

**Якімішен О. О.**, лікар-анестезіолог відділення хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0002-0634-3579>

**Цимбал О. І.**, лікар-анестезіолог відділення хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0009-0009-4287-8798>

**Бойко С. М.**, завідувач відділення реанімації № 3 хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0002-6223-1918>

**Труба Я. П.**, д-р мед. наук, лікар-кардіохірург, завідувач відділу хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0001-5214-408X>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

## Аналіз використання неінвазивної вентиляційної підтримки легень у новонароджених та дітей молодшого віку після кардіохірургічних операцій

**Резюме.** Неінвазивна вентиляційна підтримка штучної вентиляції легень (ШВЛ) у немовлят з вродженими вадами серця (ВВС) після кардіохірургічних операцій допомагає скоротити тривалість інвазивної ШВЛ, знизити кількість механічних та інфекційних ускладнень, зменшити або виключити потребу в седації.

**Мета** – проаналізувати досвід використання неінвазивної вентиляційної підтримки після хірургічної корекції ВВС у немовлят та порівняти її ефективність з інвазивною ШВЛ.

**Матеріали та методи.** У роботі проведено ретроспективний аналіз використання неінвазивної ШВЛ та її ефективності порівняно з інвазивною ШВЛ у дітей віком до 1 року після кардіохірургічних операцій з 2020 по 2022 рік у відділенні ВВС у новонароджених та дітей молодшого віку в ДУ «НІССХ ім. М. М. Амосова НАМН України». За цей період було прооперовано 134 пацієнти (діти віком до 1 місяця – 38, діти віком до 1 року – 96). В післяопераційному періоді пролонгованої ШВЛ (понад 24 год) потребували 85 дітей (55,9 %). З них неінвазивна вентиляційна підтримка використовувалась у 32 пацієнтів (37,6 %), інвазивна ШВЛ – у 53 (62,3 %) пацієнтів.

**Результати.** Пацієнти, які перебували на неінвазивній ШВЛ ( $n = 32$ ) мали меншу масу ( $p = 0,23$ ), коротший час вентиляції ( $p = 0,56$ ), як і час перебування у відділенні інтенсивної терапії ( $p = 0,61$ ), потребували меншої седації ( $p = 0,29$ ), мали нижчу летальність ( $p = 0,42$ ) порівняно з групою дітей, які отримували лише інвазивну вентиляційну підтримку ( $n = 53$ ). Проте ця різниця не була статистично достовірною. У новонароджених – 9 (28,12 %) – потреба в неінвазивній ШВЛ була більшою, ніж в інших немовлят – 8 (15,09 %), та статистично достовірною ( $p < 0,001$ ).

**Висновки.** Наше дослідження показало, що застосування неінвазивної ШВЛ може скоротити тривалість перебування у відділенні інтенсивної терапії та час перебування на вентиляції, зменшити або уникнути використання седації, а також у разі тривалого лікування запобігає легневим ускладненням (інфекційним та механічним). Але не було істотної різниці між неінвазивною та інвазивною вентиляцією легень щодо смертності.

**Ключові слова:** немовлята, вроджені вади серця, інвазивні/неінвазивна механічна вентиляція, штучна вентиляція легень, седація.

**Вступ.** За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, кожен сотий новонароджений, або близько 1 млн дітей на рік у всьому світі, народжується з вродженими вадами серця (ВВС), з яких понад 70 % потребують лікування протягом першого року життя [1].

Щороку в Україні народжується близько 5000 дітей з ВВС, з них близько 91 % немовлят мають критичну вадку серця і потребують невідкладного хірургічного втручання [2]. Із найпершої хвилини свого життя такі діти потребують високоспеціалізованої медичної допомоги. У відділенні інтенсивної терапії (ВІТ) нашого Інституту надається весь спектр доопераційної та післяопераційної допомоги таким дітям.

© 2023 The Authors. Published by Professional Edition Eastern Europe. This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Тривалість кардіохірургічних операцій, час використання апарату штучного кровообігу, різноманітні інвазивні маніпуляції та застосування препаратів донорської крові створюють ризики післяопераційних ускладнень [3]. Щоб вирішити цю проблему проведено багато досліджень, особливо щодо факторів ризику, які призводять до тривалої штучної вентиляції легень (ШВЛ), профілактичних заходів і стратегій відлучення [4]. Заходи, які регулярно застосовуються для профілактики пневмонії в дітей першого року життя в післяопераційному періоді, включають ранню активізацію пацієнта, стимуляцію кашлю, збереження прохідності верхніх дихальних шляхів, використання позитивного тиску наприкінці видиху [5]. Застосування ШВЛ у післяопераційному періоді справляє суттєвий вплив на гемодинаміку. Існує зв'язок між ШВЛ у дітей після операції на серці та підвищеним ризиком летальності, більшою тривалістю перебування у ВІТ. З усіх цих причин рекомендується раннє відлучення від апарату ШВЛ. Більшість маленьких пацієнтів можна відлучити вже через 6–24 години після кардіохірургічної операції, але деякі пацієнти потребують тривалої ШВЛ (понад 24 години) через ускладнення з боку дихальної системи, зниження серцевої функції або інфекції тощо [6].

Вентиляція легень може бути допоміжна, за наявності самостійних дихальних спроб пацієнта, проте які не забезпечують адекватного газообміну, або контрольована, яка використовується у пацієнтів, не спроможних забезпечити власні дихальні потреби. Сучасні способи проведення ШВЛ – це інвазивна (ШВЛ через ендотрахеальну або трахеостомічну трубку) та неінвазивна вентиляція (дихання через лицеву маску, назофарингеальну чи орофарингеальну трубку). Крім того, завдяки прогресу в технологіях, неінвазивна вентиляція поступово витісняє інвазивну вентиляцію у маленьких пацієнтів з відносно легким післяопераційним перебігом, що значно зменшує частоту виникнення ШВЛ-асоційованих ускладнень і робить її більш комфортною для дітей [7].

На сьогодні у клінічній практиці використання неінвазивної вентиляції рекомендовано як метод ШВЛ у немовлят, що потребують респіраторної підтримки, але без втручання в дихальні шляхи. Цей метод може проводитися на різних режимах: дворівневому тиску (BiPAP) або створенні позитивного тиску в дихальних шляхах упродовж дихального циклу (CPAP) та/або ще з додатковим фазовим (періодичним) збільшенням тиску на вдиху (SNIPPV) [8]. Фазове (періодичне) збільшення тиску в дихальних шляхах може бути синхронізованим із самостійним диханням пацієнта або асинхронним залежно від апарату неінвазивної вентиляції, що використовується. У разі неінвазивної підтримки вдається уникати або зменшити седацію, зберегти кашльовий рефлекс, покращити евакуацію

мокротиння, зменшити м'язову втому, запобігти утворенню ателектазів. Все це збільшує функціональну залишкову ємність легень, покращує газообмін, запобігає легенеvim та інфекційним ускладненням. Неінвазивна ШВЛ все частіше використовується в лікуванні гострої та хронічної дихальної недостатності, а також як перехідний етап для відлучення від інвазивної вентиляції [9].

**Мета** – проаналізувати досвід використання неінвазивної вентиляційної підтримки після хірургічної корекції вроджених вад серця у немовлят та порівняти її ефективність з інвазивною ШВЛ.

**Матеріали та методи.** Проведено ретроспективний аналіз використання неінвазивної ШВЛ та її ефективності порівняно з інвазивною ШВЛ у дітей віком до 1 року після кардіохірургічних операцій з 2020 по 2022 рік у відділенні ВВС у новонароджених та дітей молодшого віку ДУ «НІССХ ім. М. М. Амосова НАМН України». За цей період було прооперовано 134 пацієнти (діти віком до 1 місяця – 38, діти віком до 1 року – 96), середній вік становив  $5 \pm 4,5$  місяці, середня маса –  $6 \pm 3,2$  кг. У післяопераційному періоді пролонгованої ШВЛ (понад 24 год) потребували 85 дітей (55,9%), з них інвазивна ШВЛ у 53 (62,3%), а неінвазивна вентиляційна підтримка використовувалась у 32 пацієнтів (37,6%). Застосовували апарати ШВЛ: AVEA (режим Pressure SIMV, nCPAP), HAMILTON-C1 NEO, C3 (режими PSIMV+, PCV+, nCPAP, BiPAP), MEDIN nCPAP driver (режим nCPAP, SNIPPV).

Неінвазивна респіраторна підтримка була показана за наявності респіраторного дистресу або дихальної недостатності легкого або середнього ступеня тяжкості (при ясній свідомості, коли виражені ознаки дихальної недостатності, які не потребують екстреної інтубації та проведення примусової інвазивної ШВЛ) (таблиці 1, 2).

Інвазивна респіраторна підтримка була показана при важкому ступені дихальної недостатності або при середньому ступені та наявності протипоказань до неінвазивної вентиляції легень (таблиці 2, 3).

Пацієнти, які перебували на інвазивній ШВЛ, були на режимах Pressure SIMV, PCV. При вентиляційній підтримці використовували протективні стратегії ШВЛ (регулювання параметрів на основі ретельного моніторингу цільових фізіологічних параметрів, маневри рекрутменту, низький дихальний об'єм, 4–6 мл/кг маси тіла, низький інспіраторний тиск та P<sub>plat</sub>, зниження витоку дихальної суміші попри інтубаційну трубку, ультразвукова діагностика легень) [12].

**Результати та їх обговорення.** Після кардіохірургічних операцій пролонгованої ШВЛ потребували маленькі пацієнти (n = 85) віком від 3 днів до 1 року. Пацієнти чоловічої статі становили близько 64% (54 дитини). Медіана тривалості ШВЛ сягала 5,7 дня (2,0–14,0 днів). Медіана перебування у відділенні реані-

Таблиця 1

Шкала Доунса (Downes) для оцінювання тяжкості респіраторних порушень у новонароджених

№	Ознака	Оцінка в балах		
		0	1	2
1	Ціаноз	Немає	Тільки при диханні повітрям	При диханні 40 % киснем
2	Спастичні рухи, судоми	Немає	Помірні	Важкі
3	Хрипи при диханні	Немає	Чути при аускультатії	Чути на відстані
4	Крик	Дзвінкий	Глухий	Немає або ледве чутний
5	Частота дихання	Менше ніж 60	60–80	Понад 80 або періодичне апное

Примітка. Оцінка ступеня дихальної недостатності (сума балів за усіма ознаками протягом декількох годин): 4 бали – легкий ступінь, 5–6 – середньої тяжкості, 7–10 балів – важкий ступінь.

мації – 7,0 днів (4,0–20,0 днів). Потребували винятково інвазивної ШВЛ 62,3 % пацієнтів (n = 53), отримували неінвазивну ШВЛ 37,6 % пацієнтів (n = 32). Як наступний етап вентиляційної підтримки в післяопераційному періоді після інвазивної ШВЛ використовували неінвазивну вентиляцію в таких режимах: СРАР, ВІРАР, SNIPPV. Як критерії для відлучення, зменшення частоти дихання апарата ШВЛ використовували: стан свідомості, наявність спонтанного дихання, адекватну оксигенацію, стабільну гемодинаміку впродовж 12 годин

Таблиця 3

Протипоказання до неінвазивної респіраторної підтримки [11]

Абсолютні протипоказання	Відносні протипоказання
Зупинка кровообігу, гемодинамічна нестабільність	Необхідність уведення вазоактивних або інотропних засобів
Кома, значна сплутаність свідомості	Легенева інфільтрація
Порушення прохідності дихальних шляхів	Наявність ателектазів
Труднощі із забезпеченням герметичності дихальних шляхів	Плевральний випіт
Синдром внутрішньогрудного напруження (пневмоторакс)	Бронхоспазм
Парез купола діафрагми	Бронхіальна гіперсекреція
Ознаки вентиляційної недостатності важкого ступеня: $PCO_2 > 55$ мм рт. ст., $PaO_2$ , $FiO_2 < 150$	Гостра кровотеча з верхніх відділів шлунково-кишкового тракту

Таблиця 2

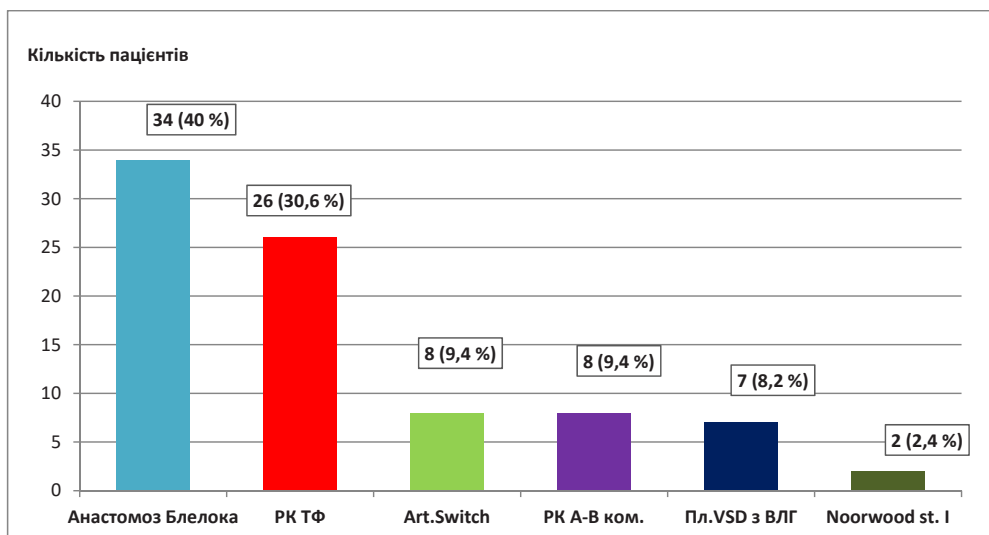
Критерії діагностики респіраторного дистресу та дихальної недостатності у немовлят [10]

Респіраторний дистрес	Дихальна недостатність
Тахіпное	Виражені порушення дихання, апное
Втягіння податливих ділянок грудної клітки	Гіпоксія ( $FiO_2 > 50$ % для підтримки $SpO_2 > 92$ %)
Стогнуце дихання (спроба створити позитивний тиск наприкінці видиху)	Гіперкапія ( $PCO_2 > 45$ мм рт. ст.)
Роздування крил носа	Респіраторний ацидоз ( $pH < 7,35$ )
Похитування головою у такт дихання	Участь допоміжних м'язів в акті дихання
Участь допоміжних м'язів в акті дихання	Пригнічення свідомості

інвазивної ШВЛ при контролі показників газів крові. Припинення ШВЛ та видалення ендотрахеальної трубки відбувалося з режиму ШВЛ PSV за умови досягнення таких параметрів: підтримка тиску на 5 см вод. ст. вище РЕЕР; РЕЕР = 5 см вод. ст.;  $FiO_2 = 0,4$ ; загальна частота дихання не перевищує вікові норми (новонароджені – 60 дих./хв, немовлята – 40 дих./хв); об'єм видиху ( $V_{exp}$ ) > 5 мл/кг. Стартові параметри при переході на неінвазивну вентиляцію відповідали останнім параметрам при інвазивній вентиляції легень.

Діти, які потребували пролонгованої ШВЛ (понад 24 год) – n = 85, були після таких кардіохірургічних втручань: накладання модифікованого анастомозу Блелока – 34 (40 %), радикальної корекції Тетради Фалло (РК ТФ) – 26 (30,6 %), операції артеріального переключення (art. Switch) – 8 (9,4 %), радикальної корекції А-В комунікації (РК А-В ком.) – 8 (9,4 %), пластики дефекту міжшлункової перегородки з високою легеневою гіпертензією (Пл. VSD з ВЛГ) – 7 (8,2 %), операції Norwood st. I – 2 (2,4 %) (рисунок 1).

Пацієнти, які перебували на неінвазивній ШВЛ (n = 32) мали меншу вагу (p = 0,23), коротший час вентиляції (p = 0,56), як і час перебування у ВІТ (p = 0,61), потребували меншої седації (p = 0,29), мали нижчу летальність (p = 0,42) порівняно з групою дітей, які отримували лише інвазивну вентиляційну підтримку (n = 53), проте ця різниця не була статистично достовірною. У новонароджених – 9 (28,12 %) – потреба в неінвазивній ШВЛ була більшою, ніж у інших немовлят – 8 (15,09 %), та статистично достовірною (p < 0,001). Це пов'язано зі специфікою ВВС, складністю хірургічного втручання, більшими метаболічними потребами та віковими особливостями механіки дихання. Ризик механічних та інфекційних ускладнень був меншим при неінвазивній ШВЛ (p < 0,001). Таким чином, інва-



**Рисунок 1.** Перелік оперативних втручань, після яких діти потребували пролонгованої ШВЛ

зивна ШВЛ підвищує ризик пошкодження дихальних шляхів, травми легень та інфекції, що збільшує час перебування в реанімації (таблиця 4).

Через гемодинамічну нестабільність, гіпоксемію, множинні ателектази, важку пневмонію, парез купола діафрагми 5 дітей були переведені з неінвазивної респіраторної підтримки повторно на інвазивну ШВЛ.

Парез купола діафрагми визначався як одностороння дисфункція діафрагми. Початкова діагностика базувалася на клінічному спостереженні під час самостійного акту дихання: асиметрична екскурсія гемітораку, аномальний характер дихання за допомогою допоміжних дихальних м'язів, втягнення черевної

стінки під час вдиху. Клінічна підозра була підтверджена ультразвуковою діагностикою та рентгеноскопією (підвищений рівень стояння діафрагми та парадоксальний її рух під час вдиху) [13].

Після кардіохірургічної операції у дітей можуть з'являтися ателектатичні ділянки в легенях, особливо крайові, які знижують функціональну залишкову ємність і збільшують легеневий шунт. Ателектатичні ділянки можуть становити до 20 % загального об'єму легень, таким чином спричиняючи гіпоксемію в післяопераційному періоді. Було помічено, що використання вентиляційної підтримки в післяопераційному періоді значно запобігає альвеолярному колапсу та забезпечує кращу оксигенацію, зменшуючи утворення ателектазів та збільшуючи функціональну залишкову ємність легень [14].

Гемодинамічні ефекти ШВЛ можна згрупувати в три клінічно значущі концепції. По-перше, спонтанна вентиляція легень – це фізичне навантаження. У пацієнтів із посиленням роботи дихання початок інвазивної вентиляційної підтримки може покращити доставку кисню, оскільки робота дихання зменшується. По-друге, зміни об'єму легень змінюють вегетативний тонус, опір легневих судин і при великих об'ємах легень стискають серце, подібно до тампонади серця. Зі збільшенням об'єму легень зростає різниця між тиском у дихальних шляхах і внутрішньогрудним тиском. Гіпервентиляція збільшує легеневий судинний опір, перешкоджаючи викиду правого шлуночка. Зменшення об'єму легень наприкінці видиху спричиняє альвеолярний колапс, що підвищує легеневий вазомоторний тонус через процес гіпоксичної вазоконстрикції. Використання маневру рекрутменту (протективні стратегії ШВЛ) допомагає відновити альвеолярну окси-

**Таблиця 4**

Клінічні критерії порівняння інвазивної та неінвазивної ШВЛ

Критерії	Інвазивна ШВЛ	Неінвазивна ШВЛ	p-value
Пацієнти	53	32	
Новонароджені (діти віком до 1 міс.)	8 (15,09 %)	9 (28,12 %)	< 0,001
Вага (кг)	7,3 ± 3,5	6,4 ± 2,7	0,23
Інфекційні ускладнення (пневмонія)	21 (39,62 %)	5 (15,62 %)	< 0,001
Механічні ускладнення (ателектази)	15 (28,30 %)	3 (9,37 %)	< 0,001
Потребували седатії	48 (90,56 %)	15 (46,87 %)	0,29
Час перебування на вентиляції (год)	240 ± 96	125 ± 72	0,56
Час перебування у ВІТ (год)	360 ± 120	168 ± 72	0,61
Летальність	2 (5,66 %)	1 (3,12 %)	0,42



генацію без надмірного розтягнення, знижує тиск у легеневій артерії. По-третє, вентиляція з позитивним тиском підвищує внутрішньогрудний тиск. Підвищення внутрішньогрудного тиску зменшує постнавантаження лівого шлуночка і збільшує серцевий викид та зменшення потреби міокарда в кисні. Однак при гіповолемічних станах це може спричинити глибоке зниження венозного повернення.

Ймовірною причиною недостатності лівого шлуночка під час відлучення від ШВЛ є збільшення постнавантаження на лівий шлуночок, спричинене фазовим зниженням внутрішньогрудного тиску з кожним спонтанним вдихом з обов'язковим збільшенням споживання кисню міокардом. Ця недостатність лівого шлуночка, пов'язана з відлученням, може бути причиною невдачі у відлученні у важкохворих пацієнтів, які перебувають на ШВЛ [15].

Використання режимів nCPAP, BiPAP, SNIPPV на апаратах AVEA, HAMILTON-C1 NEO, MEDIN nCPAP driver покращили результати лікування дітей після кардіохірургічних втручань. Особливої уваги заслуговує режим SNIPPV, який забезпечує якісну респіраторну підтримку, синхронізацію з дихальними рухами дитини. Використання різноманіття типів та розмірів девайсів (носові канюлі, носові маски) для проведення неінвазивної вентиляції дозволяє створити комфортні, зручні умови для підтримки дихання, добре переносяться немовлятами будь-якого віку та маси. Одними з найважливіших факторів успіху неінвазивної вентиляції

є добра переносимість методики пацієнтом, а також зростаючий досвід у команди ВІТ.

Седація під час вентиляційної підтримки проводилась такими препаратами: сибазон 0,5 % – 0,2–0,5 мг/кг, оксibuтират Na 20 % 20 – 100 мг/кг, кетамін 5 % 1–2 мг/кг, дексмететомідин 100 мкг/мл 0,2–1,0 мкг/кг/год, морфін 1 % – 0,1 мг/кг. Використання неінвазивної вентиляції дало змогу зменшити або уникнути седації при респіраторній підтримці дихання. Для оцінювання глибини седації користувалися шкалою Річмонда (RASS). Цільовими вважали від 0 бала за шкалою Річмонда (спокій) до – 3 балів (помірна седація) (таблиця 5).

**Висновки.** Переваги неінвазивної вентиляції:

1. Скорочення тривалості інвазивної респіраторної підтримки та часу перебування у відділенні інтенсивної терапії.
2. Мінімізація інфекційних та механічних ускладнень з боку дихальних шляхів.
3. Зменшення або виключення потреби в седації.

Неінвазивна вентиляційна підтримка є одним з ефективних методів корекції дихальної недостатності, особливо у немовлят з вродженими вадами серця. Цей метод у післяопераційному періоді може бути наступним кроком відлучення від ШВЛ за умови збереження спонтанного дихання, адекватної оксигенації та стабільної гемодинаміки.

#### Список використаних джерел

#### References

1. Vervoort D, Zheleva B, Jenkins KJ, Dearani JA. Children at the Heart of Global Cardiac Surgery: An Advocacy Stakeholder Analysis. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2021;12(1): 48-54. <https://doi.org/10.1177/2150135120955189>
2. Shargorodska YeB. [Congenital diseases of the heart among newborns: genetic aspects (literature review)]. *Journal of V. N. Karazin` KhNU.* 2019;(38):79-95. Ukrainian. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2019-38-10>
3. Sanfilippo F, Palumbo GJ, Bignami E, Pavesi M, Ranucci M, Scolletta S, et al. Acute Respiratory Distress Syndrome in the Perioperative Period of Cardiac Surgery: Predictors, Diagnosis, Prognosis, Management Options, and Future Directions. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2022;36(4):1169-1179. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.04.024>
4. Fernandez-Zamora MD, Gordillo-Brenes A, Banderas-Bravo E, Arboleda-Sánchez JA, Hinojosa-Pérez R, Aguilar-Alonso E, et al.; ARIAM Andalucía Group. Prolonged Mechanical Ventilation as a Predictor of Mortality After Cardiac Surgery. *Respir Care.* 2018;63(5):550-557. <https://doi.org/10.4187/respcare.04915>
5. Santarpino G, Bonifazi R, Albanese M, Nicoletti A, Fiore F, Nasso G, et al. Prone Positioning in Postoperative Cardiac Surgery Patients: A Narrative Review. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2022;36(8 Pt A):2636-2642. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.07.045>
6. Ciociola EC, Kumar KR, Zimmerman KO, Thompson EJ, Harward M, Sullivan LN, et al. Association between

**Таблиця 5**

*Шкала збудження-седації Річмонда (RASS)*

Бали	Стан	Опис
+4	Агресія	Хворий агресивний, становить безпосередню небезпеку для медичного персоналу
+3	Сильне збудження	Тягне або видаляє трубки і катетери або виявляє агресивну поведінку по відношенню до медичного персоналу
+2	Збудження	Часті нецілеспрямовані рухи і/або десинхронізація з апаратом ШВЛ
+1	Занепокоєння	Схвилюваний, але рухи не енергійні і не агресивні
0	Спокій	Не спить, спокійний, в свідомості
-1	Сонливість	Втрата пильності, але при вербальному контакті не закриває очі довше ніж 10 с
-2	Легка седація	При вербальному контакті закриває очі менше ніж через 10 с
-3	Середня седація	Будь-який рух (але не зоровий контакт), у відповідь на голос
-4	Глибока седація	Відсутність реакції на голос, але є якінебудь рухи на фізичну стимуляцію
-5	Відсутність реакції	Відсутність реакції на голос і фізичну стимуляцію

- preoperative respiratory support and outcomes in paediatric cardiac surgery. *Cardiol Young*. 2020;30(1):66-73. <https://doi.org/10.1017/S1047951119002786>
7. Bronicki RA, Benitz WE, Buckley JR, Yarlagadda VV, Porta NFM, Agana DO, et al. Respiratory Care for Neonates With Congenital Heart Disease. *Pediatrics*. 2022 Nov 1;150(Suppl 2):e2022056415H. <https://doi.org/10.1542/peds.2022-056415H>
  8. Shehadeh AMH. Non-invasive respiratory support for preterm infants following extubation from mechanical ventilation. A narrative review and guideline suggestion. *Pediatr Neonatol*. 2020;61(2):142-147. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.09.014>
  9. Praud JP. Long-Term Non-invasive Ventilation in Children: Current Use, Indications, and Contraindications. *Front Pediatr*. 2020 Nov 5;8:584334. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.584334>
  10. Richards AM. Pediatric Respiratory Emergencies. *Emerg Med Clin North Am*. 2016;34(1):77-96. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2015.08.006>
  11. Bello G, De Pascale G, Antonelli M. Noninvasive Ventilation. *Clin Chest Med*. 2016;37(4):711-721. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2016.07.011>
  12. Pelosi P, Ball L, Barbas CSV, Bellomo R, Burns KEA, Einav S, et al. Personalized mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2021 Jul 16;25(1):250. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03686-3>
  13. Öztürk E, Tanıdır İC, Yıldız O, Yükçü B, Ergün S, Haydın S, et al. Ultrasonographic postoperative evaluation of diaphragm function of patients with congenital heart defects. *Türk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg*. 2020;28(1):70-75. <https://doi.org/10.5606/tgkdc.dergisi.2020.18458>
  14. Pieczkoski SM, Margarites AGF, Sbruzzi G. Noninvasive Ventilation During Immediate Postoperative Period in Cardiac Surgery Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2017;32(4):301-311. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2017-0032>
  15. Mahmood SS, Pinsky MR. Heart-lung interactions during mechanical ventilation: the basics. *Ann Transl Med*. 2018 Sep;6(18):349. <https://doi.org/10.21037/atm.2018.04.29>

## Analysis of the Use of Non-Invasive Lung Ventilation Support in Newborns and Young Children after Cardiac Surgery

Olena O. Yakimishen, Olena I. Tsymbal, Serhii M. Boiko, Iaroslav P. Truba

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### Abstract

**Background.** Non-invasive ventilatory support for artificial lung ventilation (ALV) in infants with congenital heart disease after cardiac surgery helps to reduce the duration of invasive ALV, reduce the number of mechanical and infectious complications, and reduce or eliminate the need for sedation.

**The aim.** To analyze the experience of using non-invasive ventilatory support after surgical correction of congenital heart disease in infants and compare its effectiveness with invasive mechanical ventilation.

**Materials and methods.** We conducted a retrospective analysis of the use of non-invasive ALV and its effectiveness compared to invasive mechanical ventilation in children under 1 year of age after cardiac surgery from 2020 to 2022 at the Department of Cardiac Arrest in Newborns and Young Children of the National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine. During this period, 134 patients were operated on (38 children under 1 month old, 96 children under 1 year old). In the postoperative period, 85 children (55.9%) needed prolonged mechanical ventilation (more than 24 hours), of which non-invasive ventilation support was used in 32 patients (37.6%) and invasive ventilation in 53 (62.3%) patients.

**Results.** The patients on non-invasive ALV ( $n = 32$ ) had lower weight ( $p = 0.23$ ), shorter ventilation time ( $p = 0.56$ ), and the time spent at the intensive care unit ( $p = 0.61$ ), required less sedation ( $p = 0.29$ ), and had lower mortality ( $p = 0.42$ ) compared to the group of children who received only invasive ventilatory support ( $n = 53$ ), but this difference was not statistically significant. The need for non-invasive ventilation was higher in 9 (28.12%) infants than in 8 (15.09%) other infants and was statistically significant ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions.** Our study showed that the use of non-invasive ALV can shorten the length of stay at the intensive care unit and the time spent on ventilation, reduce or avoid the use of sedation, and prevent pulmonary complications (infectious and mechanical) with long-term treatment. However, there was no significant difference between non-invasive and invasive ventilation in terms of mortality.

**Keywords:** *infants, congenital heart disease, invasive mechanical ventilation, non-invasive mechanical ventilation, artificial lung ventilation, sedation.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 08.08.2023

Після доопрацювання / Revised: 20.09.2023

Прийнято до друку / Accepted: 26.09.2023