



Мигаль І.І., Фесенко У.А.

РЕГІОНАРНІ МЕТОДИ ЗНЕБОЛЮВАННЯ ПІСЛЯ КОРЕКЦІЇ ЛІЙКОПОДІБНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ГРУДНОЇ КЛІТКИ ЗА NUSS

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького,
Львів, Україна

Вступ. Корекція лійкоподібною деформацією грудної клітки за Nuss супроводжується сильним болем. Адекватність анагезії впливає на якість життя пацієнтів, хронізацію болю та успішність реабілітації.

Мета роботи: порівняльний аналіз ефективності контролю болю застосуванням різних методів регіонарного знеболення після корекції лійкоподібною деформацією грудної клітки за Nuss.

Матеріали і методи: В обсерваційне проспективне дослідження включено 60 підлітків (хлопчики/дівчатка = 47/13), які рандомізовані на три групи по 20 осіб в кожній в залежності від методу періопераційної анагезії: стандартна епідуральна анестезія на рівні максимальної деформації (СЕА), висока епідуральна анестезія на рівні Th2-Th3 (BEA) та білатеральна паравертебральна анестезія (ПВА).

Результати і обговорення: Протягом трьох діб після операції середня інтенсивність болю за ВАШ (середня [25-75 процентиля]) істотно не відрізнялась між групами: в групі СЕА – 1,3 [0,9-1,5]; в групі BEA – 1,0 [0,6-2]; та в групі ПВА – 1,2 [0,8-1,8] (тест Крускала-Уоліса: $H=0,42$; $p=0,81$). Загальна кількість епізодів інтенсивності болю за ВАШ >4 см, що потребували додаткового введення опіоїдного анагетика, за три доби після операції становила по 7 в групах СЕА та BEA, та 10 – в групі ПВА ($\chi^2 = 0,865$, $p=0,649$). Тяжкість деформації за індексом Haller серед усіх пацієнтів становила 3,9 [3,6-4,1]. Середня інтенсивність болю за ВАШ за три доби після операції серед усіх пацієнтів становила 1,22 [0,75-1,67]. Ці два показники мали слабку пряму кореляцію ($r=0,14$; $p=0,30$). Інтенсивність болю за ВАШ не корелювала з віком пацієнтів ($r=0,036$; $p=0,78$). Інтенсивність болю не залежала від статі пацієнтів: відмінність за тестом Манна-Уїтні була незначною ($z=0,045$; $p=0,96$).

Висновки: Стандартна епідуральна анестезія на рівні максимальної деформації, висока епідуральна анестезія на рівні Th2-Th3 та білатеральна паравертебральна анестезія 0,25% бупівакаїном в дозі 4 мл/годину забезпечують однаково ефективну анагезію після корекції ЛДГК за Nuss. Інтенсивність болю після операції Nuss не корелює з тяжкістю деформації за індексом Haller.

Ключові слова: лійкоподібна деформація грудної клітки, операція Nuss, епідуральна анестезія, паравертебральна анестезія, інтенсивність болю

ВСТУП

Клінічно лійкоподібна деформація грудної клітки (ЛДГК) проявляється зміщенням грудини та передніх відділів ребер в напрямку до хребта. ЛДГК зустрічається з частотою від 1:300 до 1:1000 новонароджених, та часто поєднується з різними видами дисплазій сполучної тканини та спадковими хворобами. Найчастіша скарга пацієнтів пов'язана із косметичним дефектом, що призводить до формування психологічних комплексів, а прогресування деформації в старшому віці призводить до рестриктивної дихальної недостатності, симптомів

компресії серця, зниження толерантності до фізичних навантажень, порушення постави та іншого [1]. Для корекції ЛДГК найчастіше застосовується втручання за методом Nuss [2]. Техніка стернохондродистракції за Nuss полягає у ретростернальному встановленні дугоподібною корегуючої пластини під відеоторакооскопічним контролем через міжреберний проміжок на рівні максимальної деформації із подальшим її повертанням на 180 градусів та одномоментною репозицією деформації. Пластина встановлюється на час 2-3 роки, після чого її видаляють. Хоча техніка стернохондродистракції

класифікується як малоінвазивне втручання, однак воно пов'язане з розвитком сильного болю в післяопераційному періоді, причиною якого є постійний тиск корегуючої пластини на грудину і ребра, а також ймовірна компресія міжреберних нервів. Адекватність знеболення після операції за Nuss впливає як на якість раннього післяопераційного періоду, можливість ранньої активної реабілітації, респіраторної гімнастики, тривалість госпіталізації, так і на якість життя пацієнтів в тривалому післяопераційному періоді [3]. Саме тому, адекватний контроль болю є важливим у веденні таких пацієнтів як в ранньому післяопераційному періоді, так і у віддаленому періоді, так як знижує сенситизацію болю та знижує інцидентність розвитку хронічного болю. Системне введення опіоїдів, нестероїдні протизапальні препарати, регіонарна анестезія у вигляді епідуральної, паравертебральної, міжреберної, внутрішньо-плевральної блокад є найбільш частими методами, що застосовуються для лікування болю після втручання за Nuss. Пролонгована епідуральна інфузія місцевого анестетика забезпечує найкращу якість післяопераційного знеболення та запобігає розвитку садатції і респіраторної дисфункції, пов'язаних із використанням опіоїдних анальгетиків [3]. В якості регіонарного компоненту періопераційного знеболення при корекції ЛДГК застосовують також білатеральну паравертебральну блокаду, яку виконують на рівні дерматому максимальної деформації, із подальшим білатеральним введенням катетерів для інфузії місцевого анестетика в післяопераційному періоді [4]. Альтернативою до регіонарних методик знеболення є застосування опіоїдної аналгезії, контрольованої пацієнтом [5]. Однак негативні побічні ефекти опіоїдів, такі, як пригнічення дихання, затримка сечі, свербіж шкіри, нудота і блювання, можуть обмежити їх застосування у частини пацієнтів [6]. Отже, питання вибору оптимального знеболення після корекції ЛДГК залишається невирішеним.

Мета дослідження – порівняльний аналіз ефективності контролю болю застосуванням різних методів регіонарного знеболення після корекції лікоподібної деформації грудної клітки за Nuss.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи кафедри анестезіології та інтенсивної терапії ФПДО Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького «Клініко-патогенетичні аспекти анестезіологічного забезпечення оперативних втручань та інтенсивної терапії у хворих з порушенням гомеостазу». № державної реєстрації: 0115U000049. Шифр роботи ІН.21.06.0001.15. Позитивний висновок щодо дотримання принципів Гельсінської декларації,

конвенції Ради Європи про права людини і біомедицину, ICH GCP та відповідних законів України отримано від комісії з біоетики ЛНМУ ім. Данила Галицького (протокол №1 від 31.01.2018 р., головуючий д.мед.н., проф. А.Й. Наконечний).

До обсерваційного проспективного дослідження включено 60 пацієнтів, які переносили операцію корекції лікоподібної деформації грудної клітки за Nuss на базі КНП ЛОР ЛОДКЛ «ОХМАТДИТ». Перед включенням у дослідження від пацієнтів та їх батьків було отримано інформовану згоду на участь в дослідженні. Критеріями включення у дослідження були наступні: вік від 10 до 18 років; наявність показань для корекції ЛДГК за Nuss, відсутність протипоказів для регіонарних методів знеболювання. Критеріями не включення до дослідження були: протипокази або відмова від регіонарних методів знеболювання. Перед операцією дітей було рандомізовано на три групи за допомогою генератора випадкових чисел (<https://www.random.org>) в залежності від методу періопераційного знеболювання. Усім дітям проводилась загальна анестезія з інтубацією трахеї двопросвітною інтубаційною трубкою та роздільною вентиляцією легенів. В якості загального анестетика застосовували пропофол, анальгетика – фентаніл, міорелаксанта – атракурій для підтримання міорелаксації. Для інтра- та післяопераційної аналгезії застосовували регіонарні методи знеболювання: в групі СЕА – стандартну епідуральну анестезію з катетеризацією на рівні максимальної деформації (Th5-Th8), в групі ВЕА – високу епідуральну анестезію з катетеризацією на рівні Th2-Th3 [7], та в групі ПВА – білатеральну паравертебральну анестезію з катетеризацією на рівні максимальної деформації. Для катетеризації як епідурального, так і паравертебральних просторів застосовували набори для епідуральної анестезії G18 (Періфікс, В.Враун, Німеччина). Епідуральний простір ідентифікували за методикою тесту втрати опору, паравертебральний – під УЗ-локацією. Катетер проводили краніально на глибину приблизно 3 см. Для інтраопераційної аналгезії застосовували бупівакаїн 0.5% у всіх трьох групах. Після від'ємної тест-دوزи доводили болюс розрахункової дози анестетика. Післяопераційне знеболювання забезпечувалось 0.25% розчином бупівакаїну з постійною інфузією 4 мл/годину за допомогою еластомерної помпи у всіх групах протягом трьох діб. Катетери з епідурального та паравертебрального просторів видаляли на третій день після операції, після того, як пацієнтів переводили на пероральні анальгетики. Усі діти в схемі мультимодального знеболювання отримували внутрішньовенно парацетамол (60 мг/кг/добу) та нестероїдний протизапальний препарат (НПЗП).

Таблиця 1. Характеристики пацієнтів по групах.

Показник	Група СЕА	Група ВЕА	Група ПВА	Значущість різниці між групами
n	20	20	20	
Показники з нормальним розподілом, M±σ				
Зріст, см	166±10	166±12	166±7	P=0,85
Маса тіла, кг	54,5±13	55±11	52,9±9	P=0,86
Індекс маси тіла	19,5±2,7	20,0±2,6	19,2±2,6	P=0,62
Показники з ненормальним розподілом, медіана [25% та 75% перцентилі]				
Вік, роки	14,5 [13-16]	14 [14-16]	15 [14-15]	H=0,10; p=0,81
Стать (чоловіки/жінки), n (%)	14/6 (70%/30%)	17/3 (85%/15%)	16/4 (80%/20%)	H=1,35; p=0,51
Індекс Haller	3,8 [3,5-4]	3,9 [3,6-4,6]	3,8 [3,6-4]	H=1,92; p=0,38
Фізичний статус за ASA, клас	1 [1-1,5]	1 [1-1,5]	1 [1-1]	H=1,84; p=0,40
Тривалість операції, хвилини	85 [80-90]	85 [80-90]	80 [75-90]	H=0,19; p=0,91
Об'єм крововтрати, мл	70 [55-75]	60 [55-80]	70 [70-80]	H=2,78; p=0,25

Інтенсивність післяопераційного болю оцінювалась за допомогою 10 см візуально-аналогової шкали (ВАШ), де 0 см відповідав повній відсутності болю, та 10 см – нестерпному болю. При інтенсивності болю за ВАШ вище 4 см діти усіх груп отримували внутрішньом'язово промедол в дозі 20 мг. Тяжкість ЛДГК оцінювали за КТ-індексом Haller (IH), який визначають за формулою: максимальний поперечний діаметр грудної клітки: найвужчий передньо-задній діаметр (в нормі = 2.5) [10].

Групи статистично не відрізнялись за демографічними, антропометричними та клінічними даними, а також за тривалістю операції та об'ємом крововтрати (табл. 1).

Статистичний аналіз отриманих даних проводився за допомогою програм Excel та Statistica 8.0 (StatSoft Inc., USA). Для характеристики показників з нормальним розподілом визначали середнє значення (M) досліджуваних параметрів, стандартне відхилення (σ), похибку середнього значення (m), та достовірність різниць між групами оцінювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу. Для характеристики показників з ненормальним розподілом визначали медіану, 25% та 75% перцентилі, та міжгрупові відмінності оцінювали методом Крускала-Уоліса. Залежність між показниками визначалась за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона (r). Різницю між величинами та кореляцію вважали статистично значущими при значенні P<0.05. Для оцінки інцидентності потреби в опіоїдах використали χ-квадрат.

РЕЗУЛЬТАТИ

Інтенсивність болю за ВАШ фіксували протягом перших трьох діб після операції з інтервалом в три години. Розраховували середнє значення ін-

тенсивності болю за кожен добу по групах (рис. 1). За першу добу після операції корекції ЛДГК за Nuss інтенсивність болю становила у групі СЕА 1,63±0,29 (M±m) см за ВАШ, в групі ВЕА – 1,50±0,43 см, та в групі ПВА – 2,01±0,36 см. Додаткової опіоїдної аналгезії потребували 5 (25%) пацієнтів в групі СЕА, 4 (20%) пацієнта в групі ВЕА та 6 (30%) пацієнтів в групі ПВА. Усім цим пацієнтам опіоїдний аналгетик вводився однократно.

На другу добу після операції пацієнти оцінили інтенсивність болю в середньому у групі СЕА на 1,16±0,25 см, в групі ВЕА – 1,50±0,36 см, та в групі ПВА – 1,44±0,33 см. Кількість пацієнтів, які потребували додаткової однократно опіоїдної аналгезії на другу добу після операції становила в групі СЕА 1 (5%), в групі ВЕА – 3 (15%), та в групі ПВА – 4 (20%) пацієнта.

На третю добу після операції інтенсивність болю в середньому становила в групі СЕА на 1,01±0,23 см, в групі ВЕА – 1,09±0,31 см, та в групі ПВА – 0,92±0,21 см. Додаткового однократного введення опіоїдного аналгетика на третю добу потребував всього 1 (5%) пацієнт в групі СЕА, та жоден пацієнт в групах ВЕА та ПВА не потребували додаткової аналгезії.

Середня інтенсивність болю за ВАШ за три доби після операції істотно не відрізнялась між групами (рис. 2): в групі СЕА – 1,3 [0,9-1,5]; в групі ВЕА – 1,0 [0,6-2]; та в групі ПВА – 1,2 [0,8-1,8] (значення H=0,42; p=0,81).

Загальна кількість епізодів інтенсивності болю за ВАШ вище 4 см, що потребували додаткового введення опіоїдного аналгетика, за три доби після операції становила по 7 в групах СЕА та ВЕА, та 10 – в групі ПВА. Значення критерію χ² становило 0.865. Критичне значення χ² при рівні значущості p<0.05 становить 5.991. Таким чином, зв'язок між

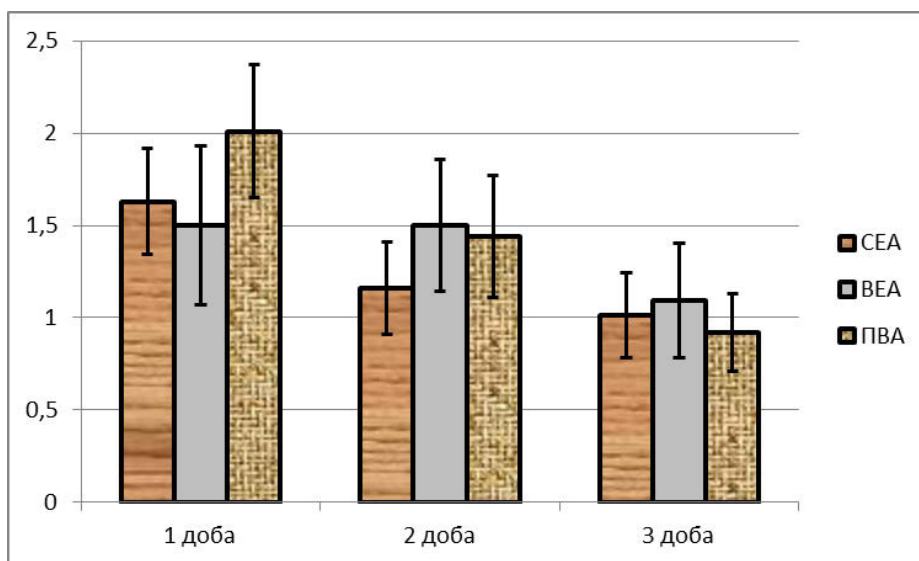


Рис. 1. Інтенсивність болю за ВАШ по групах (M±m).

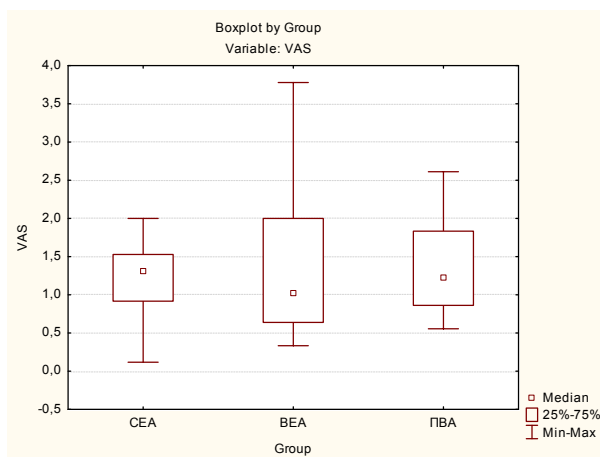


Рис. 2. Середня інтенсивність болю за три доби по групах (M; 25% та 75% кватилі; min-max).

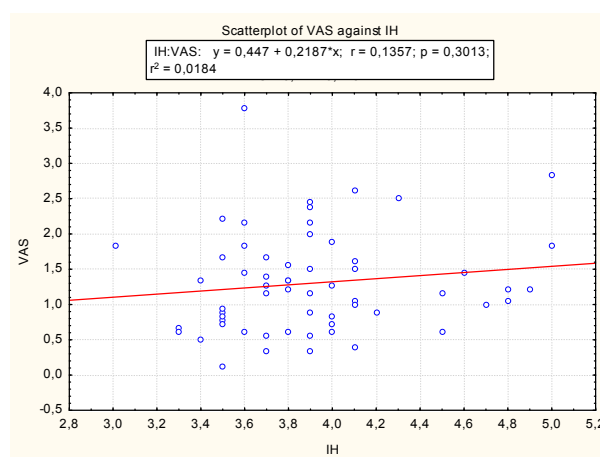


Рис. 3. Кореляція між інтенсивністю болю за ВАШ та індексом Haller.

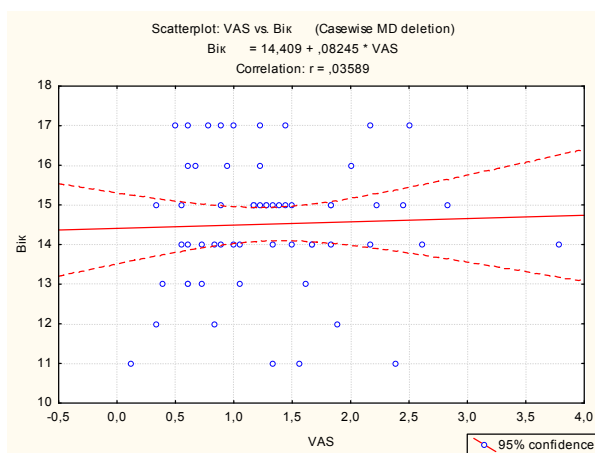


Рис. 4. Кореляція між інтенсивністю болю за ВАШ та віком пацієнтів.

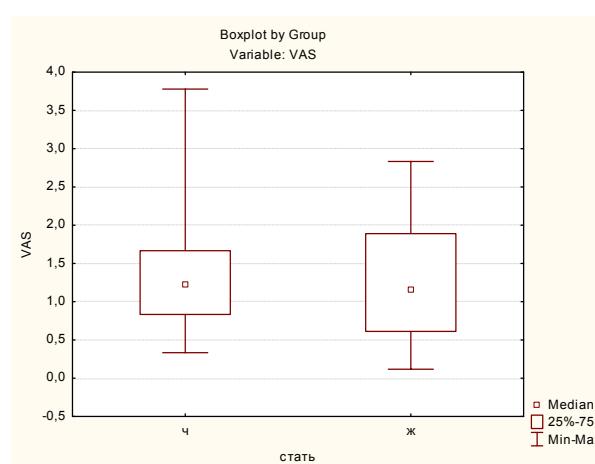


Рис. 5. Інтенсивність болю в залежності від статі (M; 25% та 75% кватилі; min-max).

методом регіонарного знеболювання після операції корекції ЛДГК за Nuss та потребою в додатковій опіоїдній аналгезії не є статистично значущим ($p=0,649$).

Тяжкість деформації за індексом Haller серед усіх пацієнтів становила 3,9 [3,6-4,1]. Середня інтенсивність болю за ВАШ за три доби після операції серед усіх пацієнтів становила 1,22 [0,75-1,67]. Ці два показники мали слабку пряму кореляцію ($r=0,14$; $p=0,30$), як видно з рис. 3.

Інтенсивність болю за ВАШ не корелювала з віком пацієнтів ($r=0,036$; $p=0,78$), як видно з рис. 4.

Інтенсивність болю не залежала від статі пацієнтів (рис. 5): хлопчики ($n=47$) і дівчатка ($n=13$) продемонстрували практично однакову оцінку болю за ВАШ, та відмінність за тестом Манна-Уїтні була незначною ($z=0,045$; $p=0,96$).

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Корекція лійкоподібної деформації грудної клітки за Nuss не дивлячись на міні-інвазивний характер операції, супроводжується сильним больовим синдромом [1,9]. Тиск корегуючої пластини на деформовані структури грудної стінки (грудина, ребра, хрящі) викликає сильний біль. Дихальні рухи грудної стінки посилюють больові відчуття, які досить важко адекватно знеболити [10]. Біль після хірургічної корекції ЛДГК за Nuss набагато сильніший, ніж після стернотомії та торакотомії, тому пацієнти потребують потужної аналгезії. Золотим стандартом знеболення при таких операціях на сьогодні вважають катетеризацію епідурального простору до індукції наркозу перед операцією, додаткову системну аналгезію опіоїдами та НПЗП [11]. Звичайним підходом до епідурального знеболення при операціях на грудній клітці є розташування кінчика епідурального катетера відповідно до дерматому максимальної деформації. Проте в науковій літературі існує інформація про ефективність високої торакальної епідуральної анестезії при операціях на грудній клітці, зокрема при проведенні кардіохірургічних операцій через середню стернотомію та торакотомії в свідомості. Ми запропонували для знеболення при корекції ЛДГК методику високої епідуральної анестезії на рівні Th2-Th3 [7]. Анатомічним підґрунтям для такої рекомендації слугують особливості інервації м'язів грудної стінки, в якому є певна частина нервів від плечового сплетення. Іншою альтернативою стандартній епідуральній анестезії є білатеральна паравертебральна анестезія, ефективність якої також дискутується в літературі.

Ми порівняли адекватність аналгезії після корекції ЛДГК за Nuss на тлі трьох варіантів регіонарного знеболення: стандартної епідуральної анестезії на рівні максимальної деформації, високої епідуральної анестезії на рівні Th2-Th3, та

білатеральної паравертебральної аналгезії. В нашому дослідженні середня інтенсивність болю за ВАШ за три доби після операції корекції ЛДГК за Nuss становила 1,22 [0,75-1,67], що підтверджує адекватну аналгезію. Усі три методи регіонарного знеболювання забезпечували достатнє знеболення, та істотно не відрізнялись між собою за адекватністю аналгезії. Sacco Casamassima MG et al. наводять наступні дані щодо інтенсивності болю після корекції ЛДГК за Nuss у дорослих пацієнтів: в ранньому післяопераційному періоді не відчували болю лише 5,1% пацієнтів, та відчували незначний біль 10,3%, середньої та сильної інтенсивності біль – 58,9%, та дуже сильний біль – 25,6% пацієнтів. [12]. Слід зазначити, що в даному дослідженні 96,9% пацієнтів отримували системну опіоїдну аналгезію шляхом пацієнт-контрольованої аналгезії (ПКА) та всього 3,1% – епідуральну аналгезію.

Голландські автори успішно застосовували як пацієнт-контрольовану епідуральну аналгезію, так і пацієнт-контрольовану внутрішньовенну аналгезію морфіном, інколи з додаванням кетаміну у пацієнтів з ЛДГК після корекції за Nuss протягом перших трьох діб після операції, з подальшим переходом на пероральний прийом аналгетиків [13].

В швейцарському дослідженні [14] дорослі пацієнти, які переносили операцію за Nuss, яких знеболювали стандартною епідуральною аналгезією протягом чотирьох діб після операції, продемонстрували інтенсивність болю за 10-см ВАШ в середньому 1 (0-7) за три місяця після операції, 1 (0-4) за 12 місяців після операції, та 0.8 (0-5) за 36 місяців після операції.

Stroud AM et al. [15] провели систематичний огляд та мета-аналіз літературних джерел за 1946-2012 роки щодо порівняння ефективності та безпеки торакальної епідуральної аналгезії та внутрішньовенної ПКА після операції MIRPE. Інтенсивність болю в групі епідуральної аналгезії була нижчою порівняно з системною опіоїдною аналгезією, особливо протягом перших 48 годин після операції. Вторинні результати, такі як вартість лікування, тривалість операції, кількість ліжко-днів, потреба в додатковій аналгезії, не відрізнялись між цими двома групами. Потрібно зазначити, що у більшості досліджень епідурально до місцевого анестетика додавали фентаніл в якості ад'юванта.

В нашому дослідженні загальна кількість епізодів інтенсивності болю за ВАШ вище 4 см, що потребували додаткового введення опіоїдного аналгетика, за три доби після операції становила по 7 в групах СЕА та ВЕА, та 10 – в групі ПВА. Різниця цього показника між групами була несуттєвою ($p=0,649$). Додаткової аналгезії потребували за першу добу після операції 25% пацієнтів, за дру-

гу добу – 13%, та за третю добу – 1,7%. У кожному випадку вводилась однакратна доза промедолу 20 мг. В роботі Futagava et al. [16] 19,0% пацієнтів після операції Nuss потребували однієї дози диклофенаку або пентазоцину на тлі епідурального введення фентанілу в дозі 3 мкг/кг/годину з 0,125% бупівакаїном або 0,2% ропівакаїном з швидкістю 0,15 мл/кг/годину протягом трьох діб після операції за Nuss. В нашому дослідженні застосовувався 0,25% бупівакаїн, який вводився зі швидкістю 4 мл/годину, та опіоїди до місцевого анестетика в якості ад'юванта для регіонарної анестезії не додавалися. В дослідженні Molik et al. [17] 89% дітей потребували додаткової аналгезії на тлі епідуральної аналгезії.

В статті з Пітсбурга (США) порівнювали двобічну ПВА з катетеризацією з торакальною епідуральною аналгезією при операції за Nuss по 10 пацієнтів в кожній групі. Автори не знайшли значної різниці між групами як в інтенсивності болю, так і в потребі в опіоїдах. На думку авторів обидві методики забезпечують адекватну аналгезію, та є потреба в проспективних дослідженнях цього питання [4].

Ефективність та безпеку ПВА після торакотомічних операції описують багато дослідників [18,19]. Richardson et al. продемонстрували більш потужний аналгетичний ефект від ПВА порівняно з епідуральною аналгезією після торакотомії. Але в цьому дослідженні концентрація місцевого анестетика в групі ПВА була вдвічі вищою, ніж в групі епідуральної аналгезії (0,5% vs 0,25% бупівакаїн) [19]. За нашими даними 0,25% бупівакаїн без ад'ювантів продемонстрував однакову аналгетичну ефективність при введенні як епідурально, так і паравертебрально, після операції за Nuss.

Існує думка про те, що інтенсивність болю після корекції ЛДГК корелює з тяжкістю деформації, яку зазвичай оцінюють за індексом Haller. Значення цього індекса >3,25 є показом для хірургічної корекції ЛДГК. У наших пацієнтів значення ІН в середньому становило 3,9 [3,6-4,1], та воно не корелювало з інтенсивністю болю за ВАШ. Це можна пояснити адекватністю аналгезії, яку забезпечують регіонарні методи у пацієнтів з будь-якою тяжкістю деформації після її корекції. В роботі швейцарських авторів також не виявлено кореляції між інтенсивністю болю та тяжкістю деформації за індексом Haller [14].

Ще одним фактором, який може мати вплив на адекватність аналгезії після корекції ЛДГК, є вік пацієнта. Діти препубертатного віку мають більш податливу грудну стінку, що сприяє меншій інтенсивності болю, порівняно з підлітками, у яких скелет ближчий до зрілості [15]. У нашому дослідженні пацієнти були в середньому 14 (від 11 до 17) років. Ми не виявили кореляції інтенсивності болю ані з віком, ані зі статтю пацієнтів.

ВИСНОВКИ

1. Стандартна епідуральна анестезія на рівні максимальної деформації, висока епідуральна анестезія на рівні Th2-Th3 та білатеральна паравертебральна анестезія 0,25% бупівакаїном в дозі 4 мл/годину забезпечують однаково ефективну аналгезію після корекції ЛДГК за Nuss.

2. Інтенсивність болю після корекції ЛДГК за Nuss не корелює з тяжкістю деформації за індексом Haller.

У подальшій перспективі необхідно провести ретельний аналіз причин неефективних випадків, ускладнень та небажаних ефектів регіонарних методів знеболювання при корекції ЛДГК.

Фінансування / Funding

Немає джерела фінансування / There is no funding source.

Конфлікт інтересів / Conflicts of interest

Усі автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів /

All authors report no conflict of interest

Етичне схвалення / Ethical approval

Це дослідження було проведено відповідно до Гельсінської декларації та за-

тверджено місцевим комітетом з етики досліджень /

This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was

approved by the local research ethics committee.

Надійшла до редакції / Received: 10.07.2020

Після доопрацювання / Revised: 18.07.2020

Прийнято до друку / Accepted: 22.07.2020

Опубліковано онлайн / Published online: 25.09.2020

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Hebra A., Calder B.W., Leshner A. Minimally invasive repair of pectus excavatum. *J. Vis. Surg.* 2016;2:73.
2. Nuss D., Obermeyer R.J., Kelly R.E. Nuss bar procedure: past, present and future. *Ann Cardiothorac Surg* 2016;5(5):422-433. doi: 10.21037/acs.2016.08.05
3. Frawley G., Frawley J., Cramer J. A review of anesthetic techniques and outcomes following minimally invasive repair of pectus excavatum (Nuss procedure). *Paediatr Anaesth* 2016; 26(11):1082-1090. doi: 10.1111/pan.12988. PMID:27510834
4. Hall Burton D.M., Boretsky K.R. A comparison of paravertebral nerve block catheters and thoracic epidural catheters for postoperative analgesia following the Nuss procedure for pectus excavatum repair. *Paediatr Anaesth.* 2014;24(5):516-20. doi: 10.1111/pan.12369. PMID:24612096
5. Soliman I.E., Apuya J.S., Fertal K.M., et al. Intravenous versus epidural analgesia after surgical repair of pectus excavatum. *Am. J. Ther.* 2009;16:398-403. [PubMed: 19262363]
6. Moriarty A. Pediatric epidural analgesia (PEA). *Paediatr Anaesth.* 2012;22:51-55. [PubMed: 22128799];
7. Мигаль І.І., Фесенко У.А., Альбокрінов А.А. Спосіб високої грудної епідуральної блокади для періопераційного знеболення корекції лікоподібної деформації грудної клітки. Заявка № u201707458 від 14.07.2017 р. Патент України на корисну модель № 122217 від 26.12.2017 р. Опубл. Бюл. № 24.
8. Haller JA Jr; Kramer SS, Lietman SA. Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a pre-liminary report. *J Pediatr Surg.* 1987;22:904-906.
9. Beltran R., Veneziano G., Bhalla T., Kenney B., Tumin D., Bissonnette B., Tobias J.D.. Postoperative pain management in patients undergoing thoracoscopic repair of pectus excavatum: a retrospective analysis of opioid consumption and adverse effects in adolescents. *Saudi J. Anaesth* 2017;11:427-431.
10. Coln D., Gunning T., Ramsay M., Swygert T., Vera R. Early experience with the Nuss minimally invasive correction of pectus excavatum in adults. *World J Surg* 2002;26:1217-1221.
11. Shagun Bhatia Shah, Uma Hariharan, Ajay Kumar Bhargava, Laleng M. Darlong. Anesthesia for minimally invasive chest wall reconstructive surgeries: Our experience and review of literature. *Saudi J Anaesth.* 2017;11(3):319-326. doi: 10.4103/sja.SJA_13_17: 10.4103/sja.SJA_13_17 PMID: PMC5516496 PMID: 28757834
12. Sacco Casamassima M.G., Gause C., Goldstein S.D. et al. Patient satisfaction after minimally invasive repair of pectus excavatum in adults: long-term results of Nuss procedure in adults. *Ann Thorac Surg* 2016;101(4):1338-1345.

13. Zuidema W.P., Oosterhuis J.W.A., Zijp G.W. et al. Early consequences of pectus excavatum surgery on self-esteem and general quality of life. *World J Surg* 2018;42:2502–2506. <https://doi.org/10.1007/s00268-018-4526-9>
14. Hokschi B., Kocher G., Vollmar P., Praz F., Schmid R.A. Nuss procedure for pectus excavatum in adults: long-term results in a prospective observational study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;50:934–9. doi:10.1093/ejcts/ezw130
15. Stroud A.M., Tulanont D.D., Coates T.E., Goodney P.P., Croitoru D.P. Epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia following minimally invasive pectus excavatum repair: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Surg*. 2014 May;49(5):798–806. doi:10.1016/j.jpedsurg.2014.02.072.
16. Futagawa K., Suwa I., Okuda T., Kamamoto H., Sugiura J., Kajikawa R., et al. Anesthetic management for the minimally invasive Nuss procedure in 21 patients with pectus excavatum. *J. Anesth.* 2006;20:48–50. [PubMed: 16421678]
17. Molik K.A., Engum S.A., Rescorla F.J., West K.W., Scherer L.R., Grosfeld J.L. Pectus excavatum repair: experience with standard and minimal invasive techniques. *J Pediatr Surg* 2001;36:324–328.
18. Scarci M., Joshi A., Attia R. In patients undergoing thoracic surgery is paravertebral block as effective as epidural analgesia for pain management? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010;10:92–96.
19. Richardson J., Sabanathan S., Jones J., Shah R.D., Cheema S., Mearns A.J. A prospective, randomized comparison of preoperative and continuous balanced epidural or paravertebral bupivacaine on postthoracotomy pain, pulmonary function and stress responses. *Br. J. Anaesth* 1999;83(3):387–92.

МЫГАЛЬ І.І., ФЕСЕНКО У.А.

РЕГІОНАРНІ МЕТОДИ ОБЕЗБОЛІВАННЯ ПОСЛЕ КОРРЕКЦІЇ ВОРОНКООБРАЗНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ГРУДНОЇ КЛІТКИ ПО NUSS

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна

Вступлення: Коррекція воронкообразної деформації грудної клітки по Nuss супроводжується сильною боллю. Адекватність аналгезії впливає на якість життя пацієнтів, хронізацію болю і успішність реабілітації.

Ціль роботи: порівняльний аналіз ефективності контролю болю використанням різних методів регіонарного обезболівання після коррекції воронкообразної деформації грудної клітки по Nuss.

Матеріали і методи: В обсервационне проспективне дослідження включено 60 підлітків (мальчики/дівочки = 47/13), які були рандомізовані на три групи по 20 в кожній в залежності від методу періопераційної аналгезії: стандартна епідуральна анестезія на рівні максимальної деформації (СЭА), висока епідуральна анестезія на рівні Th2-Th3 (ВЭА) і білатеральна паравертебральна анестезія (ПВА).

Результати і обговорення: В течение трьох днів після операції середня інтенсивність болю по ВАШ (середнє [25-75 перцентилі]) суттєво не відрізнялась між групами: в групі СЭА – 1,3 [0,9-1,5]; в групі ВЭА – 1,0 [0,6-2]; і в групі ПВА – 1,2 [0,8-1,8] (тест Крускала-Уолліса: $H=0,42$; $p=0,81$). Загальне кількість епізодів інтенсивності болю по ВАШ > 4 см, що потребували додаткового введення опіоїдного аналгетика, в течение трьох днів після операції складало по 7 в групах СЭА та ВЭА, і 10 – в групі ПВА ($\chi^2 = 0,865$, $p=0,649$). Тяжкість деформації по індексу Haller серед всіх пацієнтів складала 3,9 [3,6-4,1]. Середня інтенсивність болю по ВАШ за три дні після операції серед всіх пацієнтів складала 1,22 [0,75-1,67]. Ці два показателі мали слабку пряму кореляцію ($r=0,14$; $p=0,30$). Інтенсивність болю по ВАШ не корелювала з віком пацієнтів ($r=0,036$; $p=0,78$). Інтенсивність болю не залежала від статі пацієнтів: відміння по тесту Манна-Уїтні було незначущим ($z=0,045$; $p=0,96$).

Висновки: Стандартна епідуральна анестезія на рівні максимальної деформації, висока епідуральна анестезія на рівні Th2-Th3 і білатеральна паравертебральна анестезія 0,25% бупівакаїном в дозі 4 мл/год забезпечує однаково ефективну аналгезію після коррекції воронкообразної грудної клітки по Nuss. Інтенсивність болю після операції Nuss не корелює з тяжкістю деформації по індексу Haller.

Ключові слова: воронкообразна деформація грудної клітки, операція Nuss, епідуральна анестезія, паравертебральна анестезія, інтенсивність болю.

MYHAL I.I., FESENKO U.A.

THE REGIONAL ANALGESIA METHODS AFTER THE NUSS PROCEDURE FOR REPAIR OF PECTUS EXCAVATUM

Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Introduction: Nuss procedure for repair of pectus excavatum leads to severe pain. The adequacy of analgesia has an influence on life quality, pain chronization and successfulness of rehabilitation.

The aim of the study: comparing the effectiveness of different regional analgesia techniques in pain control after the Nuss procedure for pectus excavatum repair.

Materials and methods: The observative prospective study included 60 adolescents (boys/girls=47/13) randomized into three groups (n=20 in each) according to the perioperative analgesia technique: standart epidural anaesthesia in the dermatome of maximal deformity (SEA), high epidural anaesthesia in Th2-Th3 level (HEA) and bilateral paravertebral anaesthesia (PVA).

Results and discussion: The average pain intensity during three postoperative days (mean [25-75 percentiles]) was in group SEA – 1,3 [0,9-1,5], in group HEA – 1,0 [0,6-2] and in group PVA – 1,2 [0,8-1,8]; and did not differ significantly between groups (Kruskal-Wallis test: $H=0,42$; $p=0,81$). The number of episodes with pain intensity > 4 cm by 10 cm VAS, which required additive opioid analgesia, during three postoperative days was 7 in both SEA and HEA groups, and 10 – in PVA group ($\chi^2 = 0,865$, $p=0,649$). The deformity severity by Haller index in all patients was 3,9 [3,6-4,1]. The average pain intensity in all patients during three postoperative days was 1,22 [0,75-1,67]. There was a weak positive correlation between these two parameters ($r=0,14$; $p=0,30$). The pain intensity had no correlation with the patients age ($r=0,036$; $p=0,78$). We did not found any gender difference in pain intensity: the difference by Mann-Whitney test was insignificant ($z=0,045$; $p=0,96$).

Conclusions: The standart epidural anaesthesia in the dermatome of maximal deformity, high epidural anaesthesia in Th2-Th3 level and bilateral paravertebral anaesthesia with 0,25% bupivacain in dose 4 ml/hour provide equally effective analgesia after the Nuss procedure for pectus excavatum repair. The pain intensity after Nuss procedure does not correlate with the severity of the deformity according to the Haller index.

Key words: pectus excavatum, Nuss procedure, epidural anaesthesia, paravertebral anaesthesia, pain intensity.