

АНАЛІЗ ЛЕГЕНЕВИХ УСКЛАДНЕНЬ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РЕЖИМІВ ШВЛ У ПАЦІЄНТІВ З ОЖИРІННЯМ ПРИ КАРДІОХІРУРГІЧНИХ ВТРУЧАННЯХ

Добровольська А. Ю.^{1,2}, Лоскутов О. А.^{1,2}

¹Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, Київ, Україна

²Державне некомерційне підприємство «Інститут серця Міністерства охорони здоров'я України», Київ, Україна

УДК 616.2-002-085.23-06:616.12-089.843:616-056.52
DOI

АНАЛІЗ ЛЕГЕНЕВИХ УСКЛАДНЕНЬ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РЕЖИМІВ ШВЛ У ПАЦІЄНТІВ З ОЖИРІННЯМ ПРИ КАРДІОХІРУРГІЧНИХ ВТРУЧАННЯХ

Добровольська А. Ю., Лоскутов О. А.

У пацієнтів з ожирінням проведення кардіохірургічних втручань супроводжується значним ризиком виникнення респіраторних ускладнень, таких як ателектази, пневмонія, загострення хронічного обструктивного захворювання легень та дихальна недостатність. Метою даного дослідження було порівняти частоту легеневих ускладнень у післяопераційному періоді в залежності від режимів штучної вентиляції легень (ШВЛ) у пацієнтів з ожирінням при кардіохірургічних втручаннях.

Матеріали та методи. У дане проспективне рандомізоване дослідження включено 60 пацієнтів з ожирінням, яким виконувалась хірургічна реваскуляризація міокарда. У групі А (n=30) ШВЛ проводилась на основі вимірювання транспульмонального тиску, у групі Б (n=30) – за показником driving pressure. У дослідженні оцінювали параметри газообміну та ризик легеневих ускладнень.

Результати. На момент проведення дослідження, в дослідних групах пацієнтів не було виявлено достовірних відмінностей щодо демографічних, антропометричних і функціональних характеристик. Також не спостерігалось достовірних відмінностей у показниках газового складу крові, тривалості операції, штучного кровообігу та методики анестезіологічного забезпечення. У післяопераційному періоді пацієнти групи з індивідуалізацією ШВЛ на основі транспульмонального тиску мали достовірно меншу частоту легеневих ускладнень (20,0% проти 63,3%; $p=0,0006$), нижчу потребу у неінвазивній вентиляції легень (16,7% проти 40,0%; $p=0,045$) та меншу частоту ателектазів (6,67% проти 26,7%; $p=0,038$). Тривалість перебування у відділенні інтенсивної терапії також була достовірно меншою у групі А ($p=0,022$), тоді як загальна тривалість госпіталізації між групами не відрізнялася ($p=0,948$).

Висновки. Результати дослідження підкреслюють доцільність індивідуалізації режимів штучної вентиляції легень з урахуванням транспульмонального тиску у пацієнтів із ожирінням під час кардіохірургії для профілактики респіраторних ускладнень і оптимізації післяопераційного відновлення.

Ключові слова: ожиріння, штучна вентиляція легень, транспульмональний тиск, кардіохірургія, легеневі ускладнення.

ANALYSIS OF PULMONARY COMPLICATIONS DEPENDING ON MECHANICAL VENTILATION MODES IN OBESE PATIENTS UNDERGOING CARDIAC SURGERY**Dobrovolska A. Yu., Loskutov O. A.**

In obese patients, cardiac surgical procedures are associated with a significant risk of respiratory complications such as atelectasis, pneumonia, exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, and respiratory failure. The aim of this study was to compare the incidence of postoperative pulmonary complications depending on the mode of mechanical ventilation in obese patients undergoing cardiac surgery.

Materials and Methods. This prospective randomized study included 60 obese patients undergoing coronary artery bypass grafting. In group A (n=30), mechanical ventilation was guided by transpulmonary pressure measurements, whereas in group B (n=30), it was guided by driving pressure. The study assessed gas exchange parameters and the risk of pulmonary complications.

Results. At baseline, there were no significant differences between the groups in demographic, anthropometric, or functional characteristics. Similarly, no statistically significant differences were observed in blood gas parameters, surgery duration, cardiopulmonary bypass time, or anesthetic technique. In the postoperative period, patients in the transpulmonary pressure-guided ventilation group had a significantly lower incidence of pulmonary complications (20.0% vs. 63.3%; $p=0.0006$), a reduced need for non-invasive ventilation (16.7% vs. 40.0%; $p=0.045$), and a lower incidence of atelectasis (6.67% vs. 26.7%; $p=0.038$). The length of stay in the intensive care unit was also significantly shorter in group A ($p=0.022$), while the overall duration of hospitalization did not differ between the groups ($p=0.948$).

Conclusions. The results highlight the importance of individualizing mechanical ventilation settings based on transpulmonary pressure in obese patients undergoing cardiac surgery to prevent respiratory complications and optimize postoperative recovery.

Key words: obesity, mechanical ventilation, transpulmonary pressure, cardiac surgery, pulmonary complications.

Актуальність та постановка проблеми. Ожиріння є глобальною проблемою охорони здоров'я, яка неухильно зростає у всьому світі та асоціюється з підвищеним ризиком розвитку серцево-судинних захворювань, ускладнень з боку дихальної системи та підвищеною післяопераційною летальністю [1; 2]. У пацієнтів з ожирінням проведення кардіохірургічних втручань супроводжується значним ризиком виникнення респіраторних ускладнень, таких як ателектази, пневмонія, загострення хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ) та дихальна недостатність [3; 4]. Одним із ключових факторів, що впливають на частоту таких ускладнень, є вибір стратегії штучної вентиляції легень (ШВЛ) [5].

Оптимізація параметрів ШВЛ у таких пацієнтів є важливою стратегією для зниження частоти ускладнень [6]. Доведено, що індивідуалізація режимів ШВЛ на основі транспульмонального тиску або керування driving pressure може сприяти покращенню легеневої механіки і зменшенню баро- та волюмотравми [7–9]. Зокрема, низка досліджень підтверджує, що моніторинг транспульмонального тиску дозволяє більш точно підбирати рівень позитивного тиску в кінці види-

ху (ПТКВ), що сприяє профілактиці ателектазів та покращенню оксигенації [10]. Водночас, контроль driving pressure розглядається як прогностичний маркер безпечної ШВЛ, що асоціюється зі зниженням ризику легеневих ускладнень у пацієнтів з гострим респіраторним дистрес-синдромом і під час проведення великих операцій [11; 12].

Однак, питання вибору оптимальної стратегії ШВЛ у пацієнтів з ожирінням, які перенесли кардіохірургічні втручання, залишається дискусійним. Враховуючи вищезазначене, проведення досліджень, спрямованих на порівняння ефективності різних режимів ШВЛ в цій когорті пацієнтів, є важливим з точки зору покращення результатів лікування та зменшення частоти післяопераційних ускладнень.

Мета та завдання. Метою даного дослідження було порівняння частоти легеневих ускладнень у післяопераційному періоді в залежності від режимів штучної вентиляції легень у пацієнтів з ожирінням при проведенні кардіохірургічних втручань.

Матеріали та методи

Дизайн дослідження. Робота виконувалася в період з 2023 по 2025 рр. та була схвалена Етичним комітетом Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика. У дане проспективне дослідження було включено 60 пацієнтів з ожирінням, які потребували хірургічної реваскуляризації міокарда у зв'язку з ішемічною хворобою серця. Схему відбору пацієнтів у дослідження наведено на (рис. 1).

До критеріїв виключення з дослідження належали: наявність кінцевих стадій захворювань внутрішніх органів (серцевої, печінкової, дихальної чи ниркової недостатності), наявність декомпенованого цукрового діабету чи важких неврологічних порушень, проведення аортокоронарного шунтування без штучного кровообігу, потреба у наявності додаткових кардіохірургічних втручань та відмова від участі в дослідженні.

Залежно від вибору методики ШВЛ під час кардіохірургічних втручань, усіх пацієнтів було розділено випадковим чином на дві групи: група А (n=30) – оптимізація ШВЛ проводилася на основі аналізу транспульмонального тиску; група Б (n=30) – оптимізація ШВЛ проводилася на основі оцінки driving pressure.



Рис. 1. Дизайн дослідження

Методики проведення ШВЛ

Дихальний об'єм у всіх пацієнтів встановлювали на основі розрахункової прогнозованої маси тіла на рівні 6 ± 2 мл/кг. Прогнозована маса тіла розраховувалася на основі формули Devine:

- для жінок: $45.5 + 0.91 * (\text{зріст[см]} - 152.4)$;
- для чоловіків: $50 + 0.91 * (\text{зріст[см]} - 152.4)$.

В обох групах штучна вентиляція легень здійснювалася в режимі за об'ємом із співвідношенням часу вдиху до часу видиху від 1:1 до 1:3. Частоту дихання встановлювали на підставі показників CO_2 за даними газового складу крові та капнографії й підтримували на рівні 12-16 дихальних рухів за хвилину.

Штучна вентиляція легень проводилася на апараті ШВЛ – Mindrey A9.

У групі А для вимірювання транспульмонального тиску, у стравоход встановлювали катетер Cooper Surgical так, щоб балон знаходився на рівні нижньої третини стравоходу. Правильність його розташування перевіряли за наявністю кардіальних осциляцій на кривій тиску в стравоході. Після встановлення зонду вимірювали тиск у стравоході в кінці видиху (EEEP), при цьому фіксували такі показники: тиск плато (Pplat), транспульмональний тиск в кінці видиху (Ptp). Транспульмональний тиск обчислювали як різницю між тиском у дихальних шляхах і тиском у стравоході:

$$\text{Транспульмональний тиск} = \text{Paw} - \text{EEEP},$$

де Paw – тиск у дихальних шляхах, EEEP – тиск у стравоході в кінці видиху.

Впродовж анестезіологічного забезпечення транспульмональний тиск підтримувався в межах 0–10 см вод. ст.

Після визначення тиску у стравоході, ПТКВ встановлювали на рівні нульового транспульмонального тиску в кінці видиху (Ptp PEEP = 0) відповідно до величини тиску у стравоході в кінці видиху (EEEP). Таким чином, значення ПТКВ дорівнювало тиску, вимірюваному в нижній третині стравоходу.

У групі Б з метою попередження баротравми під час проведення ШВЛ driving pressure підтримувався на рівні не більше 15 см вод. ст. В усіх пацієнтів групи Б штучна вентиляція легень розпочалася з ПТКВ 10 мм вод.ст., з подальшим зниженням до 8 мм вод.ст. після стернотомії то подальшого підвищення до 10 мм вод.ст. після зведення грудини.

Driving pressure обчислювався за формулою:

$$\text{Driving Pressure} = \text{Ppeak} - \text{ПТКВ},$$

де Ppeak – піковий тиск у дихальних шляхах, ПТКВ – позитивний тиск у дихальних шляхах.

Якщо driving pressure перевищував рекомендовані значення (більше 15 см вод. ст.), проводилось коригування параметрів вентиляції. Це включало зменшення дихального об'єму або коригування ПТКВ для зниження пікового тиску в дихальних шляхах і мінімізації механічного навантаження на легені.

Індукція та підтримка анестезії

Індукцію анестезії проводили внутрішньовенним введенням пропофолу у дозі 1,5 мг/кг, фракційно по 40 мг кожні 10–15 секунд. Після досягнення необхідного рівня седатії вводили фентаніл у дозі 1–1,5 мкг/кг. Для забезпечення м'язової релаксації застосовували піпекуронію бромід (0,1 мг/кг), після чого виконували інтубацію трахеї. Підтримку анестезії здійснювали інгаляційним введенням се-

вофлурану через напівзакритий контур, коригуючи концентрацію відповідно до вікового показника мінімальної альвеолярної концентрації (МАК). Цільова концентрація розраховувалася за формулою:

$$\text{МАК}_{\text{awake}} = 0,34 \times \text{МАК}_{\text{табл.}} \times 2.$$

Для анальгезії під час оперативного втручання використовували фентаніл, середня доза якого становила 8–10 мкг/кг на весь час хірургічного втручання.

Оцінка адекватності анестезіологічного забезпечення проводилася під контролем BIS-моніторингу; моніторингу параметрів газообміну та гемодинаміки.

З метою оцінки ризику виникнення післяопераційних легеневих ускладнень, в тому числі дихальної недостатності, нами застосовувалася шкала ARISCAT [13].

Лабораторні дослідження

Визначення кислотно-основного стану (КОС) та газового складу крові проводили за допомогою автоматичного аналізатора RADIOMETER ABL800 Flex. Дослідження виконували на артеріальній крові, забраній у гепаринізовані шприци, з дотриманням усіх вимог щодо попередження контакту з атмосферним повітрям кожні 30 хв. під час проведення хірургічного втручання.

Статистичний аналіз

Для порівняння середніх значень між двома групами застосовували t-критерій Стьюдента (при нормальному розподілі) або критерій Манна-Уїтні (при ненормальному розподілі). Для порівняння середніх значень між більше ніж двома показниками використовували однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA). Аналіз категоріальних даних проводили за допомогою χ^2 -критерію (критерію Пірсона) або точного критерію Фішера, (коли очікувана частота події виявлялася меншою за 5). Статистично значущими вважали значення $p < 0,05$.

Результати. Аналіз вихідних показників не виявив достовірних відмінностей між групами дослідження стосовно антропометричних та демографічних показників (табл. 1). Також між групами дослідження не фіксувалося достовірної різниці щодо частоти супутньої патології та показників ЕхоКГ (табл. 1).

Відповідно до шкали ризику легеневих ускладнень ARISCAT, пацієнти обох груп найчастіше належали до високого (ARISCAT >45 балів) та до середнього (ARISCAT 26-44 балів) ризику розвитку післяопераційних легеневих ускладнень, однак без достовірної різниці ($p=0,791$) (табл. 1).

Для оцінки дихальної функції також було проаналізовано вихідні значення кислотно-основного та газового складу крові. Так, дослідні групи не відрізнялися між собою стосовно pH ($7,32 \pm 0,07$ проти $7,33 \pm 0,08$, $p=0,684$), надлишку основ (сBase) ($-3,69$ ($-5,45; 0,70$) ммоль/л проти $-4,05$ ($-6,12; 0,22$) ммоль/л, $p=0,594$) та рівня бікарбонату (сHCO_3^-) ($20,3 \pm 2,33$ ммоль/л проти $20,8 \pm 2,09$ ммоль/л, $p=0,751$) (табл. 2).

У свою чергу показники газового складу крові також достовірно не відрізнялися між групами дослідження, а саме парціальний тиск вуглекислого газу в артеріальній крові (p_{aCO_2}) ($p=0,757$), парціальний тиск кисню в артеріальній крові ($p=0,520$), сатурація артеріальної крові ($p=0,267$) та парціальний тиск кисню у крові, при якому досягається 50% сатурація киснем (p_{50}) ($p=0,412$) (табл. 2).

Аналіз показників інтраопераційного періоду не виявив достовірних відмінностей між групами дослідження щодо тривалості штучного кровообігу ($p=0,836$),

Таблиця 1*Особливості вихідних показників у пацієнтів дослідних груп*

Показники	Група А (n=30)	Група Б (n=30)	p
Вік, роки	62,9±7,52	63,1±7,76	0,960
Стать, n (%)			
Чоловіча	25 (83,3%)	24 (80%)	0,739
Жіноча	5 (16,7%)	6 (20,0%)	
Фактична маса тіла, кг	104,1±16,2	106,9±14,3	0,488
Ідеальна маса тіла, кг	63,2±7,98	65,9±6,98	0,159
Ріст, см	170±8,90	173±7,80	0,165
ІМТ, кг/см ²	35,8±3,57	35,5±3,28	0,762
Ф.к. за NYHA,			
II	7 (23,3%)	9 (30,0%)	0,711
III	21 (70,0%)	18 (60,0%)	
IV	2 (6,70%)	3 (10,0%)	
Інфаркт міокарда в анамнезі, n (%)	3 (10,0%)	4 (13,3%)	0,688
ГПМК в анамнезі, n (%)	2 (6,67%)	4 (13,3%)	0,302
АГ, n (%)	26 (86,7%)	24 (80,0%)	0,488
ЦД, n (%)	11 (36,7%)	9 (30,0%)	0,584
ХОЗЛ, n (%)	4 (13,3%)	3 (10,0%)	0,688
Респіраторні інфекції за місяць до втручання, n (%)	20%	13,3%	0,409
Частота дихання, n	16 (14;18,75)	16 (13;18)	0,541
ФВ ЛШ, %	53,1±9,85	52,5±9,40	0,810
Тиск у ЛА, мм рт.ст.	36,3±8,95	38,4±7,42	0,482
EuroSCORE II, %	3,45±0,78%	3,78±0,96%	0,154
ARISCAT, бали			
26-44	12 (40,0%)	11 (36,7%)	0,791
>45	18 (60,0%)	19 (63,3%)	

Примітка. ІМТ – індекс маси тіла; ф.к. за NYHA – функціональний клас серцевої недостатності за за критеріями New York Heart Association, ФВ ЛШ – фракція викиду лівого шлуночка, ГПМК – гостре порушення мозкового кровообігу, АГ – артеріальна гіпертензія, ЦД – цукровий діабет, ХОЗЛ – хронічне обструктивне захворювання легень, ФВ ЛШ – фракція викиду лівого шлуночка, ЛА – легенева артерія.

тривалості перетискання аорти (p=0,196), тривалості операції (p=0,754) та тривалості самої анестезії (p=0,754) (табл. 3).

Надалі у дослідженні нами було проаналізовано частоту легеневих ускладнень серед пацієнтів дослідних груп в ранньому післяопераційному періоді, які наведені в (табл. 4).

Так, у пацієнтів групи А хоч і спостерігалася нижча потреба у реінтубації на 13,27%, однак при цьому, достовірна різниця відносно аналогічних ускладнень у пацієнтів групи Б не виявлялося (p=0,129) (табл. 4).

Таблиця 2

Вихідні значення показників кислотно-основного та газового складу артеріальної крові

Показник	Група А (n=30)	Група Б (n=30)	p
Гемоглобін, г/л	140,9±17,8	138,9±16,9	0,982
Лактат, ммоль/л	1,58±0,32	1,41±0,47	0,831
Глюкоза, ммоль/л	8,96±2,10	9,35±2,11	0,703
pH	7,32±0,07	7,33±0,08	0,684
p _a CO ₂ , мм рт. ст.	45,00 (33,00;54,5)	48,50 (34,00;56,00)	0,757
p _a O ₂ , мм рт. ст.	71,5 (65,5;87,0)	72,00 (63,0;83,5)	0,520
S _a O ₂ , %	96,4±2,04	97,1±2,35	0,267
p ₅₀ , мм рт. ст.	31,6 (24,1;34,3)	29,5 (25,4;32,2)	0,412
cBase, ммоль/л	-3,69 (-5,45;0,70)	-4,05 (-6,12;0,22)	0,594
cHCO ₃ , ммоль/л	20,3±2,33	20,8±2,09	0,751

Примітка. pH – водневий показник; p_aCO₂ – парціальний тиск кисню в артеріальній крові; p_aO₂ – парціальний тиск вуглекислого газу в артеріальній крові; S_aO₂ – сатурація артеріальної крові; p₅₀ – парціальний тиск кисню у крові, при якому досягається 50% сатурація киснем

Таблиця 3

Показники інтраопераційного періоду

Показники	Група А (n=30)	Група Б (n=30)	p
Тривалість ШК, хв	84,8±23,8	83,7±17,9	0,836
Тривалість перетискання аорти, хв	25,4±7,92	22,7±8,26	0,196
Тривалість операції, хв	169,1±40,6	168,1±27,8	0,907
Тривалість анестезії, хв	189,9±39,3	192,7±26,6	0,754
Кількість аорто-коронарних анастомозів, n	3 (2;3)	3 (2;3)	0,793

Примітка. ШК – штучний кровообіг

В той же час, у пацієнтів групи А на 23,3% (p=0,045) спостерігалася достовірно нижча потреба у неінвазивній вентиляції легень в порівнянні з пацієнтами групи Б (табл. 4).

Також, варто зазначити, що у пацієнтів групи А на 20,0% (p=0,038) спостерігалася достовірно нижча частка пацієнтів з ателектазами на рентгенограмі в порівнянні з групою Б (табл. 4).

Загалом, частка пацієнтів з легеновими ускладненнями на 43,3% (p=0,0006) виявлялася достовірно нижчою у пацієнтів групи А в порівнянні з групою Б (табл. 4).

Тривалість перебування пацієнтів у відділенні інтенсивної терапії виявлялася достовірно нижчою у пацієнтів групи А в порівнянні з пацієнтами групи Б (2 (2;3) доби проти 3 (2,25;3) доби, p=0,022) (рис. 2).

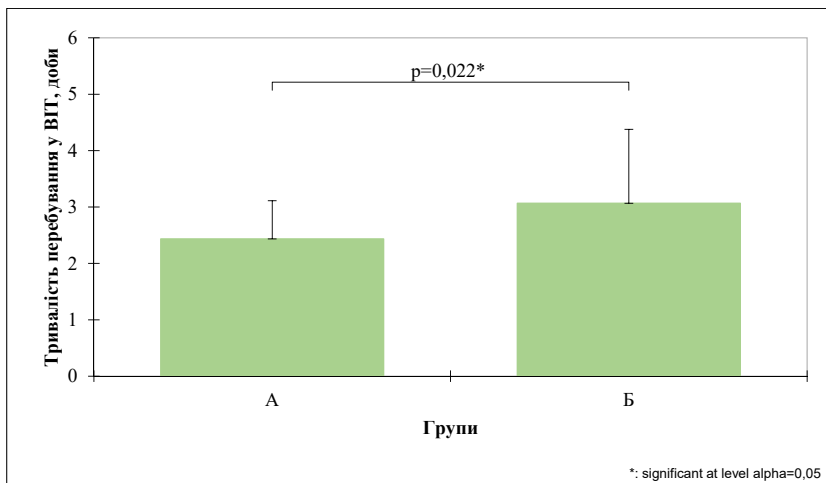
Таблиця 4*Аналіз легеневих ускладнень у пацієнтів дослідних груп*

Ускладнення, n (%)	Група А	Група Б	χ^2 тест	p
Потреба у реінтубації	2 (6,67%)	6 (20,0%)	2,308	0,129
Потреба у неінвазивній вентиляції	5 (16,7%)	12 (40,0%)	4,02	0,045
Наявність ателектазів на рентгенограмі	2 (6,67%)	8 (26,7%)	4,32	0,038
Наявність плеврального випоту	1 (3,33%)	3 (10,0%)	1,071	0,301
Пневмоторакс	1 (3,33%)	4 (13,3%)	1,964	0,161
Пневмонія	1 (3,33%)	2 (6,67%)	0,351	0,554
Загострення ХОЗЛ	1 (3,33%)	2 (6,67%)	0,351	0,554
Легеневі ускладнення	6 (20,0%)	19 (63,3%)	11,6	0,0006

Примітка. ХОЗЛ – хронічні обструктивні захворювання легень

В той же час, дослідні групи достовірно не відрізнялися між собою щодо загальної тривалості перебування у стаціонарі (12 (11;14,75) діб проти 13 (10,25; 14,75) діб, $p=0,948$) (рис. 3).

Отримані результати дослідження демонструють, що індивідуалізація параметрів штучної вентиляції легень на основі транспульмонального тиску у пацієнтів з ожирінням, які перенесли кардіохірургічні втручання, асоціюється зі статистично значущим зниженням частоти післяопераційних легеневих ускладнень порівняно з оптимізацією ШВЛ за показником driving pressure. Зокрема, у групі з моніторингом транспульмонального тиску відмічено значуще зниження частоти ателектазів та потреби у неінвазивній вентиляції легень, що підтверджує ефективність даного підходу для профілактики порушень легеневої механіки.

**Рис. 2.** Тривалість перебування у ВІТ серед пацієнтів дослідних груп, доби

Примітка. ВІТ – відділення інтенсивної терапії.

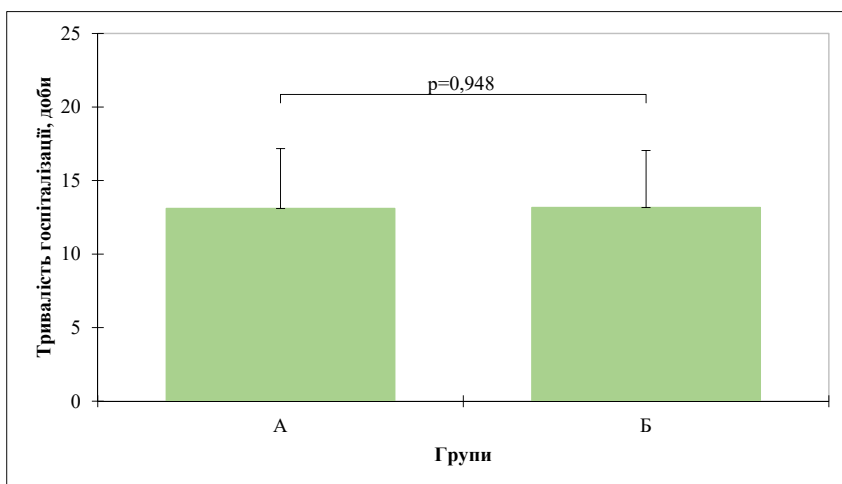


Рис. 3. Тривалість госпіталізації серед пацієнтів дослідних груп, доби

Отримані дані узгоджуються з результатами раніше опублікованих робіт. Так, Talmor та співав. [13] показали, що використання стравохідного катетера для визначення транспульмонального тиску дозволяє більш точно встановлювати рівень позитивного тиску в кінці видиху та сприяє покращенню оксигенації у пацієнтів з гострим респіраторним дистрес-синдромом.

Водночас у нашому дослідженні використання оптимізації вентиляції на основі driving pressure продемонструвало дещо гірші результати у частині профілактики ателектазів та необхідності у неінвазивній вентиляції. Це може бути пояснено тим, що хоча обмеження driving pressure і є важливим маркером безпечної вентиляції [16], проте у пацієнтів з ожирінням значний вплив має саме комплаєнс грудної клітки і абдомінального компонента, що краще враховується при оцінці транспульмонального тиску.

Крім того, результати нашого дослідження свідчать про достовірно меншу тривалість перебування у відділенні інтенсивної терапії у пацієнтів групи А порівняно з групою Б, що також відповідає даним досліджень, проведених Beitler та співавт. [17], які довели перевагу стратегії індивідуалізації ПТКВ за транспульмональним тиском для прискорення відновлення функції легень у пацієнтів високого ризику.

Водночас, незважаючи на зменшення частоти респіраторних ускладнень, загальна тривалість госпіталізації між групами не відрізнялася достовірно. Це узгоджується з даними Formenti та співавт. [18], які також не виявили значної різниці у тривалості перебування у стаціонарі при різних стратегіях ШВЛ, що пояснюється впливом численних позалежених чинників на терміни виписки пацієнтів після кардіохірургії.

Варто також відзначити, що, на відміну від інших досліджень, наше дослідження фокусувалося виключно на когорті пацієнтів з ожирінням, тоді як більшість раніше проведених робіт охоплювали змішані групи хворих або не виділяли ожиріння як окремий модифікуючий фактор. Це підкреслює унікальність отриманих

результатів та актуальність подальших досліджень, спрямованих на розробку оптимальних режимів вентиляції саме для даної категорії пацієнтів.

Водночас дослідження має певні обмеження, зокрема невелику вибірку та одномоментний одноцентровий характер, що може обмежувати екстраполяцію результатів на ширшу популяцію. Подальші багатоцентрові дослідження з більшою кількістю пацієнтів дозволять уточнити отримані результати та сформува-ти більш конкретні рекомендації для практичної анестезіології та інтенсивної терапії.

Висновки

1. Проведене дослідження показало, що оптимізація параметрів штучної вентиляції легень на основі аналізу транспульмонального тиску у пацієнтів з ожирінням під час проведення кардіохірургічних втручань асоціюється з достовірно меншою потребою використання в ранньому післяопераційному періоді неінвазивної вентиляції легень (16,7% проти 40,0%; $p=0,045$), нижчій частоті ателектазів на рентгенограмі (6,67% проти 26,7%; $p=0,038$) та нижчій загальній частоті легеневих ускладнень (20,0% проти 63,3%; $p=0,0006$) в порівнянні з ШВЛ на основі показників driving pressure.

2. Застосування моніторингу транспульмонального тиску сприяло зменшенню тривалості перебування пацієнтів у відділенні інтенсивної терапії (2 (2;3) доби проти 3 (2,25;3) доби, $p=0,022$), що свідчить про кращий перебіг післяопераційного періоду. Водночас, загальна тривалість госпіталізації достовірно не відрізнялася між групами, що може бути пов'язано з мультифакторною природою відновного періоду після кардіохірургічних втручань у пацієнтів з ожирінням.

3. Результати дослідження підкреслюють доцільність індивідуалізації режимів штучної вентиляції легень з урахуванням транспульмонального тиску у пацієнтів із ожирінням під час кардіохірургії для профілактики респіраторних ускладнень і оптимізації післяопераційного відновлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., et al. (2014 Aug 30). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis. *Lancet*. 384(9945), 766–81.
2. Lavie, C. J., Arena, R., Alpert, M. A., Milani, R. V., Ventura, H. O. (2018). Management of cardiovascular diseases in patients with obesity. *Nat Rev Cardiol*. 15(1), 45–56.
3. Pelosi, P., Croci, M., Ravagnan, I., Vicardi, P., Gattinoni, L. (1997). Respiratory system mechanics in sedated, paralyzed, morbidly obese patients. *J Appl Physiol* (1985). 82(3), 811–8.
4. Fernandez-Bustamante, A., Frendl, G., Sprung, J., Kor, D. J., Subramaniam, B., Martinez Ruiz, R., et al. (2017). Postoperative pulmonary complications, early mortality, and hospital stay following noncardiothoracic surgery: a multicenter study in a low-mortality population. *Anesthesiology*. 127(5), 889–98.
5. Serpa Neto, A., Hemmes, S. N., Barbas, C. S., Beiderlinden, M., Biehl, M., Binnekade, J. M., et al. (2016). Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *Lancet Respir Med*. 4(4), 272–80.
6. Serpa Neto, A., Hemmes, S. N., Barbas, C. S., et al. (2015). Protective versus conventional ventilation for surgery: a systematic review and individual patient data meta-analysis. *Anesthesiology*. 123(1), 66–78.
7. Becher, T., Pfeiffer, B., Serpa Neto, A., et al. (2021). Effect of driving pressure guided ventilation on mortality in ARDS patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pulm Med*. 21(1), 314.

8. Grieco, D. L., Brochard, L. (2021). Patient self-inflicted lung injury: implications for acute hypoxemic respiratory failure and ARDS patients on non-invasive support. *Minerva Anesthesiol.* 87(3), 333–42.
9. Yoshida, T., Uchiyama, A., Matsuura, N., et al. The impact of transpulmonary pressure monitoring during mechanical ventilation. *Curr Opin Crit Care.* 2019;25(1):3–10.
10. Talmor, D., Sarge T, Malhotra A, et al. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N Engl J Med.* 2008;359(20):2095–104.
11. Zhang Z, Zheng B, Liu N, et al. (2019). Driving pressure and postoperative pulmonary complications: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 123(6), 777–84.
12. Hemmes, S. N., Gama de Abreu, M., Pelosi, P., Schultz, M.J. (2014 Aug 2). PROVHILO trial investigators. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet.* 384(9942), 495–503.
13. Ülger, G., Sazak, H., Baldemir, R., Zengin, M., Kaybal, O., İncekara, F., Alagöz, A. (2022 Jul 29). The effectiveness of ARISCAT Risk Index, other scoring systems, and parameters in predicting pulmonary complications after thoracic surgery. *Medicine (Baltimore).* 101(30), e29723. doi: 10.1097/MD.00000000000029723.
14. Talmor, D., Sarge, T., Malhotra, A., O'Donnell, C. R., Ritz, R., Lisbon, A., Novack, V., Loring, S. H. (2008 Nov 13). Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N Engl J Med.* 359(20), 2095–104. doi: 10.1056/NEJMoa0708638.
15. Merola, R., Vargas, M., Battaglini, D. (2025). Revisiting Acute Respiratory Distress Syndrome ventilation management: Time for a paradigm shift focusing on tidal volume. *Respir Physiol Neurobiol.* 336, 104454. doi: 10.1016/j.resp.2025.104454.
16. Fujioka, H., Halpern, D., Gaver, D. (2025 Jul 4). Predictions of Atelectasis-Induced Micro-Volutrauma: a Key Pathway to Ventilator-Induced Lung Injury. *J Biomech Eng.* 1–24. doi: 10.1115/1.4069073.
17. Beitler, J. R., Sarge, T., Banner-Goodspeed, V. M., Gong, M. N., Cook, D., Novack, V., Loring, S. H., Talmor, D. (2019 Mar 5). EPVent-2 Study Group. Effect of Titrating Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With an Esophageal Pressure-Guided Strategy vs an Empirical High PEEP-Fio2 Strategy on Death and Days Free From Mechanical Ventilation Among Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 321(9), 846–857. doi: 10.1001/jama.2019.0555.
18. Formenti, P., Carlucci, P., Radovanovic, D., Bruno, G., Soldati, G., Tursi, F. (2025 Jun 3). Lung re-aeration assessment by ultrasound during mechanical ventilation: Current knowledge of literature review. *Multidiscip Respir Med.* 20(1), 1029. doi: 10.5826/mrm.2025.1029.

Дата надходження статті: 03.09.2025

Дата прийняття статті: 13.09.2025

Опубліковано: 22.12.2025

