

ОГЛЯДИ ТА РЕЦЕНЗІЇ

УДК 616.712-007.24-053.2:617.54-089Ravitch_Nuss](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872024170-78>**Метааналіз процедур Ravitch та Nuss для лікування лійкоподібної деформації грудної клітини у дітей та підлітків****О. Д. Карпінська¹, А. Ф. Левицький², В. М. Пилипко²**¹ ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків² Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, Україна

Funnel-shaped chest deformity is the most common anomaly of the chest wall development, occurring in 8 out of every 1 000 children. The defect is noticeable at birth in approximately 86 % of patients with chest deformity. Objective. To conduct a systematic review comparing the treatment of funnel-shaped chest deformity in children and young people under 20 years of age by surgical methods according to Ravitch and Nuss by the number of complications that occur in the short (up to 30 days) and long-term periods (2–3 years). Methods. A search of scientometric databases revealed 1 734 sources, of which 8 papers were selected for further analysis. Results. We evaluated systematic reviews and meta-analyses comparing methods of treatment of lumbar deformity in children and adolescents. It was determined that there are currently no randomized trials comparing these procedures in children and adolescents. A comparative analysis of the risk of complications in the surgical treatment of the funnel-shaped sternum in children and young adults using the Ravitch and Nuss methods determined that there is no difference in the overall incidence of complications between the Nuss and Ravitch procedures when considering the pediatric population in terms of overall, early, and late complications. With the development of the Nuss technology, complications associated with plate mixing are practically non-existent, and the development of new methods of controlling operations, anesthesia and further patient management has reduced the development of both postoperative and long-term complications. Conclusions. According to the results of the meta-analysis of the risk of early and late complications, it is impossible to definitively determine the advantage of any surgical method for the correction of lumbar deformity of the chest. The number of Nuss surgeries has been increasing over the years, which means that the minimally invasive approach is the method of choice for patients and surgeons, although questions remain about achieving structural stability and the method of Nuss correction in severe deformities. The lack of definitive conclusions is more related to the methodological problems of the analyzed data, including a limited number of observations and a large age difference in the observation groups, the lack of a standard for presenting data to describe the patient's condition (magnitude and type of deformity, primary complications of the cardiac and respiratory systems, the presence of complicating factors). Keywords. Funnel-shaped chest deformity, complications, plate displacement, meta-analysis.

Лійкоподібна деформація грудної клітини — найпоширеніша аномалія розвитку грудної стінки, яка зустрічається у 8 із кожних 1 000 дітей. Дефект помітний при народженні приблизно у 86 % пацієнтів з деформацією грудної клітини. Мета. Провести систематичний огляд щодо порівняння лікування лійкоподібної деформації грудної клітини у дітей та молодих людей до 20 років хірургічними методами за Ravitch та Nuss за кількістю ускладнень, які виникають у найближчому (до 30 діб) та віддаленому періодах (2–3 роки). Методи. За пошуком у наукометричних базах даних знайдено 1 734 джерела, з яких для подальшого аналізу відібрано 8 робіт. Результати. Проаналізовано систематичні огляди та метааналізи, які порівнювали методи лікування лійкоподібної деформації грудної клітини в дітей і підлітків. Визначено, що на сьогодні немає рандомізованих досліджень, які б порівнювали ці процедури саме у дітей та підлітків. За проведеним порівняльним аналізом ризику виникнення ускладнень у разі хірургічного лікування лійкоподібної грудної клітини цієї категорії пацієнтів за методами Ravitch та Nuss визначено, що немає різниці в загальній частоті ускладнень між процедурами Nuss та Ravitch під час розгляду педіатричної популяції щодо загальних, ранніх і пізніх ускладнень. Із розвитком технології Nuss ускладнення, пов'язані зі зміщенням пластин практично не зустрічаються, а розвиток нових методик контролю проведення операцій, анестезії та подальшого ведення пацієнтів знизили розвиток як післяопераційних, так і віддалених ускладнень. Висновки. За результатами проведеного метааналізу ризику розвитку ранніх і пізніх ускладнень, не можна остаточно визначити перевагу будь-якої хірургічної методики для корекції лійкоподібної деформації грудної клітини. Кількість операцій за Nuss із часом зростає, тобто малоінвазивний підхід є методом вибору для пацієнтів і хірургів, хоча залишаються питання досягнення стабільності конструкції та способів корекції за Nuss у разі важких форм деформації. До відсутності остаточної висновків призводить недостатнє число методологічних проблем аналізованих даних, серед яких обмежена кількість спостережень і велика різниця за віком у групах спостереження, відсутність стандарту подання інформації стосовно опису стану пацієнта (величини й типу деформації, первинних ускладнень з боку серцевої та дихальної систем, наявність ускладнюючих чинників).

Ключові слова. Лійкоподібна деформація грудної клітини, ускладнення, зміщення пластини, метааналіз

Вступ

Лійкоподібна деформація грудної клітини (ЛДГК) — найпоширеніша аномалія розвитку грудної стінки, яка зустрічається у 8 із кожних 1 000 дітей. Дефект помітний під час народження майже в 86 % пацієнтів із деформацією грудної клітини.

У 1949 році Ravitch описав техніку корекції лійкоподібної деформації, яка потребувала субперихондріальної резекції всіх деформованих реберних хрящів, відсічення мечоподібного відростка й остеотомії грудини з подальшою фіксацією передньої грудної стінки [1]. Із незначними змінами ця процедура залишалася вибором протягом майже п'яти десятиліть. У 1998 році Donald Nuss запропонував малоінвазивну методику як альтернативу традиційній відкритій процедурі Ravitch [2]. Уникнення великої дисекції, резекцій реберних хрящів і остеотомії зробило процедуру Nuss привабливим хірургічним варіантом для корекції ЛДГК. Фахівці порівняли підходи — класичну методику відкритого втручання за Ravitch та мініінвазивну за Nuss. Результати їхнього дослідження вийшли в 1998 році й описували роботу за період із 1987 по 1996 рік [2]. Перший досвід проведення мініінвазивної операції показав, що з 42 осіб відмінні результати були у 22, гарні — 4, задовільні — 2 та погані — у 2 осіб. Ускладнення, пов'язані зі стабільністю пластини спостерігали у перших пацієнтів. Власне, це було дослідження, яке висвітило основні напрями розвитку мініінвазивного підходу лікування ЛДГК, а саме — визначення оптимальної жорсткості пластини, методів її стабілізації та визначення показань до її застосування.

Починаючи з 2000 року мініінвазивний підхід за Nuss для лікування ЛДГК став поширюватися серед хірургів. На момент початку використання технології за Nuss, операція за методом Ravitch мала низку модифікацій, які значно знизили кількість ускладнень як інтраопераційних, так і віддалених [3]. Саме з цієї причини відносно новий метод Nuss, за інформацією з ранніх публікацій, мав більшу кількість ускладнень, ніж метод Ravitch.

На сьогодні, не зважаючи на поширеність мініінвазивних підходів до лікування ЛДГК, хірургічне втручання за методом Ravitch залишається достатньо поширеним і за даними літературних

джерел часто є операцією вибору [4]. Водночас, у деяких пацієнтів операція за Nuss викликає занепокоєння через наявність доволі значної металевої конструкції і необхідність повторного втручання щодо її видалення, на відміну від операції Ravitch — одноетапність, навіть у разі використання металевих кріплень.

Саме поширення обох видів хірургічного лікування ЛДГК знову і знову повертає авторів до їхнього порівняння за різними параметрами — тривалості операції, інтраопераційними крововтратами, ускладненням тощо.

Мета: провести систематичний огляд щодо порівняння лікування лійкоподібної деформації грудної клітини в дітей та молодих людей до 20 років хірургічними методами за Ravitch та Nuss за кількістю ускладнень, які виникають у найближчому (до 30 діб) та віддаленому періодах (2–3 роки).

Матеріал і методи

За пошуком у наукометричних базах даних Cochrane Library, PubMed, MedLine, ELSEVIER, ScienceDirect, а також архівів журналу «Journal of Pediatric Surgery» було за запитами *pectus excavatum, Nuss versus Ravitch, comparison Nuss & Ravitch* було знайдено 1 734 джерела.

Серед означених публікацій проаналізовано 9 систематичних оглядів із метааналізом, із яких відібрано 4, які найбільш відповідали меті дослідження. П'ять систематичних оглядів із метааналізом [5–9] вивчають і порівнюють серцеву та дихальну функції пацієнтів без поділу за віком і без математичного порівняння методик лікування, тому були виключені з аналізу.

У подальших пошуках ми керувалися поставленою метою й відібрали повнотекстові статті, які містять необхідний матеріал для метааналізу.

Побудову лісових діаграм і відповідні розрахунки проводили в програмі R 4.3.2.

Оцінка систематичних оглядів

Найпоширеніший аналіз ефективності лікування ЛДГК відкритим і мініінвазивним методами проведено Paulo Eduardo de Oliveira Carvalho з колегами у 2014 році — *Surgical interventions for treating pectus excavatum* [10]. Дослідниками було проаналізовано 4 111 потенційних джерела, які відповідали поставленій меті, але після їхнього ретельного аналізу всі вони були вилучені через неповноту наданих даних та невідповідність

проведеним дослідженням, тобто вони належали до нерандомізованих неконтрольованих спостережень. Висновок цього систематичного огляду за трьома, умовно прийнятими, нерандомізованими дослідженнями — хірургічне втручання покращує тіло [11–13]. В одному огляді [14] виявили, що оперативне втручання покращує серцево-легеневу функцію.

На момент написання огляду de Oliveira Carvalho із колегами зазначили, що мініінвазивний метод за Nuss через відносну новизну та недосконаленість мав більшу кількість післяопераційних ускладнень: пневмоторакс, гемоторакс і зміщення пластин у віддаленому періоді.

Проаналізовано 3 систематичних огляди з метааналізом, які охоплювали нерандомізовані та кейс-дослідження. Вивчення поданих у працях недоліків, а саме технічних помилок у текстах, привели нас до аналізу першоджерел інформації. Зазначимо, що обмеження до повнотекстового доступу деяких публікацій і недоступність корейських баз медичної літератури значно вплинули на результат аналізу.

У метааналізі Nasr A. з колегами (2010) [15], за результатами 9 робіт, наведено порівняльний аналіз операцій за Nuss та Ravitch за такими ознаками: ризик ускладнень та окремо аналіз ризиків виникнення пневмотораксу, гемотораксу, ризик реоперації, а також порівняння тривалості операції та госпіталізації. Доволі ретельно проведений аналіз, але виявлено технічну помилку під час

побудови деяких лісових діаграм, на яких переплутали дані в групах пацієнтів, що призвело до помилкових висновків. Також недоліком цього аналізу стала відсутність інформації щодо віку пацієнтів і ступеня початкової деформації.

У метааналізі Kanagaratnam A. зі співавт. (2016) [16] за аналізом 13 праць проведено порівняння операцій за Nuss та Ravitch у разі ранніх (госпітальних) і пізніх ускладнень, зокрема, оцінювання ризику зміщення конструкцій та реоперацій. Вивчаючи роботи, які аналізують вікові групи пацієнтів, було виявлено допущені похибки щодо віку та співвідношення пацієнтів за статтю. Також кількість ускладнень не збігається з аналогічними роботами в метааналізі Nasr A. Огляд Kanagaratnam A. допоміг обмежити пошук публікацій лікування дітей і молодих людей.

Метааналіз Мао Y. Z. із колегами (2017) [17] розглядає 19 робіт, де проаналізовано порівняння крововтрат і тривалості госпіталізації. Недоліком наданої інформації є відсутність меж розкиду даних за віком (вказано лише середнє значення) та відсотка ускладнень без конкретної кількості пацієнтів.

Порівняльний аналіз ускладнень за хірургічного лікування ЛДГК у дітей та молодих людей за методами Ravitch та Nuss

Користуючись інформацією, яку ми отримали під час вивчення результатів метааналізів, було відібрано 8 робіт, які відповідали меті нашого дослідження (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика досліджень, включених в аналіз

Автор, рік видання	Період спостереження	Кількість спостережень		Вік (років) M ± SD		Haller index, M ± SD		% чоловіків		Тривалість операції (хв) (M ± SD)	
		Nuss	Ravitch	Nuss	Ravitch	Nuss	Ravitch	Nuss	Ravitch	Nuss	Ravitch
Molik E., 2001	1995–1999	35	68	9,5	12,6	—	—	—	—	198	282
Jo W., 2003	1995–2002	107	16	7,9 ± 5,0	8,8 ± 7,4	4,3 ± 1,1	4,0 ± 3,3	73,8	71,4	67,2 ± 33,1	196,9 ± 61,0
Kelly R., 2007, 2013	Н/Д	284	43	13,6	15,9	—	—	85,0		—	—
Lam W., 2008	2003–2006	19	24	15,4 ± 2,2	15,5 ± 1,9	—	—	94,7	83,3	72,1 ± 19,0	84,1 ± 24,9
Boia E., 2010	2000–2010	10	29	13	9	—	—	82,0		—	—
Kang C., 2012	2001–2004	53	29	6,6 ± 3,0	4,8 ± 2,5	5,4 ± 2,7	5,7 ± 1,7	—	—	53,8 ± 19,4	213,8 ± 60,3
Papic J., 2014	2007–2012	125	56	14,6 ± 2,5	15,7 ± 2,4	4,1 ± 1,1	5,2 ± 2,8	81,6	83,9	—	—
Tikka T., 2016	1994–2014	53	116	18,0	18,5	—	—	88,0	90,0	—	—

Загальне оцінювання спостережень

У всіх відібраних роботах крім Kelly R. (2007), описані ретроспективні дослідження, які охоплюють термін від трьох до двадцяти років. Публікація Kelly R. зі співавт. належить до проспективного мультицентрового дослідження, яке продовжується. Останній опублікований звіт у 2013 році оцінював пізні ускладнення у 182 (144 — за Nuss та 38 — за Ravitch) пацієнтів, які залишалися під наглядом до видалення конструкцій.

Дослідження відрізняються за кількістю епізодів, у загальній кількості інформація стосовно операції за Nuss (686) удвічі переважає спостереження за Ravitch (381). У опублікованих джерелах стосовно змін співвідношення за видами втручань із роками виявлено відсутність відомостей.

Здебільшого, у проаналізованій літературі спостерігається більший вік у пацієнтів, яким проводили операцію за Ravitch. Але в працях Bois E. S. (2010) середній вік пацієнтів із відкритою технологією оперативного лікування менше (9 років), ніж з методикою за Nuss (13 років). Це пояснюється описом втручання (відкритого вправлення деформації грудини) пацієнту віком 13 міс. через важкий стан, пов'язаний зі серцево-легеневою патологією. Також менший вік у групі Ravitch відмічено Kang C. H. (2012) — $(4,8 \pm 2,5)$ року

порівняно $(6,6 \pm 3,0)$ року в групі Nuss. Пояснюється більш раннім виявленням патології та необхідністю операції, причини пов'язані з цим не вказуються. Як відмічають автори, у більшості випадків різниця у віці не значуща.

Первинний індекс Галлера наводять лише деякі автори (табл. 1), зазвичай у групах Ravitch він більший, але не суттєво.

Серед пацієнтів в обох групах переважають чоловіки, частка яких складає близько 80 %.

Тривалість операції за Nuss (від 50 до 80 хв) значно менша, ніж у випадку за Ravitch (від 80 хв до 4 год), але це залежить від особливості втручання — необхідності встановлення додаткових конструкцій, складності деформації, комбінована операція з одночасним виконанням маніпуляцій на серці або легенях тощо.

Упередження щодо характеру ускладнень

Перед тим як перейти до аналізу ускладнень, треба відмітити про деякі упередження для урахування кількості ускладнень. По-перше, автори по-різному трактують легкі та важкі ускладнення. Деякі поділяють ускладнення, які призвели до реоперації та куповані консервативним методом, інші наводять перелік ускладнень без згадування способу їхнього усунення, а просто перелічують або наводять їхній відсоток. Подають різні терміни ранніх і пізніх ускладнень.

Таблиця 2

Характеристика ускладнень

Автор, рік видання	Ускладнення (%)		Ранні ускладнення (до 30 днів після операції) (%)		Віддалені ускладнення (%)		Зміщення (руйнування конструкції) (%)		Реоперації (%)	
	Nuss	Ravitch	Nuss	Ravitch	Nuss	Ravitch	Nuss	Ravitch	Nuss	Ravitch
Molik E., 2001	9 (25,7)	12 (17,6)	9 (25,7)	9 (13,2)	6 (17,1)	4 (5,9)	4 (11,4)	0,0	8 (22,9)	4 (5,9)
Jo W., 2003	17 (15,9)	3 (14,7)	12 (11,2)	3 (18,7)	3 (2,8)	0,0	4 (3,7)	0,0	3 (2,8)	0,0
Kelly R., 2007, 2013**	145 (55,6)	15 (34,8)	145 (51,0)	11 (25,6)	13 з 144 (9,0)	4 з 38 (10,5)	13 з 144 (9,0)	0,0	3 з 144 (2,1)	0,0
Lam W., 2008	0,0	13 (54,2)	0,0	13 (54,2)	0,0	0,0	0,0	12 з 23* (52,2)	0,0	0,0
Boia E., 2010	3 (30,0)	19 (65,5)	0,0	16 (51,7)	3 (30,0)	3 (30,0)	0,0	3 (30,0)	0,0	5 (17,2)
Kang C., 2012	11 (20,7)	4 (13,8)	11 (20,7)	4 (13,8)	0,0	0,0	0,0	0,0	9 (17,0)	7 (24,1)
Papic J., 2014	15 (12,0)	5 (8,9)	11 (8,8)	5 (8,9)	4 (3,2)	0,0	7 (5,6)	0,0	0,0	0,0
Tikka T., 2016	3 (5,7)	31 (26,7)	13 (24,5)	23 (19,8)	3 (5,7)	9 (7,8)	3 (5,7)	8 з 66* (12,1)	1 (1,9)	16 (13,8)

Примітки: * — показані кількість зміщених конструкцій зі встановлених під час операцій Ravitch;

** — у роботі 2013 року аналіз пізніх ускладнень наведено для 182 пацієнтів (144 — Nuss; 38 — Ravitch).

Іноді вважають ранніми ускладненнями ті, які виникли під час перебування в лікарні (перші 5–7 діб), а в іншому випадку — перші 30 діб. Щодо переліку самих ускладнень, то він також дуже варіабельний. Деякі науковці враховують усі — набряки, синці, алергічні висипи, а інші — складні — пневмоторакс, гемоторакс, запалення рани й інфекції, зміщення конструкції та її елементів, які потребували або інтенсивної терапії, або термінового хірургічного втручання. Кількість ускладнень також наведена по-різному: дехто вказує загальне число, інші — кількість пацієнтів із ускладненнями. Ураховуючи, що у деяких пацієнтів може спостерігатися декілька ускладнень, наведені дані можуть неправильно відображати оцінку ризику їхнього виникнення. Щодо віддалених ускладнень, то автори стверджують, що не всі хворі потрапили до уваги на всьому терміні спостереження, тому такі ускладнення подані не на всю групу, а вирахувати групу повного спостереження неможливо через відсутність відповідної інформації.

Щодо даних про зміщення конструкції, лише 2 автори Lam W. C. (2012) та Tikka T. (2016) (табл. 1) повідомили про це під час операції за Ravitch. В інших роботах згадується лише зміщення або ротація пластин після операції за Nuss. У публікаціях, які було проаналізовано, але вони не ввійшли в цей метааналіз, є повідомлення про зміщення конструкції після операції за Ravitch [4, 26].

Отже, із метою подання інформації, нами було розподілено ускладнення на ранні (до 30 діб після операції), пізні (до моменту видалення конструкції) або тривалого спостереження за літературними джерелами, зміщення конструкції (як пластин в операції

за Nuss, так і конструкцій за Ravitch) та реоперації з приводу рецидиву деформації, або необхідності видалення конструкції через ускладнення.

Аналіз загальної кількості ускладнень

Відомості щодо загальної кількості ускладнень наведено в табл. 2. Зауважимо, що число пацієнтів у групах наведено за даними на початок дослідження і може не відповідати кількості віддалених результатів. Діаграму відносного ризику виникнення ускладнень наведено на рис. 1.

За даними цього метааналізу відносного ризику (RR) виникнення ускладнень за операцій Nuss та Ravitch можна довести, що з удосконаленням методики мініінвазивного підходу лікування ЛДГК, ризик виникнення ускладнень зменшується, а за останніми роботами (Tikka T., 2016) ризик ускладнень за Ravitch більше, ніж за Nuss. Узагальнена оцінка RR за обома методами становить 0,09 [–0,13; 0,31], що свідчить про відсутність різниці між ними. Значення $I^2 = 89\%$ вказує на дуже високий рівень мінливості між результатами досліджень. Це може свідчити про значну неоднорідність даних, тобто результати досліджень суттєво різняться між собою. Це підтверджується і високим та значущим ($p < 0,01$) значенням $\chi^2 = 38,26$. Причину таких результатів ми вказували раніше.

Аналіз ранніх ускладнень

Кількісні показники ранніх ускладнень наведено в табл. 2, діаграму відносних ризиків їхнього розвитку подано на рис. 2.

Динаміка ризиків розвитку ранніх ускладнень (рис. 2) схожа з попередньою діаграмою (рис. 1), отже сумарний відносний ризик ускладнень становить 0,77 [–0,19; 0,34], що свідчить про відсутність різниці.

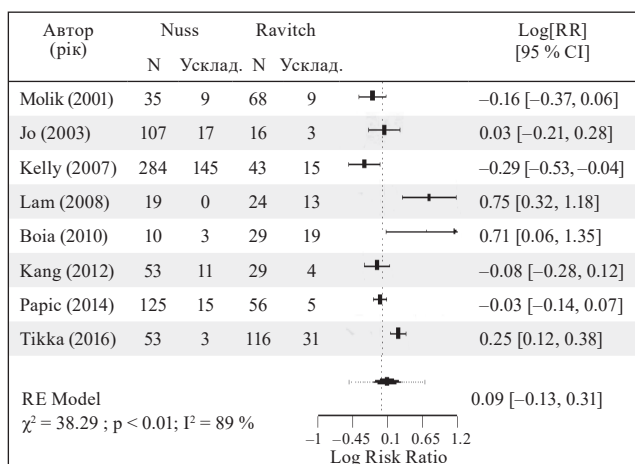


Рис. 1. Лісова діаграма відносного ризику виникнення ускладнень під час лікування ЛДГК за методиками Nuss та Ravitch

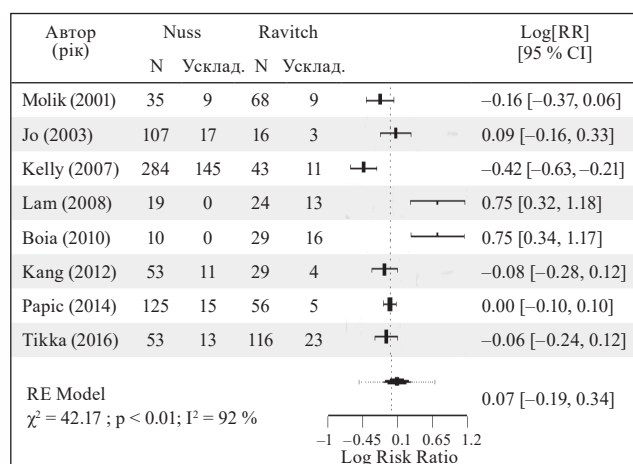


Рис. 2. Лісова діаграма відносного ризику виникнення ранніх ускладнень під час лікування ЛДГК за методиками Nuss та Ravitch

Але великі значення $I^2 = 92\%$ та $\chi^2 = 42,17$ підкреслюють значну різницю поза даних у дослідженнях.

Ризик віддалених ускладнень

За результатами аналізу пізніх ускладнень (табл. 2, рис. 3) можна довести, що їхній розвиток майже однаковий за обох методик лікування $\log RR = 0,01 [-0,04; 0,02]$, а індекс $I^2 = 0\%$ та $\chi^2 = 5,10$ за $p = 0,65$ свідчить про майже незмінність даних. Тобто можна казати, що ймовірність розвитку пізніх ускладнень в обох групах майже однакова.

Аналіз ризику зміщення (руйнування) конструкції або її елементів

Проаналізуємо дані щодо ризику виходу з ладу конструкцій, які встановлюють під час втручання (табл. 2, рис. 4). Вони мають значну неоднорідність — ($I^2 = 73\%$ та $\chi^2 = 21,15$, $p = < 0,01$), але узагальнена оцінка відносного ризику показує, що ризик зміщення конструкції в обох групах однаковий.

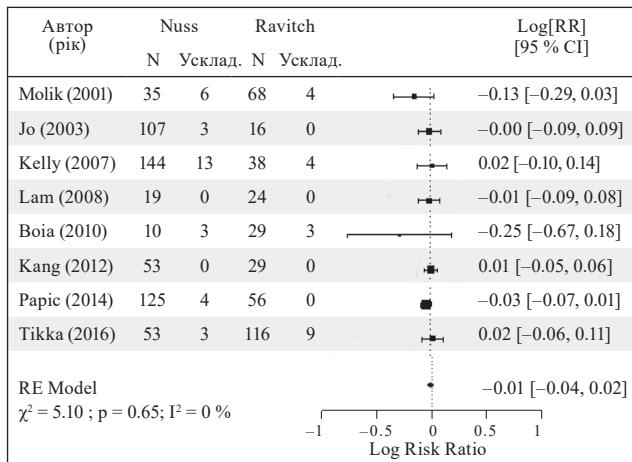


Рис. 3. Лісова діаграма відносного ризику виникнення ускладнень у віддаленому періоді під час лікування ЛДГК за методиками Nuss та Ravitch

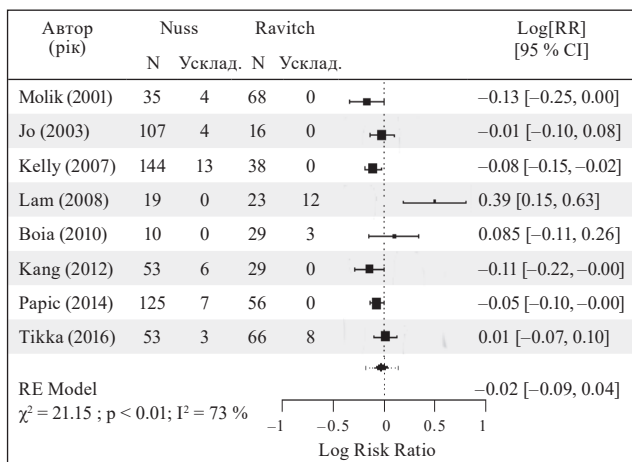


Рис. 4. Лісова діаграма відносного ризику зміщення (руйнування) конструкції під час лікування ЛДГК за методиками Nuss та Ravitch

Аналіз ризику повторних операцій, пов'язаних із рецидивом деформації та передчасного видалення конструкції через розвиток важких ускладнень

За даними табл. 2 побудовано лісову діаграму (рис. 5) відносних ризиків повторних втручання.

Із діаграми (рис. 5) спостерігаємо стійку динаміку зменшення повторних операцій з плином часу. Проведений аналіз показує майже повну відсутність різниці ризику повторних операцій через зміщення конструкції або ускладнення $RR = 0,02 [-0,03; 0,056]$, але високий коефіцієнт $I^2 = 66\%$ спричинює неоднозначну інтерпретацію щодо виникнення ризику реоперацій.

Обговорення

Незважаючи на те, що операції з реконструкції лікоподібної деформації груднини за Ravitch проводять вже більше п'ятидесяти років, за Nuss — більше тридцяти, дослідники до сьогодні ще не визначилися яка ж з них найефективніша.

Методики за Nuss та Ravitch для відновлення ЛДГК продовжують використовуватись і зараз, хоча процедура за Nuss в останні роки більш розповсюджена, але за Ravitch продовжують виконувати в складних випадках поєднаних втручаннях — одночасне виконання операції на серці, легенях, хребті та у дорослих пацієнтів.

Спеціалізація медичних установ здебільшого сконцентрована на виконанні одного типу втручання, різні рекомендації щодо вибору хірургічного лікування і, відповідно, кардинально різні первинні стани пацієнтів ускладнюють порівняння цих методик. У дослідженнях, зазвичай, наведено невелику кількість пацієнтів, що також впливає на складність проведення кластеризації та рандомізації матеріалу.

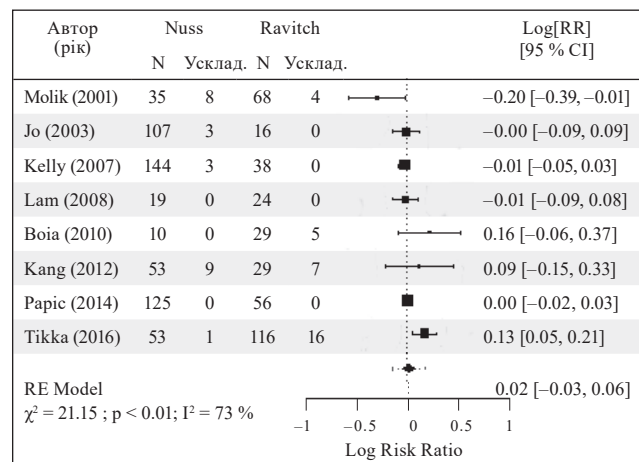


Рис. 5. Лісова діаграма відносного ризику повторних операцій під час лікування ЛДГК за методиками Nuss та Ravitch

Спроба вибрати з доволі значної кількості робіт, які порівнювали методики операцій у дітей та підлітків, призвела до того, що з аналізу були виключені праці, в яких були поєднані пацієнти від 5 до 30, 50 і більше років. І хоча вказувалися групи за віком, результати ускладнень та інших показників давалися загалом за групами.

Наразі ми не знайшли рандомізованих досліджень, які б порівнювали ці процедури саме у дітей та підлітків. Найбільш повний метааналіз Kanagaratnam A. зі співавт. (2016) [16] порівнює низку ускладнень у пацієнтів різних вікових груп. Ми взяли його за основу й доповнили публікаціями, які не увійшли до нього, а саме: Kelly R. E. Jr. (2013) [20] (продовження публікації 2003 року із аналізом пізніх ускладнень), Tikka T. (2016) [25] та Voia E. S. (2010) [22].

Отримані результати свідчать — немає різниці в загальній частоті ускладнень між процедурами за Nuss та Ravitch.

Якщо в публікаціях до 2010 року (табл. 2) загальна кількість ускладнень операції за Nuss вища, то надалі вона знижується. За Molik K. A. зі співавт. [18] більшість ускладнень методики за Nuss зафіксовано в перших 4 пацієнтів — перегортання або зміщення планки, але після використання стабілізуючих пристроїв випадків зміщення конструкції не було.

У своїй роботі Tikka T. зі співавт. [25] розглянули досвід 20-річного використання обох видів операцій. Метод за Nuss, як пишуть автори, використовують із 2008 року, тобто його вже апробували й удосконалили, і це дало помітно менше ускладнень, ніж операція за Ravitch.

Існує неоднорідність процедурної техніки, навіть усередині груп. Наприклад, методика за Ravitch зазнає модифікації, як за умов використання пластин та/або конструкції для фіксації, так і без додаткової фіксації. Про різницю методів вказали лише автори двох робіт Lam W. C. (2008) та Tikka T. (2016). У процедурі за Nuss є варіанти з одним або двома доступами, торакоскопією, що також може вплинути на результати, але про такі нюанси автори не повідомляли.

Одним із вагомих недоліків майже всіх праць, які порівнюють методи за Nuss та Ravitch, є відсутність зв'язку між важкістю деформації та кількістю ускладнень, а у більшості з них не вказано на ступінь деформації (табл. 1). Відбір пацієнтів може сприяти упередженості: пацієнтам із більш асиметричним ЛДГК, здебільшого, застосовують методику за Ravitch.

Проаналізувати результати операцій ми не змогли, бо результат задоволення пацієнтів оцінювався за різними показниками та шкалами, не вказувалася саме величина остаточної деформації.

Перспективи подальших досліджень

За аналізом літератури, який проведено на початку нашого дослідження, після публікацій 2018 року, які аналізують операцію за Ravitch наводять приклади виключно лікування дорослих пацієнтів, або складних випадків, пов'язаних із реопераціями чи одночасними втручаннями на серці, легенях, із приводу різних патологічних станів.

Операція за Nuss набуває все більшого поширення, як для лікування дітей, так і дорослих. Наразі існує декілька модифікацій як самої операції, способів фіксації пластин, їхньої кількості та способів встановлення та розташування, так і підходів до анестезії та післяопераційного ведення пацієнтів, що значно розширює коло її використання. Але незважаючи на поширення мініінвазивного підходу, усе ж до сьогодні дискутується ефективність тієї чи іншої модифікації. Будь-яке питання з них може бути предметом наступних досліджень.

Висновки

За результатами проведеного аналізу, з огляду на кількість ранніх і пізніх ускладнень, не можна остаточно визначити перевагу будь-якої хірургічної методики для корекції лікоподібної деформації грудної клітини. Кількість операцій за Nuss з роками зростає, це означає, що мініінвазивний підхід є методом вибору для пацієнтів і хірургів, хоча залишаються питання досягнення стабільності конструкції та способів корекції за Nuss у разі важких форм деформацій. Відсутність остаточної висновків більше пов'язана з методологічними проблемами аналізованих даних, серед яких обмежена кількість спостережень і велика різниця в їхніх групах, немає стандарту аспектів подання даних стосовно опису стану хворого (величини та типу деформації, первинних ускладнень з боку серцевої та дихальної систем, наявності ускладнюючих чинників), стандартизованого підходу до оцінювання задоволеності пацієнтів результатами лікування, інформації щодо модифікації оперативного втручання.

На жаль, вітчизняних публікацій, які порівнюють операції за Ravitch та Nuss ми не знайшли, є окремі роботи, але без повідомлення даних, які можна використати для метааналізу. Здебільшого, в них немає відомостей про порівняння методик,

які можна використовувати в подальших розрахунках через методологічні похибки, у них переважають неповні дані або невідповідність національним чи міжнародним стандартам подання результатів статистичних аналізів. Ураховуючи, що метод за Ravitch усе менше застосовується, сподівання на появу нових праць практично не має.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

- Ravitch, M. M. (1949). The operative treatment of pectus excavatum. *Annals of Surgery*, 129(4), 429–444. <https://doi.org/10.1097/00000658-194904000-00002>
- Nuss, D., Kelly, R. E., Croitoru, D. P., & Katz, M. E. (1998). A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *Journal of Pediatric Surgery*, 33(4), 545–552. [https://doi.org/10.1016/s0022-3468\(98\)90314-1](https://doi.org/10.1016/s0022-3468(98)90314-1)
- Sollie, Z. W., Gleason, F., Donahue, J. M., & Wei, B. (2022). Evolution of technique and results after permanent open repair for pectus deformities. *JTCVS Techniques*, 12, 212–219. <https://doi.org/10.1016/j.jtc.2021.12.008>
- Antonoff, M. B., Erickson, A. E., Hess, D. J., Acton, R. D., & Saltzman, D. A. (2009). When patients choose: comparison of Nuss, Ravitch, and Leonard procedures for primary repair of pectus excavatum. *Journal of Pediatric Surgery*, 44(6), 1113–1119. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2009.02.017>
- Johnson, W. R., Fedor, D., & Singhal, S. (2014). Systematic review of surgical treatment techniques for adult and pediatric patients with pectus excavatum. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/1749-8090-9-25>
- Malek, M. H., Berger, D. E., Housh, T. J., Marelich, W. D., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2006). Cardiovascular Function Following Surgical Repair of Pectus Excavatum. *Chest*, 130(2), 506–516. <https://doi.org/10.1378/chest.130.2.506>
- Malek, M. H., Berger, D. E., Marelich, W. D., Coburn, J. W., Beck, T. W., & Housh, T. J. (2006). Pulmonary function following surgical repair of pectus excavatum: a meta-analysis. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 30(4), 637–643. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2006.07.004>
- Chen, Z., Amos, E. B., Luo, H., Su, C., Zhong, B., Zou, J., & Lei, Y. (2012). Comparative pulmonary functional recovery after Nuss and Ravitch procedures for pectus excavatum repair: a meta-analysis. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1749-8090-7-101>
- Walsh, J., Walsh, R., & Redmond, K. (2023). Systematic review of physiological and psychological outcomes of surgery for pectus excavatum supporting commissioning of service in the UK. *BMJ Open Respiratory Research*, 10(1), e001665. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2023-001665>
- de Oliveira Carvalho, P. E., da Silva, M. V. M., Rodrigues, O. R., & Cataneo, A. J. M. (2014). Surgical interventions for treating pectus excavatum. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd008889.pub2>
- de Souza Coelho, M., Silva, R. F. K. C., Bergonse Neto, N., de Souza Stori, W., dos Santos, A. F. R., Mendes, R. G., & de Matos Fernandes, L. (2009). Pectus Excavatum Surgery: Sternochondroplasty Versus Nuss Procedure. *The Annals of Thoracic Surgery*, 88(6), 1773–1779. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.07.051>
- Kelly, R. E., Shamberger, R. C., Mellins, R. B., Mitchell, K. K., Lawson, M. L., Oldham, K., Azizkhan, R. G., Hebra, A. V., Nuss, D., Goretsky, M. J., Sharp, R. J., Holcomb, G. W., Shim, W. K. T., Megison, S. M., Moss, R. L., Fecteau, A. H., Colombani, P. M., Bagley, T. C., & Moskowitz, A. B. (2007). Prospective Multicenter Study of Surgical Correction of Pectus Excavatum: Design, Perioperative Complications, Pain, and Baseline Pulmonary Function Facilitated by Internet-Based Data Collection. *Journal of the American College of Surgeons*, 205(2), 205–216. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2007.03.027>
- Zheng-xia, P. A. N., Chun, W. U., Ling, H. E., Hong-bo, L. I., & Li, Y. G. (2009). Pectus excavatum: Nuss procedure vs modified Ravitch procedure. *Acta Academie Medicinae Militaris Tertiae.*, 31(14), 1378–1380.
- Jayaramkrishnan, K., Wotton, R., Bradley, A., & Naidu, B. (2013). Does repair of pectus excavatum improve cardiopulmonary function? *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, 16(6), 865–870. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivt045>
- Nasr, A., Fecteau, A., & Wales, P. W. (2010). Comparison of the Nuss and the Ravitch procedure for pectus excavatum repair: a meta-analysis. *Journal of Pediatric Surgery*, 45(5), 880–886. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2010.02.012>
- Kanagaratnam, A., Phan, S., Tchantchaleishvili, V., & Phan, K. (2016). Ravitch versus Nuss procedure for pectus excavatum: systematic review and meta-analysis. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 5(5), 409–421. <https://doi.org/10.21037/acs.2016.08.06>
- Mao, Y. Z., Tang, S., & Li, S. (2017). Comparison of the Nuss versus Ravitch procedure for pectus excavatum repair: an updated meta-analysis. *Journal of Pediatric Surgery*, 52(10), 1545–1552. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.05.028>
- Molik, K. A., Engum, S. A., Rescorla, F. J., West, K. W., Scherer, L. R., & Grosfeld, J. L. (2001). Pectus excavatum repair: Experience with standard and minimal invasive techniques. *Journal of Pediatric Surgery*, 36(2), 324–328. <https://doi.org/10.1053/jpsu.2001.20707>
- Jo, W. M., Choi, Y. H., Sohn, Y.-S., Kim, H. J., Hwang, J. J., & Cho, S. J. (2003). Surgical Treatment for Pectus Excavatum. *Journal of Korean Medical Science*, 18(3), 360. <https://doi.org/10.3346/jkms.2003.18.3.360>
- Kelly, R. E., Mellins, R. B., Shamberger, R. C., Mitchell, K. K., Lawson, M. L., Oldham, K. T., Azizkhan, R. G., Hebra, A. V., Nuss, D., Goretsky, M. J., Sharp, R. J., Holcomb, G. W., Shim, W. K. T., Megison, S. M., Moss, R. L., Fecteau, A. H., Colombani, P. M., Cooper, D., Bagley, T., ... Paulson, J. F. (2013). Multicenter Study of Pectus Excavatum, Final Report: Complications, Static/Exercise Pulmonary Function, and Anatomic Outcomes. *Journal of the American College of Surgeons*, 217(6), 1080–1089. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2013.06.019>
- Lam, M. W. C., Klassen, A. F., Montgomery, C. J., LeBlanc, J. G., & Skarsgard, E. D. (2008). Quality-of-life outcomes after surgical correction of pectus excavatum: a comparison of the Ravitch and Nuss procedures. *Journal of Pediatric Surgery*, 43(5), 819–825. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2007.12.020>
- Boia, E. S., Popoiu, M. C., David, V. L., Nicodin, A., Cozma, G., Adam, O., Trailescu, M., Kovacs, T., Milasin, T., & Tornyo, S. (2010). Comparative analysis of modified ravitch and minimal invasive nuss procedures for the correction of pectus excavatum in children. *Jurnalul pediatriei*, 13(13), 49–50.
- Kang, C. H., Park, S., Park, I. K., Kim, Y. T., & Kim, J. H. (2012). Long-term Surveillance Comparing Satisfaction

- between the Early Experience of Nuss Procedure vs. Ravitch Procedure. *The Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 45(5), 308–315. <https://doi.org/10.5090/kjtes.2012.45.5.308>
24. Papic, J. C., Finnell, S. M. E., Howenstein, A. M., Breckler, F., & Leys, C. M. (2014). Postoperative opioid analgesic use after Nuss versus Ravitch pectus excavatum repair. *Journal of Pediatric Surgery*, 49(6), 919–923. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2014.01.025>
25. Tikka, T., Kalkat, M. S., Bishay, E., Steyn, R. S., Rajesh, P. B., & Naidu, B. (2016). A 20-year review of pectus surgery: an analysis of factors predictive of recurrence and outcomes. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 23(6), 908–913. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivw263>
26. Purrman, K. C., Ziazadeh, D., Loria, A., & Jones, C. (2021). Pectus Bar Displacement Causing Right Ventricular Outflow Tract Obstruction. *The Annals of Thoracic Surgery*, 112(4): e267–e270. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.10.059>

Стаття надійшла до редакції 16.02.2024

META-ANALYSIS OF RAVITCH AND NUSS PROCEDURES FOR THE TREATMENT OF FUNNEL-SHAPED CHEST DEFORMITY IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

O. D. Karpinska ¹, A. F. Levitskyi ², V. M. Pylypko ²

¹ Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

² Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

✉ Olena Karpinska: helen.karpinska@gmail.com

✉ Anatolii Levitskyi, MD, Prof. in Traumatology and Orthopaedics: levytsk.a.f@gmail.com

✉ Vlasii Pylypko: vpylypko@gmail.com