

В.Р. Заремба<sup>1</sup>, О.А. Данилов<sup>2</sup>

## Операція Nuss: шляхи зменшення частоти післяопераційних ускладнень, інтенсивності та тривалості післяопераційного больового синдрому

<sup>1</sup>КНП «Житомирська обласна дитяча клінічна лікарня» Житомирської обласної ради, Україна

<sup>2</sup>Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, м. Київ, Україна

Paediatric surgery.Ukraine.2021.1(70):12-21; DOI 10.15574/PS.2021.70.12

**For citation:** Zarembo VR, Danylov OA. (2021). Nuss surgery: ways to reduce the frequency of postoperative complications, severity and duration of postoperative pain. Paediatric Surgery.Ukraine. 1(70):12-21; doi 10.15574/PS.2021.70.12.

Лійкоподібна деформація грудної клітки (ЛДГК) – найчастіша вада розвитку передньої грудної стінки, що в багатьох випадках призводить до кардіореспіраторних порушень і психологічних проблем. Незаперечним прогресом в її лікуванні є операція Nuss, яка вважається «золотим стандартом». Водночас таке операційне втручання та його модифікації несуть потенційні ризики тяжких післяопераційних та інтраопераційних ускладнень.

**Мета** – проаналізувати існуючі варіанти операції Nuss, розробити власну модифікацію такого хірургічного втручання для нівелювання інтраопераційних ризиків, зниження рівня післяопераційних ускладнень, мінімізації післяопераційного больового синдрому.

**Матеріали та методи.** Авторами у 2018–2019 рр. прооперовано 34 пацієнтів із ЛДГК (виконано операцію Nuss у власній модифікації) із II та III ступенями деформації. Проаналізовано післяопераційні ускладнення, рівень післяопераційного больового синдрому за шкалою NRSP до 3 місяців після операції; тривалість втручання, об'єм інтраопераційної кровотечі. Особливостями запропонованої модифікації операції є: 1) використання монолітної Т-подібної титанової пластини зі знімним стабілізатором; 2) формування тунелю суворо під м'язами; 3) жорстка підокісна фіксація стабілізаторів пластини до двох ребер із кожного боку; 4) використання пластин різної ширини для різних вікових категорій; 5) як пристрій для поетапного дозованого інтраопераційного підйому грудини застосовується талреп; 6) робочий порт вводиться через правий основний доступ і правий субпекторальний тунель; 7) корекція асиметричних форм деформації проводиться за рахунок асиметричної жорсткої фіксації стабілізаторів і тракції грудини кількома лігатурами.

**Результати.** Запропонована модифікація операції Nuss зменшує інтра- та післяопераційні ризики: зареєстровано одне післяопераційне ускладнення (2,9%), спосіб фіксації пластини дає змогу уникнути ризиків прорізування, зміщення та розвороту пластини (не зареєстровано жодного випадку), значно зменшує післяопераційний больовий синдром і запобігає його хронізації. У всіх випадках корекції асиметричних форм деформації досягнуто позитивних естетичних результатів зі імплантацією однієї фіксуєної пластини.

**Висновки.** Поетапна тракція грудини до положення помірної гіперкорекції нівелює ризик маніпуляцій у загрудинному просторі; субокісна фіксація пластини до двох ребер із кожного боку гарантує надійну фіксацію пластини без ризику її зміщення та розвороту. Менші товщина та ширина пластини; фіксація її як арочної конструкції зменшують травмування міжреберних судинно-нервових пучків та ребер і знижують ступінь післяопераційного болю. Введення робочого порту через точку виходу пластини з правої плевральної порожнини полегшує та забезпечує маніпуляції в межистинні за умови достатньої елевації грудини. За використання запропонованої модифікації в більшості випадків достатньо встановити одну коригувальну пластину.

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:** операція Nuss, лійкоподібна деформація грудної клітки, післяопераційні ускладнення, післяопераційний больовий синдром, інтраопераційна елевація грудини, талреп, фіксація пластини, торакоскопія.

## Nuss surgery: ways to reduce the frequency of postoperative complications, severity and duration of postoperative pain

V.R. Zaremba<sup>1</sup>, O.A. Danylov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zhytomyr regional children's clinical hospital, Ukraine

<sup>2</sup>Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine

Funnel chest deformity is the most common malformation of the anterior chest wall, which in many cases leads to cardiorespiratory disorders and psychological problems. The undisputed progress in her treatment is the Nuss procedure, which is the «gold standard». However, this surgical operation and its modifications carry potential risks of severe postoperative and intraoperative.

**The aim** is analysis of the existing variants of Nuss procedure and developing our own modification of this kind of surgery to eliminate intraoperative risks, reduce the level of postoperative complications, minimize postoperative pain.

**Materials and methods.** In 2018–2019, the authors operated on 34 patients with funnel chest (Nuss operation in its own modification) with II and III degrees of deformity. The analysis of postoperative complications, the level of postoperative pain on the NRSP scale up to 3 months after surgery; duration of interventions, volume of intraoperative bleeding are made. Features of the proposed modification of the operation are: 1) Using of a monolithic T-shaped titanium bar with a removable stabilizer; 2) Formation of the tunnel is strictly under the muscles; 3) Rigid subperiosteal fixation of bar stabilizers to two ribs on each side; 4) Using bars of different width for different age categories; 5) As a device for gradual dosed intraoperative lifting of the sternum used a turn-buckle; 6) The working port is entered through the right main access and through the right subpectoral tunnel; 7) Correction of asymmetric forms of deformation is carried out due to asymmetric rigid fixation of stabilizers and traction of the sternum by several ligatures complications.

**Results.** The proposed modification of the Nuss operation reduces intra- and postoperative risks: only one postoperative complication was registered (2.9%); the method fixation of bar avoids the risks of eruption, displacement and reversal of the bar (no case has been registered), significantly reduces postoperative pain and prevents its chronicity. In all cases of correction of asymmetric forms of deformation it was possible to achieve good aesthetic results with the installation of one fixing bar.

**Conclusions.** Gradual traction of the sternum to the position of moderate hypercorrection eliminates the risk of manipulation in the retrosternal space; subperiosteal fixation of the bar to two ribs on each side guarantees reliable fixation of the plate without the risk of its displacement and reversal. Smaller bar thickness and width; fixing it as an arched structure reduces injuries of intercostal vascular nerve bundles and ribs and reduces postoperative pain. Placing the working port at the point of exit of the bar from the right pleural cavity facilitates and ensures manipulation in the mediastinum, providing sufficient elevation of the sternum. When using the proposed modification in most cases, it is sufficient to install one correction bar.

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 these Institutes. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

The authors declare no conflicts of interests.

**Key words:** Nuss procedure, funnel chest, postoperative complications, postoperative pain syndrome, intraoperative lifting of sternum, turn-buckle, fixation of bar, thoracoscopy.

## Операция Nuss: пути уменьшения частоты послеоперационных осложнений, выраженности и длительности послеоперационного болевого синдрома

V.R. Zaremba<sup>1</sup>, A.A. Danilov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>КУ «Житомирская областная детская клиническая больница» Житомирского областного совета, Украина

<sup>2</sup>Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика, г. Киев, Украина

Воронкообразная деформация грудной клетки (ВДГК) – наиболее частая аномалия передней грудной стенки, во многих случаях приводит к кардиореспираторным нарушениям и психологическим проблемам. Неоспоримым прогрессом в ее лечении является операция Nuss, которая считается «золотым стандартом». Однако данное операционное вмешательство и его модификации несут потенциальные риски тяжелых послеоперационных и интраоперационных осложнений.

**Цель** – проанализировать существующие варианты операции Nuss; разработать собственную модификацию данного хирургического вмешательства для нивелирования интраоперационных рисков, снижения уровня послеоперационных осложнений, минимизации послеоперационного болевого синдрома.

**Материалы и методы.** Авторами в 2018–2019 гг. прооперированы 34 пациента с ВДГК (выполнена операция Nuss в собственной модификации) с II и III степенями деформации. Проанализированы послеоперационные осложнения, уровень послеоперационного болевого синдрома по шкале NRSP до 3 месяцев после операции; продолжительность вмешательств, объем интраоперационной кровопотери. Особенности предложенной модификации операции: 1) использование монолитной Т-образной титановой пластины со съемным стабилизатором; 2) формирование тоннеля строго под мышцами; 3) жесткая поднадкостничная фиксация стабилизаторов пластины к двум ребрам с каждой стороны; 4) использование пластин разной ширины для различных возрастных категорий; 5) в качестве устройства для поэтапного дозированного интраоперационного подъема грудини использован талреп; 6) рабочий порт вводится через правый основной доступ и правый субпекторальный тоннель; 7) коррекция асимметричных форм деформации проведена за счет асимметричной жесткой фиксации стабилизаторов и тракции грудини несколькими лигатурами.

**Результаты.** Предложенная модификация операции Nuss уменьшает интра- и послеоперационные риски: зарегистрировано одно послеоперационное осложнение (2,9%); способ фиксации пластины позволяет избежать рисков прорезывания, смещения и разворота пластины (не зарегистри-

## Оригінальні дослідження. Торакальна хірургія

ровано ни одного случая), значительно уменьшает послеоперационный болевой синдром и предотвращает его хронизацию. Во всех случаях коррекции асимметричных форм деформации удалось достичь хороших эстетических результатов с установкой одной фиксирующей пластины.

**Выводы.** Позатпажная тракция грудины в положении умеренной гиперкоррекции исключает риск манипуляций в загрудинном пространстве; поднадкостничная фиксация пластины к двум ребрам с каждой стороны гарантирует надежную фиксацию пластины без риска ее смещения и разворота. Меньшие толщина и ширина пластины, фиксация ее как арочной конструкции уменьшают травмирование межреберных сосудисто-нервных пучков и ребер и снижают послеоперационную боль. Установка рабочего порта в точку выхода пластины из правой плевральной полости облегчает и делает безопасными манипуляции в средостения при условии достаточного подъема грудины. При использовании предложенной модификации в большинстве случаев достаточной является установка одной корректирующей пластины.

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования утвержден Локальным этическим комитетом указанного в работе учреждения. На проведение исследований получено информированное согласие родителей детей.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Ключевые слова:** операция Nuss, воронкообразная деформация грудной клетки, послеоперационные осложнения, послеоперационный болевой синдром, интраоперационная элевация грудины, талреп, фиксация пластины, торакоскопия.

### Вступ

Лійкоподібна деформація грудної клітки (ЛДГК) зустрічається приблизно в 0,1–0,8 випадку на 100 дітей і є проявом патології сполучної тканини [5,9,11,16,18]. ЛДГК – це вада розвитку, яка, крім косметичного дефекту у вигляді западіння грудини та ребер, супроводжується різного ступеня функціональними й органічними порушеннями в кардіореспіраторній системі, зокрема: рестриктивна вентиляційна недостатність, часті бронхіти та пневмонії, симптоми компресії серця, зменшення толерантності до фізичних навантажень, відставання в масі тіла тощо [5,9–11,13,18,21]. Крім вказаних порушень, у таких хворих відзначаються часті психологічні проблеми, аж до суїцидальних нахилів, зниження самооцінки, порушення соціальної адаптації та відносин із протилежною статтю [9,18,21]. З огляду на це пацієнти з ЛДГК потребують лікування не тільки за медичними показаннями, але й за косметичними.

«Золотим стандартом» ХХІ століття в хірургічному лікуванні цієї патології визнана операція Nuss. Найбільшого поширення і визнання серед фахівців такий метод хірургічного лікування ЛДГК набув через свою малоінвазивність, косметичність, відносну простоту та швидкість виконання. Проте він характеризується низкою інтраопераційних і післяопераційних ускладнень, таких як інфікування, міграція та розворот пластини, прорізування пластини, пневмонія, наявність випоту у плевральній порожнині, пневмоторакс (у т.ч. і відстрочений); гемоторакс, серома, некроз шкіри, перикардит, виражений хронічний больовий синдром у післяопераційному періоді та навіть перфорація серця, ушкодження діафрагми, печінки, легень; кровотечі з внутрішньогрудинної та міжреберних артерій під час проведення пластини, післяопераційний плексит плечового сплетіння, життєвонебезпечна кровотеча під час видалення пластин [1,6,10,19,21,24]. Необхідність у виконанні повторних оперативних втручань, пов'язаних із перерахованими ускладненнями, виникає, за даними різних авторів, у 4,1–11% випадків [16,17]. Частим неприємним наслідком операції Nuss є

інтенсивний післяопераційний біль у ранньому післяопераційному періоді та хронічний післяопераційний біль. У післяопераційному періоді наявність пластини в міжреберних проміжках призводить до локальної деформації ребер і хрящів, а також до компресії та додаткового пошкодження міжреберних нервів [1,10,16].

Після описання оригінальної методики Nuss продовжується її удосконалення різноманітними модифікаціями [2,7,8,11,17,19,21,23], які дають змогу уникати значної кількості ускладнень. На цей час у практику вже введені певні вдосконалення (використання двох пластин і мостових конструкцій під час операції [17], різноманітні способи фіксації пластини, елевация грудини різними підйомними пристроями та вакуумним дзвоном під час операції [4,5,14,20,22]; використання як сталених пластини, так і виготовлених зі сплавів титану; стабілізаторів – із матеріалів, що біодеградуються [19]; парціальна клиноподібна стернотомія тощо [11]). Кожна з описаних методик має певні переваги й недоліки. Велика кількість удосконалень і модифікацій базової методики Nuss свідчить про те, що вона не повністю влаштовує хірургів у зв'язку з кількістю ускладнень, як інтраопераційних, так і післяопераційних. Технічні особливості операції, що доопрацьовувалися в подальших модифікаціях операції: досить високий ризик травми органів межистіння; фіксація одного стабілізатора до м'язів – це не може повністю запобігти зміщенню та розвороту пластини в післяопераційному періоді. Водночас, методики, що з'являлися в подальшому, теж не були абсолютно досконалими, тому піддавалися і піддаються подальшим удосконаленням. Методика Holcomb G. (США, Канзас) [7]: недоліком є наявність власне субксіфоїдального доступу, що є поганим із точки зору естетики. Модифікацією цієї методики є спосіб Colombani (США, Мінесота) [2]. Слабким місцем цієї методики є наявність того ж таки субксіфоїдального доступу, а фіксація стабілізаторів до м'язів не нівелює ризику зміщення пластини та її розвороту. Методика Pilegaard H.K. (Данія) [19] теж не є абсолютно досконалою: по-перше, через

коротке одне плече пластини вона є неприйнятною при плоскій лійкоподібній деформації; один післяопераційний рубець знаходиться на передній поверхні грудної клітки, а не на боковій, що є не досить добре для косметичності втручання; стабілізатор із матеріалу, що біодеградується, не може забезпечити тривалої стабільності пластини. Методика Schaarschmidt К. (Німеччина) [23] теж має певні недоліки: велика кількість перикостальних швів, тобто перев'язується два-три міжреберних нерви з кожного боку; але й така кількість перикостальних швів не усуває повністю ризику розвороту пластини; рутинне використання білатеральної торакоскопії потребує встановлення додаткового торакопорту, що погіршує косметичність втручання і подовжує його тривалість. Методика Park Н. (Південна Корея) [16–18]: утруднення поширення цієї методики викликає використання «пектоскопа» і специфічних фіксаторів пластини. Методика Разумовського А.Ю. (Москва, Росія) [21] характеризується відмовою від торакоскопії, оскільки проведення пластини наосліп може призвести до фатальних ускладнень під час операції. Методика Кривчені Д.Ю. (Київ, Україна) [11]: «мінусами» цього методу є наявність двох додаткових доступів – субкисфoidalного та для клиноподібної резекції груднини. Методика Park Н. (Південна Корея) використовується для хірургічного лікування комбінованої форми деформації грудної клітки (лійкоподібна та кілеподібна деформація), або «сандвіч-техніка» [17]; є проривною також для лікування деформацій типу «pigeon chest»; для неї характерні високі навантаження в місцях фіксації швами до ребер, тому травма міжреберних судинно-нервових пучків більш виражена.

Усі вищенаведені методики використовують для фіксації та стабілізації пластини певну кількість перикостальних швів з одного чи обох боків грудної клітки (іноді – до 10) із залученням від 1 ребра з одного боку до 3 ребер з обох боків. За використання такої техніки фіксації у шов *завжди* потрапляє міжреберний судинно-нервовий пучок, що спричиняє хронічний післяопераційний біль. За винятком методики Park Н., фіксуюча пластина має лише дві точки опори на верхівках деформації з обох боків, що може призводити до плоскої форми деформації. Фіксація пластини перикостальними швами за використання лігатур із матеріалу, що біодеградується, не може забезпечити тривалої стабільності пластини; натомість використання лігатур, які не піддаються біодеградації, значно утруднює другий етап хірургічного лікування – видалення коригувальної пластини. Ідея інтраопераційної елевачії груднини для безпечного маніпулювання в загрудинно-

му просторі та вільного проведення пластини та її розвороту знайшла чимало прихильників. Із цієї метою використовуються такі прилади та інструменти, як вакуумний дзвін (Vacuum Bell), [19], однозубі гачки Kocher або Uemura [3,14]; «підйомний кран» Парка (за цієї методики прошивають сталюю лігатурою нижню третину груднини, піднімають у скориговане положення і фіксують до гачка, розташованого над операційним столом безпосередньо над найглибшою точкою деформації [15,16]; «Rultract Sky Hook Retractor System» [3]; методика підйому передньої грудної стінки гачками Кохера через основні бокові доступи, розташовані медіальніше, ніж при класичній методиці [3]. Існує метод підтягнення груднини за вкручений у середину тіла груднини «кістковий» кортикальний гвинт [3]. Більшість із запропонованих методів мають певні недоліки: вакуумний дзвін закриває операційне поле, недовгий при тяжких асиметричних ригідних деформаціях, «Rultract Sky Hook Retractor System» частково перекриває операційне поле асистенту, обмежуючи його ергономічність; підняття передньої грудної стінки гачками за ребра недостатньо ефективно та виключає з іншої роботи асистентів; «підйомний кран» Park не передбачає можливості поступово підняти грудну стінку.

**Мета** дослідження – проаналізувати існуючі варіанти операції Nuss, розробити власну модифікацію такого хірургічного втручання для нівелювання інтраопераційних ризиків, зниження рівня післяопераційних ускладнень, мінімізації післяопераційного больового синдрому.

## Матеріали та методи дослідження

На базі КНП «Житомирська обласна дитяча клінічна лікарня» у 2018–2019 рр. прооперовано 34 пацієнтів із ЛДГК (виконано операцію Nuss у власній модифікації).

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.

Розподіл пацієнтів за віком, статтю і ступенем деформації грудної клітки відображено в таблиці.

Серед оперованих пацієнтів із II ступенем деформації було 23 (67,65%) дитини, із III ступенем – 11 (32,35%) дітей.

Трьом (8,82%) пацієнтам встановлено дві фіксуючі пластини. Показанням до встановлення двох фіксуючих пластин був III ступінь ригідної деформації, поширеної по висоті. Одному (2,94%) пацієнту одномоментно скориговано комбіновану деформацію грудної клітки: лійкоподібна деформація II ступеня на рівні 2–5 ребер, кілеподібна деформація на рівні

## Оригінальні дослідження. Торакальна хірургія

### Таблиця

Характеристика пацієнтів за віком, статтю і ступенем деформації грудної клітки

Вік	6–9 років		10–13 років		14–18 років		Разом
	II ст.	III ст.	II ст.	III ст.	II ст.	III ст.	
Ступінь деформації грудної клітки							
Стать							
– чоловіча	1	1	6	2	10	4	24 (70,59%)
– жіноча	1	1	3	1	2	2	10 (29,41%)
Усього	4 (11,76%)		12 (35,29%)		18 (52,94%)		34 (100%)

6–7 ребер та виразна деформація реберних дуг одночасно виконано операцію Nuss у власній модифікації для корекції лійкоподібної частини деформації, операцію Abramson – для корекції кілеподібної порції деформації (дещо модифікована «техніка сендвіч») та операцію Park – для корекції депресії реберних дуг.

Для оцінки виразності післяопераційного больового синдрому використано числову рейтингову шкалу болю (Numeric rating scale for pain – NRSP); крім того, в опитування включено питання про частоту болю та його характер для уточнення наявності можливого нейропатичного типу болю («пекучий», «удар струмом», «поколювання», «затерпість»). Проведено опитування на 1-шу добу після операції (за 4–6 год після припинення введення наркотичного знеболювання лінеоматом), на 4–5-ту добу, через 1 міс і через 3 міс (очно і телефоном). Таким чином, опитано на 1-шу добу після операції 34 (100%) пацієнтів, на 4–5-ту – 34 (100,0%) пацієнтів; через 1 міс – 26 (76,47%) пацієнтів; через 3 міс після операції – 22 (64,7%) пацієнтів. Післяопераційне знеболювання проведено протягом 1–2 дів за допомогою промедолу або морфіну в режимі лінеомату цілодобово; у подальшому пацієнтам призначено знеболювання нестероїдними протизапальними препаратами або їх комбінаціями. Хронічним післяопераційним больовим синдромом вважали біль, що тривав понад 3 міс після хірургічного втручання за відсутності іншої причини болю (відповідно до критеріїв діагностики хронічного післяопераційного больового синдрому, W. Macrae та H. Davies, 1999).

### Власний варіант операції Nuss і суть запропонованих модифікацій

Мета розробки власної модифікації операції Nuss – зробити її максимально безпечною, простішою у виконанні; звести до нуля можливість розвороту, зміщення та прорізування пластини, зменшити післяопераційний больовий синдром; адаптувати методику для успішного лікування асиметричних форм деформації.

Для реалізації поставленої мети впроваджено простий безпечний метод інтраопераційної елевації гру-

дини; використано ідею функціонування фіксуєчої пластини як монолітної арочної конструкції з жорстко зафіксованими кінцями – фіксуємо ці кінці до ребер по середньоаксиллярних лініях; для уникнення травми міжреберних нервів використовуємо лише підокісну мобілізацію ребер у місцях фіксації; запроваджуємо при асиметричних деформаціях інтраопераційну елевацію передньої грудної стінки кількома лігатурами для виведення в положення, максимально близьке до фізіологічного, та фіксацію в такому положенні стальними лігатурами до ребер більш запалого боку (іноді – із косим ходом пластини).

Напередодні оперативного втручання моделюємо коригувальну пластину і проводимо стерилізацію пластини. Операцію виконують чотири хірурги (по обидва боки пацієнта); положення пацієнта на спині з відведеними на 70° руками. Після введення пацієнта в наркоз проводимо розмітку операційного поля (ділянка найбільшого заглиблення деформації, проекції місць входу і виходу пластини із плевральної порожнини в підм'язовий тунель – ці точки відповідають межам деформації з обох боків); також позначаємо проекції точок фіксації стабілізаторів пластини до ребер та доступи (рис. 2). У тих випадках, коли неможливо дотриматися горизонтального розташування пластини, використовуємо косий хід пластини, коли один кінець пластини розташований на 1–2 міжребер'я вище за інший (рис. 3). Така ситуація трапляється, коли найглибша точка деформації не знаходиться на одній лінії з оптимальними точками входу й виходу пластини з плевральної порожнини при горизонтальному проведенні пластини. Цей самий прийом застосовується, коли коригуємо асиметричну лійкоподібну деформацію зі значною депресією вище розташованих ребер (4–6).

Фіксуєчи жорстко стабілізатор стальною лігатурою субокісно до ребер при зміщенні його фронтально на більш запалому боці, усуваємо асиметрію; у такому разі точка входу пластини у плевральну порожнину планується латеральніше на 1,5–2 см на запалому боці порівняно з незапалом (рис. 4). Для запобігання плечового плекситу кожні 20–30 хв кисті пацієнта повертаємо з положення *pronatio* у поло-



Рис. 1. Схема фіксації пластини до ребер по середньо-аксиллярних лініях

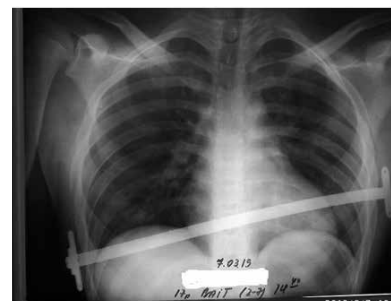


Рис. 2. Розмітка операційного поля  
Рис. 3. Рентгенографія пацієнта із косим розташуванням коригувальної пластини



Рис. 4. Розмітка операційного поля у пацієнта із асиметричною ЛДГК



Рис. 5. Тракція груднини за допомогою талрепу



Рис. 6. Прийнята система жорсткої фіксації голови



Рис. 7. Правий основний доступ та доступ під оптичний порт

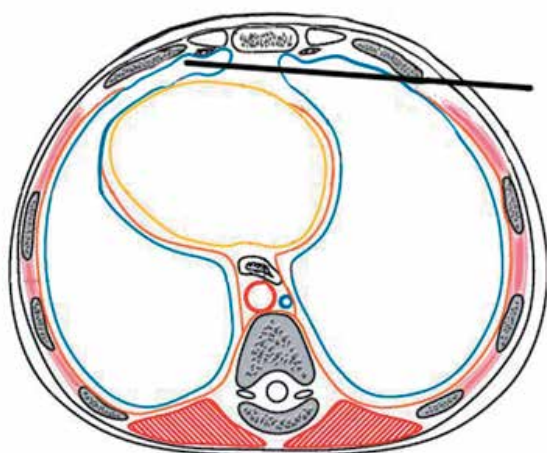


Рис. 8. Схема введення робочого торакопорта

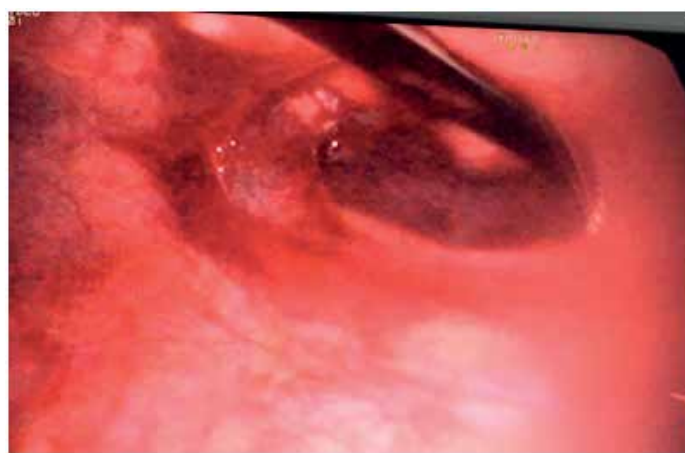


Рис. 9. Розвернута пластина у загрудинному тунелі

ження *supinatio* і навпаки; стежимо, аби не було перерозгинання у плечовому суглобі назад. Наступний етап – елевация груднини – проводимо подібно до методики «підйомного крана» Парка («dr. Park's crane») із власною модифікацією: після обробки операційного поля виконуємо прошивання груднини сталюю лігатурою або проколювання її однозубим гачком – ретрактором Фолькмана (надаємо перевагу цьому способу як безпечнішому та простішому), після чого за допомогою талрепу та відрізка ланцюга з неіржа-

віючої сталі виконуємо поступову дозовану тракцію груднини до положення помірної гіперкорекції (рис. 5). Швидка одночасна елевация груднини не завжди достатньо ефективна і може призвести до прорізування сталюї лігатури; натомість поетапне поступове дозоване її виконання дає змогу вивести груднину в бажане положення в усіх випадках.

При ригідних і різко асиметричних формах деформації використовуємо 2–3 такі лігатури, що дає змогу змодельовати правильну форму передньої

## Оригінальні дослідження. Торакальна хірургія

грудної стінки перед проведенням фіксуючої пластини. Положення помірної гіперкорекції дає змогу вільно маніпулювати в загрудинному просторі без ризику травми межистіння. Пристроєм, до якого кріпимо за допомогою гачка з неіржавіючої сталі ланцюг і талреп, є система жорсткої фіксації голови, якою комплектують операційні столи для нейрохірургії (рис. 6).

По середніх аксилярних лініях (або дещо медіальніше) через горизонтальні розрізи по 3 см з обох боків проводимо субокісну мобілізацію двох ребер із проведенням лігатур (використовуємо залежно від ситуації сталевий дріт № 7 USP, лавсанову тасьму 3 мм, капрон 2 USP) для подальшої фіксації пластини відповідно до розмітки. Тупим шляхом виконуємо тунелізацію під великим і малим грудними м'язами до місць входу й виходу пластини. На міжребер'я нижче від правого основного доступу по середньоаксилярній лінії встановлюємо порт 5 мм для відеокамери (рис. 7). Другий порт 5 мм для маніпулятора встановлюємо через основний правий доступ і субпекторальний тунель у місце виходу пластини. Такий спосіб встановлення робочого торакопорту дає змогу вводити ендострумент не під кутом, а паралельно задній стінці груднини, не травмуючи межистіння, і провести товсту нитку або тасьму, не використовуючи інтрадьюсер (рис. 8).

Ендоскопічним дисектором підвиконуємо ретростенальну тунелізацію, спрямовуючи його кінчик до груднини для безпечності маніпуляцій. Через лівий основний доступ і лівий субпекторальний тунель у ліву плевральну порожнину вводимо кінчик довгого затискача (250 мм) або затискача Федорова з тасьмою або товстою ниткою через точку проникнення фіксуючої пластини в плевральну порожнину. Ендоскопічним затискачем, введеним через робочий порт і ретростернальний тунель, підхоплюємо і проводимо тасьму або нитку-провідник зліва направо. Міжребер'я у місцях входу і виходу тасьми – провідника розширяємо для вільного проведення фіксуючої пластини. Т-подібну титанову пластину фіксуємо зліва до тасьми-провідника вільним кінцем (без стабілізатора); видаляємо робочий порт. Проведення пластини виконуємо зліва направо шляхом тракції за нитку-провідник (тасьму) під торакокопічним контролем, скеровуючи мануально фіксуючу дугу з лівого боку. Розворот пластини проводимо під відеоконтролем. Напрямок проведення розвороту (донизу чи доверху) не принциповий (рис. 9). Після розвороту пластини груднину із положення помірної гіперкорекції виводимо у фізіологічне положення шляхом ослаблення натягу тарлепа. Стабі-

лізатори пластини жорстко фіксуємо до субокістно мобілізованих ребер. Із метою запобігання травмуванню міжреберних судин та нервів і самого ребра використовується пластини шириною 12–15 мм (залежно від віку дитини та ширини міжребер'я) та товщиною 2,2 мм. Карбокситоракас ліквідуємо шляхом проведення гіпервентиляції та аспірації через відеоторакопорт. Рани ушиваємо пошарово наглухо. Плевральний дренаж не встановлюємо. Виконуємо контрольну рентгенографію органів грудної клітки для контролю за можливим пневмотораксом.

У всіх випадках використовуємо пластини з титанового сплаву BT-20, який має низку переваг (добре утримує форму, є інертним, хімічно стійким, дуже міцним та легким).

*Основні особливості власного варіанту операції Nuss:*

Формування тунелю проводимо суворо під м'язами. Таким чином уникаємо ризику прорізування пластини.

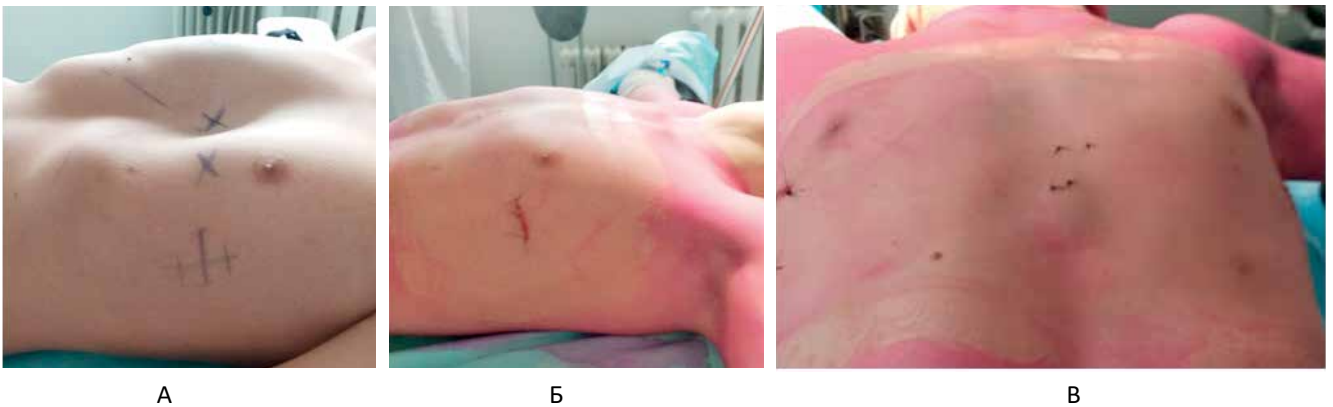
Використовуємо титанові пластини, ширина і товщина яких може бути меншою, ніж при використанні сталевих пластини. Це дає змогу зменшити травмування міжреберних судин, нервів і ребер, уникнути металозу.

Фіксацію кінців пластини проводимо жорстко підокісно, формуючи з коригувальної пластини монолітну металеву арочну опорну конструкцію. Використовуючи такий підхід, уникаємо травми міжреберних судин та нервів, отримуємо жорстку конструкцію з повною відсутністю рухів пластини. Арочна конструкція з жорстко зафіксованими кінцями дозволяє розподілити тиск щонайменше на 3 ребра з кожного боку; при класичних способах фіксації тиск прикладається лише на одне підлегло ребро з кожного боку в точці проникнення пластини в плевральну порожнину.

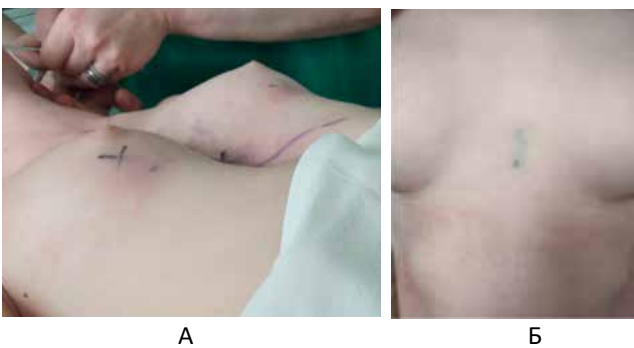
Поетапне витягнення на талрепі груднини в положення помірної гіперкорекції дає змогу забезпечити вільний простір для безпечного маніпулювання за грудиною.

Проведення робочого порту через правий основний доступ та правий субпекторальний тунель у точку проникнення пластини у праву плевральну порожнину спрощує дисекцію тканин, робить її безпечнішою; дає змогу провести тасьму, якою виконується тракція фіксуючої пластини.

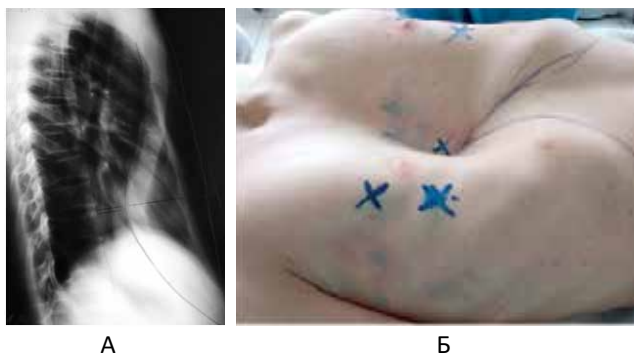
За наявності асиметричної деформації фіксуємо стабілізатор підокісно на більш запалому боці сталевими лігатурами до двох ребер медіальніше на 2 см, ніж на контрлатеральному боці. Елевацію грудино-реберного комплексу проводимо 2–3 лігатурами



**Рис. 10.** Пацієнт віком 13 років із асиметричною ЛДГК III ступеня, різкою депресією лівої реберної дуги, спіралеподібною деформацією груднини: А – перед операцією; Б – після операції; В – точки проведення тракційних лігатур при асиметричній ЛДГК



**Рис. 11.** Пацієнтка віком 12 років із симетричною ЛДГК III ступеня: А – перед операцією, Б – через 14 місяців після операції



**Рис. 12.** Пацієнт віком 14 років із ЛДГК III ступеня зі спіралеподібною деформацією груднини вліво: А – бокова рентгенографія грудної клітки; Б – перед оперативним втручанням; В – ранній післяопераційний період; Г – через 11 місяців після операції

в місцях найбільшого западіння для виведення передньої грудної стінки в положення, максимально наближене до фізіологічного. За потреби може використовуватися косий хід пластини. Така техніка дає змогу в більшості випадків скоригувати асиметрію.

### Результати дослідження та їх обговорення

Серед прооперованих пацієнтів більшість становили особи чоловічої статі (70,59%). Аналіз ступенів деформацій у різних вікових групах виявив тенденцію до зростання відносної кількості III ступеня деформації зі збільшенням віку дитини (із 25% віком 10–13 років до 33,3% віком 14–18 років).

Проаналізовано тривалість хірургічного лікування. Так, вона становила при встановленні однієї фіксуючої пластини від 65 хв до 100 хв (середнє значення – 82 хв); двох фіксуючих пластин від 105 хв до 130 хв (середнє значення – 114 хв). Тривалість операції з набуттям досвіду зменшувалася. У жодному з випадків крововтрата не була понад 30 мл.

Зафіксовано одне післяопераційне ускладнення (2,9%) відстрочений простий правобічний пневмоторакс, діагностований через 1,5 доби після операції. На контрольному знімку одразу після операції ознак пневмотораксу не виявлено. Купіруваний дренажуванням плевральної порожнини на 3 доби. Найвірогідніше, причиною пневмотораксу було не діагностоване під час операції ушкодження легені при введенні торакопорту під оптику.

Оцінено післяопераційний больовий синдром за шкалою NRSP на 1-шу добу після операції. Серед прооперованих пацієнтів із II ступенем деформації виявлено такі результати: 6 балів – 5 (21,73%) пацієнтів, 7 балів – 8 (34,78%) пацієнтів, 8 балів – 8 (34,78%) пацієнтів, 9 балів – 2 (8,70%) пацієнти. Середній бал – 7,30. Серед пацієнтів із III ступенем деформації встановлено такі результати: 6 балів –



## Оригінальні дослідження. Торакальна хірургія

2 (18,18%) пацієнти, 7 балів – 2 (18,18%) пацієнти, 8 балів – 3 (27,27%) пацієнти, 9 балів – 4 (36,36%) пацієнти. Середній бал – 8,36.

На 45-ту добу серед прооперованих пацієнтів із II ступенем деформації відмічено такі результати: 2 бали – 3 (13,04%) пацієнти, 3 бали – 5 (21,74%) пацієнтів, 4 бали – 11 (47,83%) пацієнтів, 5 балів – 3 (13,04%) пацієнти, 6 балів – 1 (4,35%) пацієнт. Середній бал – 3,74. У пацієнтів із III ступенем деформації: 2 бали – 1 (9,09%) пацієнт, 3 бали – 2 (18,18%) пацієнти, 4 бали – 4 (36,36%) пацієнти, 5 балів – 3 (27,27%) пацієнти, 6 балів – (9,09%) пацієнт. Середній бал – 4,18.

Через 1 міс після операції проанкетовано 26 пацієнтів і отримано такі результати: із II ступенем деформації – 16 (66,6%) пацієнтів; із III – 8 (33,3%) осіб. Серед прооперованих пацієнтів із II ступенем деформації: 1 бал – 8 (50,0%) пацієнтів; 2 бали – 4 (25%) пацієнти, 0 балів – 4 (25,0%) пацієнти. Середній бал – 1,0. Серед пацієнтів із III ступенем деформації: 1 бал – 2 (25%) пацієнти; 2 бали – 4 (50%) пацієнти; 3 бали – 1 (12,5%) пацієнт; 0 балів – 1 (12,5%) пацієнт. Середній бал – 1,63.

Через 3 міс після хірургічного втручання проанкетовано 22 пацієнтів, серед яких 15 пацієнтів мали II ступінь деформації, а 6 пацієнтів – III ступінь. Лише в 1 пацієнта із III ступенем деформації відзначено періодичний больовий синдром (не частіше 1 разу на 1–2 тижні) інтенсивністю у 2 бали та в 1 пацієнта – 1 бал. В обох цих пацієнтів біль через 6 міс після операції не виявлено. Таким чином, хронізації больового синдрому не встановлено, лише у 9,09% простежених пацієнтів зберігався періодичний післяопераційний біль низької інтенсивності через 3 міс після операції. Випадків нейропатичного болю через місяць після операції не виявлено, хоча на 4–5-ту добу після операції їх зареєстровано у 12 (35,29%) пацієнтів.

### Клінічні випадки

На рис. 10 – випадок лікування пацієнта віком 13 років із асиметричною ЛДГК III ступеня, різкою депресією лівої реберної дуги, спіралеподібною деформацією нижньої та середньої третини груднини. Встановлено одну пластину з косим ходом і фіксацією лівого стабілізатора до двох ребер стальними лігатурами. Елевацію груднини виконано двома стальними лігатурами (рис. 10В).

На рис. 11 – результат лікування пацієнтки віком 12 років із симетричною ЛДГК III ступеня. Фото А – перед операцією, фото Б – через 14 міс після операції.

На рис. 12 – випадок лікування пацієнта віком 14 років із вродженою ЛДГК III ступеня зі спіралеподібною деформацією груднини вліво; деформація ригідна, поширена по висоті. На рис. 12Г – фото через 11 міс після операції. Виконано тракцію груднини за 3 стальні лігатури; встановлено 2 фіксуючі пластини.

дівною деформацією груднини вліво; деформація ригідна, поширена по висоті. На рис. 12Г – фото через 11 міс після операції. Виконано тракцію груднини за 3 стальні лігатури; встановлено 2 фіксуючі пластини.

### Висновки

На цьому етапі торакопластика за Nuss є «золотим стандартом» у лікуванні ЛДГК і методикою, що постійно вдосконалюється.

Запропонована власна модифікація MIRPLE дає змогу запобігти більшості інтраопераційних та післяопераційних ускладнень, спрощує роботу хірурга.

Використання інтраопераційної тракції груднини дає змогу змодельювати правильну форму грудної клітки до ретростернальної тунелізації; чітко визначити місця фіксації пластини, що особливо важливо при асиметричних формах деформації; зводить на нівець ризик маніпуляцій у загрудинному просторі. Використання талрепа дає змогу дозовано поступово вивести груднину в положення помірної гіперкорекції в усіх випадках, є простим у виконанні, ефективним і дешевим.

Субокісна фіксація пластини до двох ребер із кожного боку гарантує надійну фіксацію пластини без ризику її зміщення й розвороту. Відсутність перикостальних швів полегшує і робить безпечнішим другий етап хірургічного лікування видалення коригувальної пластини.

Жорстка фіксація обох стабілізаторів пластини дає змогу субокісно знерухомити пластину, забезпечує уникнення травми міжреберних нервів. Менші товщина та ширина пластини редукують вираженість травми міжреберних нервів у точках входу та виходу пластини. Фіксація кінців пластини як арочної конструкції різко знижує тиск на підлегле ребро. Такі чинники зменшують інтенсивність і тривалість післяопераційного больового синдрому.

Встановлення робочого торакопорту в точку виходу пластини з правої плевральної порожнини дає змогу уникнути потреби у використанні інтрадьюсера, забезпечує добру візуалізацію при маніпуляціях, полегшує та убезпечує дані маніпуляції за умови достатньої елевації груднини.

Використання двох фіксуючих пластин показане лише при ригідних поширених формах лійкоподібною деформації; при застосуванні власної модифікації в абсолютній більшості випадків достатньо встановити одну коригувальну пластину.

### Перспективи подальших досліджень

Потрібно провести математичне моделювання описаного способу фіксації титанової пластини як

жорсткої монолітної металевої арочної конструкції з жорстко фіксованими кінцями для розрахунку оптимальних у кожному конкретному випадку розмірів такого коригувального імпланта; виконати дослідження щодо можливості прогнозування прогресування ЛДГК для встановлення оптимальних термінів хірургічного і консервативного лікування.

Дослідження проведено власним коштом.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

#### References/Література

1. Albokrinov AA, Myhal II, Fesenko UA, Kuzyk AS, Dvorakevych AO. (2016). Chastota vynyknennia khronichnoho boliu pislia korektsii liikopodobnoi deformatsii hrudnoi klitky za Nuss u ditei. *Khirurgiia dityachoho viku*. 12: 50–51. [Альбокрінов АА, Мигаль ІІ, Фесенко УА, Кузик АС, Дворакевич АО. (2016). Частота виникнення хронічного болю після корекції лікоподібної деформації грудної клітки за Nuss у дітей. *Хірургія дитячого віку*. 12: 50–51].
2. Colombani P. (2010). Pectus repair at J. Hospital. *Pediatric Chest Wall Deformities Concepts and Conformities*. Adobe connect.
3. De Campos JRN, Tedde ML. (2016). Management of deep pectus excavatum (DPE). *Ann Cardiothorac Surg*. 5(05): 476–484.
4. Dore M, Junco PT. (2018). Nuss Procedure for a Patient with Negative Haller Index. *European Journal of Pediatric Surgery Reports*. 6 (1): 18–22.
5. Haecker FM, Mayr J. (2006). The vacuum bell for treatment of pectus excavatum: an alternative to surgical correction *Eur J Cardiothorac Surg*. 29: 557–561.
6. Hebra A, Kelly RE, Ferro MM, Yüksel M, Campos JRM, Nuss D. (2018, Apr). Life-threatening complications and mortality of minimally invasive pectus surgery. *J Pediatr Surg*. 53 (4): 728–732. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.07.020. Epub 2017 Jul 31.
7. Holcomb G. (2010). Pectus excavatum the KC experience. *Pediatric Chest Wall Deformities Concepts and Conformities*. Adobe connect.
8. Hyung JP, Kyung SK. (2016, Sep). The sandwich technique for repair of pectus carinatum and excavatum/carinatum complex *Ann Cardiothorac Surg*. 5 (5): 434–439.
9. Kelly RE Jr, Lawson ML, Paidas CN, Hruban RH. (2005). Pectus excavatum in a 112-year autopsy series: anatomic findings and the effect on survival. *J Pediatr Surg*. 40: 1275–1278.
10. Kelly RE Jr, Shamberger RC, Mellins RB, Mitchell KK, Lawson ML, Oldham K et al. (2007). Prospective multicenter study of surgical correction of pectus excavatum: design, perioperative complications, pain, and baseline pulmonary function facilitated by internet-based data collection. *J Am Coll Surg*. 205: 205–216.
11. Kryvchenia DYu. (2014). Liikopodobna deformatsiia hrudnoi klitky. Poperechne sichennia perednoi plastynky hrudynu yak dopovnennia do miniinvazyvnoi korektsii za metodom Nussa. *Arkhiv klinichnoi medytsyny*. 2: 64–65. [Кривченя ДЮ. (2014). Лікоподібна деформація грудної клітки. Поперечне січення передньої пластинки груднини як доповнення до мініінвазивної корекції за методом Нусса. *Архів клінічної медицини*. 2: 64–65].
12. Kubiak R, Habelt S, Hammer J, Hacker FM, Mayr J, Bielek J. (2007). Pulmonary function following completion of Minimally Invasive Repair for Pectus Excavatum (MIRPE). *Eur J Pediatr Surg*. 17: 255–260.
13. Nuss D. (2010). Indication of pectus repair. *Pediatric Chest Wall Deformities Concepts and Conformities*. Adobe connect.
14. Nuss D, Kelly RE. (2014). The minimally invasive repair of pectus excavatum. *Oper Tech Thorac Cardiovasc Surg*. 19 (03): 324–347.
15. Ovechkin AM. (2016). Hronicheskiiy posleoperatsionnyiy bolevoi syndrom – podvodnyiy kamen sovremennoy hirurgii. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli*. 10 (1): 5–18. [Овечкин АМ. (2016). Хронический послеоперационный болевой синдром – подводный камень современной хирургии. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli*. 10 (1): 5–18].
16. Park HJ, Chung WJ, Lee IS. (2008). Mechanism of bar displacement and corresponding bar fixation techniques in minimally invasive repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg*. 43(1): 74–78.
17. Park HJ, Kim KS, Moon YK, Lee S. (2015). The bridge technique for pectus bar fixation: a method to make the bar un-rotatable. *J Pediatr Surg*. 50 (08): 1320–1322.
18. Park HJ, Sung SW, Park JK. (2012). How early can we repair pectus excavatum: the earlier the better? *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 42 (4): 667–672.
19. Pilegaard HK, Licht PB. (2008). Early results following the Nuss operation for pectus excavatum—a single-institution experience of 383 patients. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg*. 7 (1): 54–57.
20. Puri V. (2015). Making the Nuss repair safer: use of a vacuum bell device. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 150 (05): 1374–1375.
21. Razumovskiy AYU, Alhasov AB, Mitupov ZB, Dalakyan DN, Saveleva MS. (2017). Analiz perioperatsionnyih oslozhneniy pri korektsii voronkoobraznoy deformatsii grudnoy kletki po modifitsirovannoy metodike Nassa. *Detskaya hirurgiya*. 21 (5): 251–257. [Разумовский АЮ, Алхасов АБ, Митупов ЗБ, Далакян ДН, Савельева МС. (2017). Анализ периоперационных осложнений при коррекции воронкообразной деформации грудной клетки по модифицированной методике Насса. *Детская хирургия*. 21 (5): 251–257].
22. Ribas J, Campos de M, Tedde ML. (2016). Management of deep pectus excavatum (DPE) *Ann Cardiothorac Surg*. 5 (5): 476–484.
23. Schaarschmidt K. (2011). Modified Nuss «Berlin Technique». *J Pediatr*. 40 (9): 1407–1410.
24. Zallen GS, Glick PL. (2004). Miniature access pectus excavatum repair: Lessons we have learned. *J. Pediatr. Surg*. 39: 685–689.

#### Відомості про авторів:

**Заремба Віталій Ростиславович** – лікар-хірург дитячий вищої кваліфікаційної категорії Житомирської обласної дитячої клінічної лікарні. Адреса: Житомирський район, с. Станишівка, шосе Сквирське, 6. <http://orcid.org/0000-0003-4231-4342>.

**Данилов Олександр Андрійович** – д.мед.н., проф., зав. каф. дитячої хірургії НМАПО імені П.Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9.

Стаття надійшла до редакції 17.11.2020 р., прийнята до друку 26.02.2021 р.