролем дає змогу поліпшити результати лікування дітей з ІК – зменшується відсоток лапаротомних оперативних втручань, летальних випадків, ускладнень і релапаротомій.

Для контролю розправлення інвагінації лікар вводить зонд у шлунок, проксимальний кінець якого занурює в склянку з асептичною рідиною, опущеною нижче рівня тіла пацієнта. Після розправлення інвагінації при подальшому підкачуванні повітря з'являються у склянці бульбашки повітря, які є підтвердженням повної дезінвагінації [6–9].

Для освоєння лапароскопічного методу можна використовувати заводські або власного виробництва тренажери, створені на кафедрі дитячої хірургії Буковинського державного медичного університету (рис. 8). Лапароскопічний метод лікування є малотравматичним оперативним втручанням із використанням сучасних технологій зшивання та зварювання живих тканин.

В основу консервативного лікування занурених у середину кишків – інвагінації, покладено принцип механічного впливу на інвагінат – введення під тиском у товсту кишку рідини або повітря. Останніми роками, за даними зарубіжної літератури, найбільшого поширення набув спосіб дезінвагінації за допомогою бар'євих клізм [10,12,19].

Наявність недуги в дітей з ІК спонукала українських науковців до розроблення та впровадження нових інформативних методів діагностики й лікування патології. За даними літератури, в Україні з 1986 р. і в СНД використовують консервативну дезінвагінацію інсуфляцією повітря з контролем ефективності розправлення інвагінації за методом М. І. Гриценка (АС №1491469). Автори для об'єктивізації методики контролю консервативної дезінвагінації розробили три способи для підтвердження дезінвагінації за консервативного лікування



ІК в дітей. В основу способу підтвердження дезінвагінації (Пат. 7013 U України) покладено встановлені в експерименті та перевірені в клінічних спостереженнях дані, що для заповнення шлунково-кишкового тракту в дітей віком до 3 років (у цієї групи інвагінація зустрічається найчастіше) необхідно менше 1 л газу. Тому після початку виділення газу зі шлункового зонду визначають об'єм газу, прокачаного через шлунково-кишковий тракт ретроградно за допомогою волюметра, і при виділенні понад 1 л газу діагностують дезінвагінацію [6,7].

Поміж тим, для визначення ефективності дезінвагінації використовують в якості газу медичний кисень із визначенням його вмісту в газовій суміші, отриманій зі шлунка (Пат. 7014 U України). Об'ємну частку кисню визначають за допомогою газоаналізатора «АК-М1». За Ю. М. Дедерером (1971), склад газової суміші кишечника такий: азот – 70%, кисень – 10–12%, вуглекислий газ – 6–9%, сірководень – 1–5%, інші гази – 0,5–5%. В атмосферному повітрі, як відомо, кисню близько 21%. Отже, нагнітаючи кисень у шлунково-кишковий тракт через пряму кишку і отримуючи в газовій суміші, що виділяється зі шлунка через зонд, вміст кисню понад 21%, об'єктивно та достовірно визначають дезінвагінацію [8].

Наступний метод, що підтверджує дезінвагінацію за консервативного лікування ІК в дітей, – введення газу в пряму кишку під тиском не вище 120 мм рт. ст., з визначенням наявності газу, що надходить із зонда, введенного в шлунок, при якому після початку виділення газу через шлунковий зонд одночасно реєструють тиск у прямій кишці та в шлунку за допомогою манометра і за його рівності говорять про настання дезінвагінації (Пат. 7015 U України). Так, при нагнітанні газу тиск у прямій кишці до дезінвагінації може підвищуватися до 120 мм рт. ст., тоді як у шлунку він істотно відрізняється, практично дорівнюючи нулю. Після настання дезінвагінації та виділення газу через шлунковий зонд тиск у прямій кишці та в шлунку вирівнюється, що є достовірною та об'єктивною ознакою дезінвагінації [9].

З метою діагностики інвагінації кишечника В. Ф. Рибальченко (2008) започаткував впровадження з метою діагностики УЗД з визначенням кровотоку в защемленій ділянці кишки. Враховуючи, що інвагінація кишечника є комбінованою непрохідністю, у перебігу недуги виділено чотири стадії залежно від тривалості перебігу хвороби та ускладнень. Залежно від встановлених стадій розроблено та впроваджено тактику залежно від первинних і вторинних змін у защемленій кишці [17,18].



Рис. 6. Діагностичний алгоритм при інвагінації кишечника в дітей

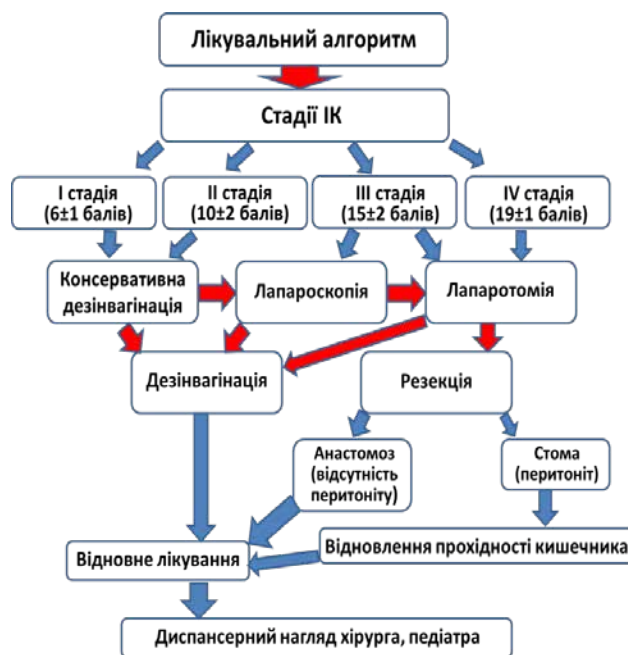


Рис. 7. Лікувальний алгоритм при інвагінації кишечника в дітей

Поміж тим, як за консервативної дезінвагінації виділення газу не відбулося, для контролю за розправленням інвагінату застосовують УЗД або рентгенографію органів черевної порожнини, а також пероральне введення суспензії барію. Під час УЗД виявляють зникнення інвагінату (відсутність





Рис. 8. Лапароскопічний тренажер

симптому «мішені») та підвищення кількості газу в кишечнику. На оглядовій рентгенограмі визначають симптом «бджолиного стільника». Пероральне введення суспензії барію (1–2 чайні ложки, розведені в молоці, а краще, збиті на міксері) та отримання його у випорожненнях дитини, разом із динамічним спостереженням за станом дитини, дають змогу достовірно констатувати розправлення інвагінату [17,18].

Вітчизняні науковці в навчальному посібнику «Лапароскопічна хірургія дитячого віку» (2006) обґрунтували показання до проведення лапароскопічної дезінвагінації. У подальшому група авторів П. С. Русак та співавтори (2016) розробили, запатентували та впровадили лапароскопічні методи розправлення інвагінату з інтраопераційною оцінкою стану кровотоку в защемленій кишці, до та після розправлення інвагінату, що закріплено патентами «Спосіб лікування інвагінації кишечника у дітей» (Патенти України №112045 UA та №107441 UA) [14–16,20].

Отже, доцільно констатувати, що внесок вітчизняних науковців у проблему діагностики та лікування досить значний, що дало змогу значно поліпшити результати лікування та досягти зменшення летальності. Проте існувала прогалина в навчанні студентів та інтернів етапам діагностики та консервативного розправлення інвагінату, яка успішно усунена завдяки проведеній роботі на кафедрі дитячої хірургії Буковинського державного медичного університету, що наведено в цій публікації, зокрема, доопрацьована та представлена в алгоритмах тактики діагностики та лікування послідовність дій лікаря в разі підозри на ІК.

## Висновки

Попри певні та значні напрацювання щодо діагностики й лікування ІК в дітей, на сьогодні про-

блема ще не вирішена, оскільки частина дітей звертається по допомогу невчасно, а як наслідок, виникають ускладнення – некроз, перитоніт з органною та поліорганною недостатністю.

Застосування бальної системи оцінки стадії інвагінації дає змогу систематизувати основні прогностичні показники сонографічного та доплерографічного дослідження для визначення адекватного методу її лікування.

Відпрацювання навичок діагностики та лікування на власне розробленому муляжі дозволяє наочно зрозуміти суть і мету заходів, що проводяться для встановлення і підтвердження діагнозу ІК, оцінити можливості різних методів консервативного та оперативного лікування, а також визначити показання до них.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

## References/Література

1. Apelt N, Featherstone N, Giuliani S. (2013). Laparoscopic treatment of intussusception in children: a systematic review. J. Pediatr. Surg. 48 (8): 1789–1793.
2. Blinman T, Ponsky T. (2012). Pediatric minimally invasive surgery: laparoscopy and thoracoscopy in infants and children. Pediatrics. 130 (3): 539–549.
3. Dehtiar VA, Zaporozhchenko AH, Bondariuk LN y dr. (2011). Maloynvazivnye metody lecheniya ynvahynatsyy kyshechnyka u detei. Khirurgiia dytiachoho viku. 8 (1): 52–53. [Детяр ВА, Запорожченко АГ, Бондарюк ЛН и др. (2011). Малоинвазивные методы лечения инвагинации кишечника у детей. Хирургия дитячого віку. 8 (1): 52–53].
4. Fallon SC, Lopez ME, Zhang W et al. (2013). Risk factors for surgery in pediatric intussusception in the era of pneumatic reduction. J. Pediatr. Surg. 48 (5): 1032–1036.
5. Hill SJ, Koontz CS, Langness SM, Wulkan ML. (2013). Laparoscopic versus open reduction of intussusception in children: experience over a decade. J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A. 23 (2): 166–169.
6. Hrytsenko NY. (1986). Sposob lecheniya tonkokyshechnoi ynvahynatsyy u detei. Avtorskoe svydetelstvo SSSR No.1491469. Zaiavka No.4150276. Pryorytet yzobreteniya, 21 oktiabria 1986 hoda. [Гриценко НИ. (1986). Способ лечения тонкокишечной инвагинации у детей. Авторское свидетельство СССР №1491469. Заявка №4150276. Приоритет изобретения, 21 октября 1986 года].
7. Hrytsenko YeM, Hrytsenko MI. (2005). Sposib pidtverdzhennia dezinvahinatsii pry konservativnomu likuvanni invahinatsii kyshechnyku u ditei. Patent Ukrainy na korysnu model No.7013. zaiavka No.20040402965. Podano 21.04.2004, zatverdzheno 15.06.2005, opublikovano 15.06.2005, biul. No.6. [Гриценко ЕМ, Гриценко МІ. (2005). Спосіб підтвердження дезінвагінації при консервативному лікуванні інвагінації кишечника у дітей. Патент України на корисну модель №7013. заявка №20040402965. Подано 21.04.2004, затверджено 15.06.2005, опубліковано 15.06.2005, бюл. №6].
8. Hrytsenko YeM, Hrytsenko MI. (2005). Sposib pidtverdzhennia dezinvahinatsii pry konservativnomu likuvanni invahinatsii kyshechnyku u ditei. Patent Ukrainy na korysnu model No.7014. Zaiavka No.20040402967. Podano 21.04.2004, zatverdzheno 15.06.2005, opublikovano 15.06.2005. biul. No.6. [Гриценко ЕМ,

- Гриценко МІ. (2005). Спосіб підтвердження дезінвагінації при консервативному лікуванні інвагінації кишечника у дітей. Патент України на корисну модель №7014. Заявка №20040402967. Подано 21.04.2004, затверджено 15.06.2005, опубліковано 15.06.2005. бюл. №6].
9. Hrytsenko YeM, Hrytsenko MI. (2005). Sposib pidtverdzhennia dezinivahinatsii pry konservativnomu likuvanni invahinatsii kyshechnyku u ditei. Patent Ukrainy na korysnu model No.7015. Zaiavka No.20040402970. Podano 21.04.2004, zatverdzheno 15.06.2005, opublikovano 15.06.2005, biul. No.6. [Гриценко ЄМ, Гриценко МІ. (2005). Спосіб підтвердження дезінвагінації при консервативному лікуванні інвагінації кишечника у дітей. Патент України на корисну модель №7015. Заявка №20040402970. Подано 21.04.2004, затверджено 15.06.2005, опубліковано 15.06.2005, бюл. №6].
  10. Kryvchenia DIu, Lysak SV, Plotnikov OM. (2008). Khirurgichni zakhvoriuvannia u ditei. Vinnytsia: PP «Nova knyha»: 253. [Кривченя ДЮ, Лисак СВ, Плотников ОМ. (2008). Хірургічні захворювання у дітей. Вінниця: ПП «Нова книга»: 253].
  11. Kukuruza YuP, Pohoriliy VV, Navrotskyi VA ta in. (2011). Uskladnennia ta rezultaty konservativnoho i operativnoho likuvannia invahinatsii u ditei. Khirurgiia dytiachoho viku. 8 (1): 47–49. [Кукуруза ЮП, Погорілий ВВ, Навроцький ВА та ін. (2011). Ускладнення та результати консервативного і оперативного лікування інвагінації у дітей. Хірургія дитячого віку. 8 (1): 47–49].
  12. Lorens S et al. (2013). A multi-country study of intussusception in children under 2 years of age in Latin America: analysis of prospective surveillance data. BMC Gastroenterology. 13: 95.
  13. Reilly NR, Aguilar KM, Green PH. (2013). Should intussusception in children prompt screening for celiac disease? J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 56 (1): 56–59.
  14. Rusak PS, Danylov OA, Kukuruza YuP, Rybalchenko VF. (2006). Laparoskopichna khirurgiia dytiachoho viku. Navchalno-metodychnyi posibnyk. Zhytomyr-Kyiv: NMAPO im. P. L. Shupyka, VNMU im. M. I. Pyroghova: 128. [Русак ПС, Данилов ОА, Кукуруза ЮП, Рибальченко ВФ. (2006). Лапароскопічна хірургія дитячого віку. Навчально-методичний посібник. Житомир-Київ: НМАПО ім. П. Л. Шупика, ВНМУ ім. М. І. Пирогова: 128].
  15. Rusak PS, Rybalchenko VF, Stakhov VV, Shevchuk DV, Marchenko VF, Zarembo VR, Daleka MV. (2016). Sposib likuvannia invahinatsii kyshechnyku u ditei. Patent Ukrainy na vyina-khid No.112045 UA vid 11.07.2016. [Русак ПС, Рибальченко ВФ, Стахов ВВ, Шевчук ДВ, Марченко ВФ, Заремба ВР, Далека МВ. (2016). Спосіб лікування інвагінації кишечника у дітей. Патент України на винахід №112045 UA від 11.07.2016].
  16. Rusak PS, Rybalchenko VF, Stakhov VV, Shevchuk DV, Marchenko VF, Zarembo VR, Daleka MV. (2016). Sposib likuvannia invahinatsii kyshechnyku u ditei. Patent Ukrainy na korysnu model No.107441 UA. Opublikovano 10.06.2016. [Русак ПС, Рибальченко ВФ, Стахов ВВ, Шевчук ДВ, Марченко ВФ, Заремба ВР, Далека МВ. (2016). Спосіб лікування інвагінації кишечника у дітей. Патент України на корисну модель №107441 UA. Опубліковано 10.06.2016].
  17. Rybalchenko VF. (2007). Neprokhidnist ileotsekalnoho kuta u ditei. V. F. Khirurgiia dytiachoho viku. 4 (2): 20–30. [Рибальченко ВФ. (2007). Непрохідність ілеоцекального кута у дітей. В. Ф. Хірургія дитячого віку. 4 (2): 20–30].
  18. Rybalchenko VF. (2013). Analiz roboty dytiachoi khirurgichnoi sluzhby Ukrainy u 2012 rotsi. Khirurgiia dytiachoho viku. 3: 24–33. [Рибальченко ВФ. (2013). Аналіз роботи дитячої хірургічної служби України у 2012 році. Хірургія дитячого віку. 3: 24–33]. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khdv\\_2013\\_3\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khdv_2013_3_8).
  19. Solovov AE. (2009). Stadii ynvahynatsyy kyshok u detei. Khirurgiia dytiachoho viku. 1: 41–43. [Соловьев АЕ. (2009). Стадии инвагинации кишок у детей. Хірургія дитячого віку. 1: 41–43].
  20. Stakhov VV. (2016). Kryterii diahnostyky ta osoblyvosti likuvalnoi taktyky pry invahinatsii kyshechnyku u ditei. Khirurgiia dytiachoho viku. 3–4: 42–50. [Стахов ВВ. (2016). Критерії діагностики та особливості лікувальної тактики при інвагінації кишечника у дітей. Хірургія дитячого віку. 3–4: 42–50].
  21. Zhang Y, Bai YZ, Li SX et al. (2011). Sonographic findings predictive of the need for surgical management in pediatric patients with small bowel intussusceptions. Langenbecks Arch. Surg. 396 (7): 1035–1040.

#### Відомості про авторів:

**Боднар Борис Миколайович** – д.мед.н., проф. каф. дитячої хірургії Буковинського державного медичного університету МОЗ України, Адреса: м. Чернівці, пл. Театральна 2.

**Рибальченко Василь Федорович** – д.мед.н., проф., проф. каф. дитячої хірургії НУОЗ України імені П. Л. Шупика МОЗ України. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожичська, 9. <https://orcid.org/0000-0002-1872-6948>.

**Русак Петро Степанович** – д.мед.н., проф. каф. дитячої хірургії НУОЗ України імені П. Л. Шупика; зав. хірургічного відділення №1 КНП «Житомирська обласна дитяча клінічна лікарня» Житомирської обласної ради. Адреса: Житомирська обл., Житомирський р-н, с. Станишівка, шосе Сквирське, 6. <https://orcid.org/0000-0002-1267-0816>.

Стаття надійшла до редакції 09.05.2022 р., прийнята до друку 15.12.2022 р.

## **Пам'яті вчителя, наставника, товариша Олександра Глібовича Дубровіна**



**З великим смутком повідомляємо, що 15 жовтня 2022 року пішов із життя доктор медичних наук, професор кафедри дитячої хірургії, професор Дубровін Олександр Глібович.**

Вчитель, клініцист, науковець – саме так можна охарактеризувати професора Дубровіна. Уся педіатрична спільнота України співчуває сім'ї, близьким і знайомим шановного Олександра Глібовича.

Прощання з шановним професором Дубровіним відбулося 17 жовтня в Поминальній залі Байкового цвинтаря.

Олександр Глібович закінчив педіатричний факультет Київського медичного інституту у 1977 р. Після закінчення інтернатури протягом 1978–1981 рр. обіймав посаду лікаря-хірурга в дитячій клінічній лікарні №2 м. Києва; 1981–1991 рр. – посаду молодшого наукового співробітника та старшого наукового співробітника у відділенні хірургії вроджених вад розвитку в дітей Науково-дослідного інституту педіатрії, акушерства і гінекології. У 1991–1994 рр. був асистентом кафедри дитячої хірургії Київського інституту удосконалення лікарів. У 1994 р. обраний на посаду асистента кафедри дитячої хірургії Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, а у квітні 2004 р – на посаду доцента кафедри. 19 жовтня 2005 р. присуджене вчене звання «доцент», а в січні 2011 р. – «професор». З лютого 2007 р. обіймав посаду професора кафедри.

Олександр Глібович Дубровін у 1988 р. захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук, а в 2005 р. – на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук. О. Г. Дубровін є автором 180 друкованих робіт, з яких 1 монографія, 1 практичний посібник, 15 патентів на винахід, є співавтором підручника. Основні напрями наукової діяльності – корекція вроджених вад розвитку дихальної системи, шлунково-кишкового тракту, портальної гіпертензії в дітей.

На кафедрі відповідав за наукову роботу. Володів і викладав англійською мовою. Виконував значний обсяг лікувальної та консультативної роботи. Під керівництвом професора Дубровіна О. Г. захищені 2 кандидатські дисертації та виконувалися 3 кандидатські дисертації.

Олександр Глібович Дубровін – член спеціалізованої вченої ради із захисту докторських дисертацій у Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця, член проблемної комісії «Хірургія», член редакції журналу «Здоров'я ребенка».

Нагороджений Почесною грамотою Київського міського голови (2004).

**Висловлюємо щирі співчуття рідним, близьким, співробітникам кафедри дитячої хірургії, учням, друзям.**

**Зі щирою скорботою та співчуттям родині –**

**Колектив кафедри дитячої хірургії  
Національного медичного університету імені О.О. Богомольця,  
Асоціація дитячих хірургів України,  
редакційна колегія журналу «Хірургія дитячого віку (Україна)»,  
учні та друзі**



## Правила подачі та оформлення статей

Авторська стаття направляється до редакції електронною поштою у форматі MS Word. Стаття супроводжується офіційним направленням від установи, в якій була виконана робота, з візою керівництва (наукового керівника), завіреним круглою печаткою установи, експертним висновком про можливість відкритої публікації, висновком етичного комітету установи або національної комісії з біоетики. На останній сторінці статті мають бути власноручні підписи всіх авторів та інформація про відсотковий внесок у роботу кожного з авторів.

Приймаються оригінали супровідних документів з примірником рукопису, підписаного автором(ами), надіслані поштою, або скановані копії вищезазначених документів і першої (титульної) сторінки статті з візою керівництва, печаткою установи і підписами всіх авторів у форматі Adobe Acrobat (\*.pdf), надіслані на електронну адресу редакції.

Статті приймаються українською, російською або англійською мовами.

**Структура матеріалу:** вступ (стан проблеми за даними літератури не більше ніж 5–7-річної давності); мета, завдання, матеріали та методи; результати дослідження та їх обговорення (висвітлення статистично опрацьованих результатів дослідження); висновки; перспективи подальших досліджень у даному напрямку; список літератури (два варіанти); реферати українською, російською та англійською мовами.

**Реферат** є незалежним від статті джерелом інформації, коротким і послідовним викладенням матеріалу публікації за основними розділами і має бути зрозумілим без самої публікації. Його обсяг не повинен перевищувати 200–250 слів. Обов'язково подаються ключові слова (від 3 до 8 слів) у порядку значущості, що сприятиме індексуванню статті в інформаційно-пошукових системах.

Реферат до оригінальної статті повинен мати структуру, що повторює структуру статті: мета дослідження; матеріали і методи; результати; висновки; ключові слова. Усі розділи у рефераті мають бути виділені в тексті жирним шрифтом.

Для інших статей (огляд, лекція, клінічний випадок тощо) реферат повинен включати короткий виклад основної концепції статті та ключові слова.

**Оформлення статті.** На першій сторінці зазначаються: індекс УДК ліворуч, ініціали та прізвища авторів, назва статті, назва установ, де працюють автори та виконувалось дослідження, місто, країна.

За умови проведення досліджень із залученням будь-яких матеріалів людського походження, в розділі «Матеріали і методи» автори повинні зазначати, що дослідження проводилися відповідно до стандартів біоетики, були схвалені етичним комітетом установи або національною комісією з біоетики. Те саме стосується і досліджень за участю лабораторних тварин.

**Наприклад:** «Дослідження виконані відповідно до принципів Гельсінської Декларації. Протокол дослідження ухвалений Локальним етичним комітетом (ЛЕК) всіх зазначених у роботі установ. На проведення досліджень було отримано поінформовану згоду батьків дітей (або їхніх опікунів)».

«Під час проведення експериментів із лабораторними тваринами всі біоетичні норми та рекомендації були дотримані».

Кількість ілюстрацій (рисунок, схеми, діаграми, фото) має бути мінімальною. Діаграми, графіки, схеми будуються у програмах Word або Excel; фотографії повинні мати один із наступних форматів: PDF, TIFF, PSD, EPS, AI, CDR, QXD, INDD, JPG (150–600 dpi).

Таблиці та рисунки розташовують у тексті статті відразу після першого згадування. У підпису до рисунку наводять його назву, розшифровують усі умовні позначки (цифри, літери, криві тощо). Таблиці мають бути оформлені відповідно до вимог ДАК, бути компактними, пронумерованими, мати назву. Номери таблиць, їхні заголовки і цифрові дані, оброблені статистично, повинні точно відповідати наведеним у тексті статті.

Посилання на літературні джерела у тексті позначаються цифрами у квадратних дужках та відповідають нумерації у списку літератури. **Статті зі списком літературних джерел у вигляді посилань на кожній сторінці або кінцевих посилань не приймаються.**

Необхідно подавати два варіанти списку літератури.

**Перший варіант** подається відразу після тексту статті, джерела розташовуються за алфавітом (спочатку праці, опубліковані українською або російською мовами, далі – іншими мовами).

**Другий варіант** повністю відповідає першому, але джерела українською та російською мовами **ПЕРЕКЛАДАЮТЬСЯ!** на англійську мову. Цей варіант необхідний для сайту, підвищення індексу цитування та аналізу статті у міжнародних наукометричних базах даних.

Обидва варіанти оформлюються за стилем APA (American Psychological Association style), який використовується у дисертаційних роботах.

**Приклад оформлення для обох варіантів:**

Автор АА, Автор ВВ, Автор СС. (2005). Назва статті. Назва журналу. 10(2); 3: 49-53.

Автор АА, Автор ВВ, Автор СС. (2006). Назва книги. Місто: Видавництво: 256.

У тексті статті допускаються загальноприйняті скорочення, а також авторські скорочення, які обов'язково розшифровуються у тексті при першому згадуванні та залишаються незмінними по всьому тексту.

У кінці статті автори мають заявити про наявність будь-яких конкуруючих фінансових інтересів щодо написання статті. Зазначення конфлікту інтересів або його відсутності у статті є **обов'язковим**.

**Приклад:** «Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів» або «Матеріал підготовлений за підтримки компанії...»

Стаття закінчується відомостями про **усіх авторів**. Зазначаються прізвище, ім'я, по батькові (повністю), вчений ступінь, вчене звання, посада в установі/установах, робоча адреса з поштовим індексом, робочий телефон і адреса електронної пошти; ідентифікатор ORCID (<https://orcid.org/register>). Автор, відповідальний за зв'язок із редакцією, надає свій мобільний/контактний номер телефону.

Відповідальність за достовірність та оригінальність наданих матеріалів (фактів, цитат, прізвищ, імен, результатів досліджень тощо) несуть автори.

Редакція забезпечує рецензування статей, виконує спеціальне та літературне редагування, залишає за собою право скорочувати обсяг статей. Відмова авторам у публікації статті може здійснюватись без пояснення причин і не вважається негативним висновком щодо наукової та практичної значущості роботи.

**Статті, оформлені без дотримання правил, не розглядаються і не повертаються авторам.**

Редколегія



ГРУПА КОМПАНІЙ  
**«МедЕксперт»**  
медичні видання,  
конференції і семінари,  
маркетингові дослідження  
**med-expert.com.ua**



**Контакти редакції**  
Відповідальний редактор:  
Шейко Ірина  
Олександрівна  
+3 044 498-08-80  
+3 097 110-34-20  
pediatr@med-expert.com.ua

## ЗАПРОШУЄМО АВТОРІВ НАУКОВИХ СТАТЕЙ ДО СПІВПРАЦІ ПУБЛІКАЦІЯ БЕЗКОШТОВНА

**Видавництво ТОВ «Група компаній МедЕксперт»** випускає журнали для лікарів різних спеціальностей. Ми створюємо видання європейського зразка з інноваційним для України підходом до формування наповнення кожного випуску і висвітлення профільної тематики. Нашими експертами є не лише визнані українські вчені, але й провідні фахівці країн Балтії, Польщі, Великої Британії, Молдови, Франції, Італії, Туреччини, Ізраїлю, Китаю та інших. Усі наші журнали видаються великими накладками, доступні для читачів і мають авторитет у фаховому середовищі. Кожен з них надійно закріпив за собою позиції кращого у спеціалізованих рейтингах.

### «Сучасна педіатрія. Україна»



### «Хірургія дитячого віку. Україна»



### «Український журнал Перинатологія і педіатрія»



### «Український журнал Здоров'я жінки»



**Всі журнали включені у категорію «Б» Переліку наукових фахових видань України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.**

Визнанням авторитетності наших журналів є те, що всі вони входять у міжнародні наукометричні бази. Статтям присвоюється цифровий ідентифікатор об'єкта DOI.