

---

**Державна установа «Інститут загальної та невідкладної хірургії Національної академії медичних наук України»**

**За підтримки:**

**Харківської медичної академії післядипломної освіти**

**Харківської міської клінічної лікарні швидкої та невідкладної допомоги  
Всеукраїнської громадської організації «Всеукраїнська Асоціація працівників невідкладної медичної допомоги та медицини катастроф»**

---



**МЕДИЦИНА НЕВІДКЛАДНИХ СТАНІВ**  
**EMERGENCY MEDICINE**  
**Medicina neotložnyh sostoânij**

**Спеціалізований рецензований науково-практичний журнал**

**Заснований у серпні 2005 року**

**Періодичність виходу: 8 разів на рік**

**Том 17, № 6, 2021**

Включений в наукометричні та спеціалізовані бази даних НБУ ім. В.І. Вернадського, «Україніка наукова», «Наукова періодика України», Ulrichsweb Global Serials Directory, CrossRef, WorldCat, Google Scholar, ICMJE, SHERPA/RoMEO, BASE, NLM-catalog, NLM-Locator Plus, EBSCO, OUCI



mif-ua.com



journals.urau.ua

# МЕДИЦИНА

## НЕВІДКЛАДНИХ СТАНІВ

®

Medicina neotložnyh sostoânij

Спеціалізований рецензований  
науково-практичний журнал

Том 17, № 6, 2021

ISSN 2224-0586 (print),  
ISSN 2307-1230 (online)

Передплатний індекс 94563



Співзасновники:

ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії  
НАМН України», Заславський О.Ю.

Завідуюча редакцією **Купріненко Н.В.**

Адреси для звертань

3 питань передплати

info@mif-ua.com  
тел. +38 (067) 325-10-26

3 питань розміщення реклами та інформації  
про лікарські засоби

reclama@mif-ua.com  
office@zaslavsky.kiev.ua  
pavel89karpinskiy@gmail.com  
v\_iliyna@ukr.net

Журнал внесено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук. Наказ МОН України від 17.03.2020 р. № 409. Категорія Б

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет вченою радою ДУ «ІЗНХ НАМН України», протокол № 10 від 10.09.2021

Українською та англійською мовами

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 17278-6048ПР. Видано Державною реєстраційною службою України 27.10.2010 р.

Формат 60x84/8. Ум.-друк. арк. 10,70  
Тираж 12 000 прим. Зам. 2021-mns-116

Адреса редакції:

Україна, 04107, м. Київ, а/с 74

Тел.: +38 (057) 715-33-41.

E-mail: medredactor@i.ua

nikonov.vad@gmail.com

alexfeskov1963@gmail.com

(Тема: До редакції журналу «МНС»)

www.mif-ua.com

http://emergency.zaslavsky.com.ua

Видавець Заславський О.Ю.

Адреса для листування: а/с 74, м. Київ, 04107

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 2128 від 13.05.2005

Друк: ТОВ «Ландпрес»

Вул. Алчевських, 2, м. Харків, 61002

Головний редактор

**Ніконов В.В.**

Науковий редактор

**Бойко В.В.** (Харків, Україна)

Редакційна колегія

**Авдосьєв Ю.В.** (Харків, Україна)

**Більченко О.В.** (Харків, Україна)

**Воротинцев С.І.** (Запоріжжя, Україна)

**Георгіянц М.А.** (Харків, Україна)

**Голдовський Б.С.** (Запоріжжя, Україна)

**Долженко М.М.** (Київ, Україна)

**Зозуля І.С.** (Київ, Україна)

**Іванов Д.Д.** (Київ, Україна)

**Іванова Ю.В.** (Харків, Україна)

**Клигуненко О.М.** (Дніпро, Україна)

**Климовицький В.Г.** (Лиман, Україна)

**Кобеляцький Ю.Ю.** (Дніпро, Україна)

**Курділь Н.В.** (Київ, Україна)

**Курсов С.В.** (Харків, Україна)

**Лакно І.В.** (Харків, Україна)

**Лоскутов О.А.** (Київ, Україна)

**Михайлузов Р.М.** (Харків, Україна)

**Новицька-Усенко Л.В.** (Дніпро, Україна)

**Павлов О.О.** (Харків, Україна)

**Підгірний Я.М.** (Львів, Україна)

**Постернак Г.І.** (Рубіжне, Україна)

**Ринденко В.Г.** (Харків, Україна)

**Сушков С.В.** (Харків, Україна)

**Тарабан І.А.** (Харків, Україна)

**Федак Б.С.** (Харків, Україна)

**Феськов О.Е.** (Харків, Україна)

**Целуйко В.Й.** (Харків, Україна)

**Шейман Б.С.** (Київ, Україна)

**Черній В.І.** (Лиман, Україна)

**Мионов Л.Л.** (Мінськ, Білорусь)

**Вашадзе Шорена** (Батумі, Грузія)

**Macas Andrius** (Каунас, Литва)

**Stefan De Hert** (Гент, Бельгія)

Редакція не завжди поділяє думку автора публікації. Відповідальність за вірогідність фактів, власних імен та іншої інформації, використаної в публікації, несе автор. Передрук та інше відтворення в якій-небудь формі в цілому або частково статей, ілюстрацій або інших матеріалів дозволені тільки при попередній письмовій згоді редакції та з обов'язковим посиланням на джерело. Усі права захищені.

## Зміст

## Contents

## Сторінка редактора

## Editor's Page

Звернення головного редактора .....	5	Appeal of editor-in-chief .....	5
-------------------------------------	---	---------------------------------	---

## Науковий огляд

## Scientific Review

<i>Алексійчук О.Ю., Ткачишин В.С., Кондратюк В.Є., Арустамян О.М., Думка І.В.</i> Отруєння телуром та його сполуками у промисловості .....	6	<i>O. Yu. Aleksiihuk, V.S. Tkachishin, V. Ye. Kondratyuk, O.M. Arustamyan, I.V. Dumka</i> Poisoning from tellurium and its toxic compounds in industry .....	6
<i>Георгіяниці М.А., Корсунов В.А.</i> Лихоманка та гіперпірексія у дітей. Тактика невідкладної допомоги та сучасні можливості лікування .....	12	<i>M.A. Heorhiant, V.A. Korsunov</i> Fever and hyperpyrexia in children. Emergency care and modern treatment options.....	12
<i>Курсов С.В., Никонов В.В., Белецький А.В., Феськов А.Э., Скороплет С.Н.</i> Физиология обмена магния и применение магнeзии в интенсивной терапии (часть 2).....	17	<i>S.V. Kursov, V.V. Nikonov, O.V. Biletskyi, O.E. Feskov, S.M. Skoroplit</i> Physiology of magnesium metabolism and the use of magnesium in intensive care (part 2).....	17
<i>Криштафор Д.А., Клыгуненко О.М., Кравець О.В., Єхалов В.В., Лященко О.В.</i> Вентиляція легень у хворих із тяжкою черепно-мозковою травмою: огляд сучасних рекомендацій .....	28	<i>D.A. Krishtafor, O.M. Klygunenko, O.V. Kravets, V.V. Yekhalov, O.V. Liashchenko</i> Mechanical ventilation in patients with severe traumatic brain injury: modern guidelines review .....	28
<i>Сорокіна О.Ю., Теплова І.В., Ісак М.М.</i> Вибір методу забезпечення прохідності дихальних шляхів для тривалих терапевтичних стоматологічних втручань у дітей в умовах амбулаторної практики.....	35	<i>O. Yu. Sorokina, I.V. Teplova, M.M. Isak</i> Airway patency in children for dental therapeutic procedures in ambulatory practice .....	35
<i>Мальцева Л.А., Новицька-Усенко Л.В., Никонов В.В., Канчура Т.В.</i> Синдром острого пошкодження почек сепсис-асоційованного генеза .....	44	<i>L.A. Maltseva, L.V. Novytska-Usenko, V.V. Nykonov, T.V. Kanchura</i> Sepsis-associated acute kidney injury .....	44

## Оригінальні дослідження

## Original Researches

<i>Черній В.І., Собанська Л.О.</i> Комплексний протокол проведення штучного кровообігу при кардіохірургічних втручаннях .....	51	<i>V.I. Cherniy, L.O. Sobanska</i> Complex protocol of cardiopulmonary bypass.....	51
--	----	---	----

<i>Кузьменко Т.С., Воротинцев С.І.</i> Оцінка впливу індивідуалізованої протективної вентиляції на механічні властивості легень..... 58	<i>T.S. Kuzmenko, S.I. Vorotyntsev</i> Evaluation of the influence of individualized protective ventilation on the lung mechanical properties ..... 58
<i>Григор'єв С.В.</i> Інвазивне лікування хронічного вертебрального болювого синдрому ..... 64	<i>S.V. Grigoriev</i> Invasive treatment of chronic vertebral pain..... 64

### **Клінічний випадок**

<i>Горелкин И.И., Капуста В.Н., Буйный И.А., Бахтина Е.В., Жмыхова С.А.</i> Мультисистемный воспалительный синдром у детей, связанный с COVID-19 ..... 67
--

### **Clinical Case**

<i>I.I. Gorelkin, V.N. Kapusta, I.A. Buinyi, E.V. Bachtina, S.A. Zhmychova</i> Multisystem inflammatory syndrome in children associated with COVID-19 ..... 67
---

УДК 616-089-039.72-085.816:612.21]-07

DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.17.6.2021.242329>

Кузьменко Т.С., Воротинцев С.І.

Запорізький державний медичний університет, м. Запоріжжя, Україна

## Оцінка впливу індивідуалізованої протективної вентиляції на механічні властивості легень

**Резюме.** Робота присвячена вивченню впливу індивідуалізованої протективної вентиляційної підтримки на легеневу механіку. У дослідження увійшли 47 пацієнтів, яким під загальним знеболюванням було проведено відкрите оперативне втручання на органах черевної порожнини. Усі пацієнти мали помірний або високий ризик розвитку післяопераційних легневих ускладнень за шкалою ARISCAT. Інтраопераційно проводилася оцінка впливу індивідуалізованої протективної вентиляції на показники механіки дихання, а саме *P<sub>peak</sub>*, *P<sub>plat</sub>*, *P<sub>drive</sub>*, динамічний легневий комплаєнс. Індивідуалізована протективна респіраторна підтримка становила собою вентиляцію дихальним об'ємом 7 мл/кг ідеальної маси тіла з підбором оптимального рівня позитивного тиску в кінці видиху (ПТКВ) з урахуванням показника динамічного легеневого комплаєнсу (*C<sub>dup</sub>*) та проведенням рекрутуючого маневру (РМ) після інтубації, а далі — у разі зниження *C<sub>dup</sub>* більше ніж на 20 % із подальшим повторним підбором ПТКВ. Досліджувані параметри фіксувалися до та після проведення РМ, а також на 30, 60, 90, 120, 150, 180-й хвилинах після проведення РМ, залежно від тривалості операції. Застосування техніки розправлення альвеол призводило до покращення показників легеневої механіки, а саме підвищення динамічного легеневого комплаєнсу на 16 % та зниження *P<sub>drive</sub>* на 17 %. Інтраопераційний рівень ПТКВ у середньому становив 4 [4; 5] см вод.ст. Не було зафіксовано жодного випадку гіпоксемії чи необхідності в повторному проведенні РМ. Отримані результати вказують на те, що обрана техніка проведення рекрутуючого маневру є ефективною та безпечною, а її використання дає можливість зменшити негативний вплив штучної вентиляції легень. У дослідженні не виявлено статистично вірогідного кореляційного зв'язку між рівнем ПТКВ та значенням динамічного легеневого комплаєнсу. Такі дані доводять необхідність індивідуального підбору параметрів вентиляції відповідно до особливостей механічних властивостей кожного окремого пацієнта.

**Ключові слова:** легенева механіка; індивідуалізована протективна вентиляція

### Вступ

Штучна вентиляція легень (ШВЛ) є одним з основних компонентів анестезіологічного забезпечення при проведенні абдомінальних хірургічних втручань [1]. Однак механічна вентиляція, залишаючись нефізіологічною, негативно впливає на систему дихання та може призвести до розвитку вентиляторасоційованих пошкоджень легень (VALI), порушує роботу дихальних м'язів та недихальну функцію легень [2]. Усі дані фактори призводять до розвитку респіраторних ускладнень у післяопераційному періоді та зростання рівнів захворюваності і смертності, а також до збільшення терміну госпіталізації пацієнтів і матеріальних витрат [2, 3–6].

На сучасному етапі вважається, що проведення протективної вентиляції може дозволити зменшити негативний вплив ШВЛ та запобігти розвитку післяопераційних легневих ускладнень як у пацієнтів із гострим респіраторним дистрес-синдромом, так і у хворих зі здоровими легеньми [7, 8]. Індивідуальний підбір параметрів вентиляції є стандартом для хворих із гострим респіраторним дистрес-синдромом, проте щодо пацієнтів, які не мають порушення газообміну, дане питання залишається дискусійним [9, 10]. Прихильниками протективної стратегії зроблені припущення, що основним предиктором дихальних порушень, які пов'язані з ШВЛ, є різниця між інспіраторним тиском плато та позитивним тиском у кінці

© «Медицина невідкладних станів» / «Emergency Medicine» («Medicina neotložnyh состоànij»), 2021

© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2021

Для кореспонденції: Кузьменко Тетяна Сергіївна, PhD із медицини, асистент кафедри анестезіології та інтенсивної терапії, Запорізький державний медичний університет, пр. Маяковського, 26, м. Запоріжжя, 69035, Україна; факс: (061) 233-60-07; e-mail: [tatianakuzmenko1212@gmail.com](mailto:tatianakuzmenko1212@gmail.com); контактний тел.: +38 (068) 862-65-82.

For correspondence: Tetiana Kuzmenko, PhD, Assistant at the Department of anesthesiology and intensive care, Zaporizhzhia State Medical University, Mayakovskoho ave., 26, Zaporizhzhia, 69035, Ukraine; fax: (061) 233-60-07; e-mail: [tatianakuzmenko1212@gmail.com](mailto:tatianakuzmenko1212@gmail.com); contact phone: +38 (068) 862-65-82.

Full list of authors information is available at the end of the article.

видиху (ПТКВ), що описана як  $\Delta P$  або driving pressure [11]. Підбір оптимальних параметрів вентиляції для пацієнтів, які мають помірний або високий ризик розвитку легеневих ускладнень, є актуальним питанням та складним клінічним завданням [9, 12].

**Мета:** оцінити вплив індивідуалізованої протективної вентиляції на механічні властивості легеневої тканини в пацієнтів із помірним або високим ризиком розвитку післяопераційних легеневих ускладнень.

## Матеріали та методи

Перед початком проведення дослідження всі пацієнти підписували інформовану згоду, форма якої була ухвалена комісією з питань біоетики при Запорізькому державному медичному університеті. У групу були включені 47 пацієнтів віком від 18 років, котрим планувалося проведення відкритого оперативного втручання на органах верхнього поверху черевної порожнини. Усі пацієнти мали помірний або високий ризик розвитку післяопераційних легеневих ускладнень за шкалою ARISCAT [13]. Критеріями виключення були: вік < 18 років, вагітність, нестабільність гемодинаміки, що визначалася потребою в інотропній підтримці, наявність внутрішньочерепних уражень або пухлини головного мозку, проведення ШВЛ в анамнезі за останні два тижні, наявність в анамнезі торакальних операцій, а також захворювань легень будь-якої етіології, необхідність в інтраопераційній зміні положення, а також відмова пацієнта від участі в дослідженні з будь-яких причин.

Усім пацієнтам проводили передопераційне обстеження, що включало реєстрацію демографічних даних, антропометричне дослідження, оцінку ризику розвитку легеневих ускладнень за шкалою ARISCAT, збір скарг та анамнезу. Також проводили необхідні фізикальні, лабораторні, інструментальні дослідження, пацієнтів оглядали суміжні спеціалісти (терапевт, рентгенолог, лікар ультразвукової діагностики, за потреби — кардіолог, невропатолог, ендокринолог та гінеколог), визначали клас операційно-анестезіологічного ризику за ASA та розраховували ідеальну масу тіла (ІдМТ) за формулою Devine [14].

Загальне знеболювання всім пацієнтам здійснювалося за такою схемою: премедикація — метоклопрамід 10 мг, димедрол 10 мг, дексаметазон 4 мг, атропін 0,3–1 мг (платифілін 2 мг), фентаніл 1–1,5 мкг/кг; індукція — фентаніл 2–3 мкг/кг, тіопентал натрію 3–6 мг/кг або пропофол 2 мг/кг, міоплегія — атракуріум 0,3–0,6 мг/кг; підтримання анестезії — пропофол 4–12 мг/кг/год або севофлюран 1–4 об'ємні %, фентаніл 3–10 мкг/кг/год, атракуріум 0,2–0,4 мг/кг. У частини пацієнтів (10 хворих) була проведена комбінована анестезія (загальна + епідуральна), для подовженої епідуральної анальгезії використовували 0,25% бупівакаїн зі швидкістю введення 5 мл/год. Адекватність знеболювання визначали, орієнтуючись на значення показників артеріального тиску та частоти серцевих скорочень. Глибина анестезії та ступінь міорелаксації визначалися за допомогою BIS-моніторингу апаратом ЮМ 300 (UTAS, Україна), рівень свідомості підтримувався в межах 40–60.

Інтраопераційно проводилася протективна вентиляція апаратами Leon (Німеччина) у примусовому режимі з контролем за об'ємом. Параметри вентиляції: дихальний об'єм (ДО) 7 мл/кг ІдМТ;  $FiO_2 \geq 40\%$  для підтримання рівня сатурації ( $SpO_2$ )  $\geq 93\%$ ; співвідношення вдих/видих 1 : 2; частота дихання (ЧД) визначалася за величиною  $CO_2$  у кінці видиху ( $EtCO_2$ ) 35–37 мм рт.ст.; тиск плато ( $P_{plat}$ )  $\leq 17$  см вод.ст.; драйвовий тиск ( $P_{drive}$ )  $\leq 13$  см вод.ст., рівень ПТКВ підбирався індивідуально.

Перед проведенням оротрахеальної інтубації для збільшення часу безпечного апное проводилася денітрогенізація потоком 100% кисню 8 л/хв протягом 5 хвилин. Одразу після інтубації трахеї здійснювали маневр рекрутування альвеол (РМ), протягом оперативного втручання РМ проводили за наявності показань за такою методикою: на дихальному апараті виставляли рівень максимального тиску на вдиху ( $P_{peak}$ ) 35 см вод.ст., рівень ПТКВ 5 см вод.ст., співвідношення вдих/видих 1 : 1, ЧД > 6 вдихів за хвилину, після чого проводили покрокове збільшення ДО на 4 мл/кг ІдМТ до досягнення  $P_{plat}$  30 см вод.ст. та підтримання його на даному рівні протягом трьох вдихів, після чого повертали параметри вентиляції до вихідних значень.

Одразу після проведення РМ визначали оптимальний ПТКВ за таким принципом: у режимі вентиляції з контролем за об'ємом на респіраторі першочергово виставляли ПТКВ 0 см вод.ст., після чого кожні 30–60 секунд проводили збільшення ПТКВ на 1 см вод.ст. до досягнення найкращого рівня динамічного легеневого комплаєнсу ( $C_{dyn}$ ), такий рівень ПТКВ вважали індивідуалізованим.

Під час оперативного втручання  $C_{dyn}$  визначали кожні 30 хвилин на моніторі респіратора, при зниженні комплаєнсу більше ніж на 20 % знову проводився РМ та повторно визначався рівень ПТКВ за наведеною вище методикою.

Екстубацію проводили в положенні операційного столу з піднятим головним кінцем на 20° після санації ротової порожнини за наявності відновленої свідомості та здатності виконувати інструкції лікаря.

Показники легеневої механіки — ДО (мл),  $P_{peak}$  (см вод.ст.),  $P_{plat}$  (см вод.ст.), рівень  $C_{dyn}$  (мл/см вод.ст.) та ПТКВ (см вод.ст.) досліджували за допомогою наркозно-дихального апарату Leon (Німеччина),  $SpO_2$  (%) визначали методом пульсоксиметрії,  $EtCO_2$  (мм рт.ст.) — методом капнометрії за допомогою монітора пацієнта ЮМ 300 (UTAS, Україна). Показник  $P_{drive}$  (см вод.ст.) розраховували за формулою [15] на таких етапах: після інтубації та після проведення РМ, а також на 30, 60, 90, 120, 150, 180-й хвилинах дослідження, залежно від тривалості оперативного втручання. Інтраопераційно відстежували випадки гіпоксемії, що визначалося зниженням  $SpO_2$  нижче 92 %.

Після оперативного втручання залежно від показників зовнішнього дихання, гемодинаміки та класу за ASA пацієнти переводились або до палати хірургічного відділення, або до палати інтенсивної терапії до стабілізації їхнього стану.



Статистичну обробку отриманих даних здійснювали за допомогою пакета ліцензійних програм Statistica 13.0, TIBCO Software Inc. (ліцензія JPZ8041382130ARCN10-J) та Microsoft Excel 2013 (ліцензія 00331-10000-00001-AA404). При перевірці статистичних гіпотез нульову гіпотезу відкидали при рівні статистичної значущості ( $p < 0,05$ ). Аналіз нормальності розподілу оцінювали за критеріями Шапіро — Уїлка. Кількісні дані були наведені у вигляді середнього та  $\pm$  стандартного відхилення ( $M \pm SD$ ) при нормальному розподілі та у вигляді медіани та інтерквартильного розмаху ( $Me [Q25; Q75]$ ) при розподілі, що відрізняється від нормального для кількісних, та при оцінці порядкових якісних даних. При порівнянні даних використовували методи непараметричної статистики, а саме критерій Вілкоксона для залежних вибірок. Для визначення впливу рівня ПТКВ на показники легеневої механіки використовувався коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

## Результати та їх обговорення

Клінічна характеристика пацієнтів наведена в табл. 1.

Як видно з табл. 1, більшість хворих були похилого віку. У групі дослідження переважали пацієнти, які

мали помірний ризик розвитку респіраторних ускладнень у післяопераційному періоді, надлишкову вагу, про що свідчив показник ІМТ  $> 25$  кг/м<sup>2</sup>, та були некурцями. Кардіальна патологія була найпоширенішою серед інших супутніх патологій.

Пацієнтам були проведені різні типи відкритих оперативних втручань із приводу абдомінальної патології. Характеристика проведеного хірургічного лікування та застосованого анестезіологічного забезпечення наведена в табл. 2.

Як видно з табл. 2, більшість хворих досліджуваної групи були прооперовані на тонкому та товстому кишечнику. Середня тривалість хірургічного втручання була більше 2 годин, а тривалість механічної вентиляції — більше 4 годин. Серед видів знеболювання переважала тотальна внутрішньовенна анестезія.

У табл. 3 наведені зміни легеневої механіки на етапах дослідження.

Як видно з табл. 3, на всіх етапах дослідження не було зафіксовано жодного випадку гіпоксії. Інтраопераційний рівень ПТКВ у середньому становив 4 [4; 5] см вод.ст.

Установлено, що після проведення маневру рекрутвання альвеол та підбору оптимального позитивного тиску в кінці видиху в дихальних шляхах вірогідно підвищувався динамічний легеневий комплаєнс на 16 %

Таблиця 1. Характеристика пацієнтів

Показник	Група дослідження, n = 47
Вік, роки	62,0 [53,0; 70,0]
Стать, n (%): — чоловіки — жінки	23 24
Зріст, см	173,0 [163,0; 178,0]
Вага, кг	80,0 [68,0; 89,0]
Індекс маси тіла, кг/м <sup>2</sup>	26,4 [23,4; 31,2]
Ідеальна маса тіла, кг	66,0 [55,2; 71,4]
Оцінка за шкалою ARISCAT, бали	42,0 [34,0; 42,0]
Клас за ASA, n (%): — I — II — III	1 (2) 17 (36) 29 (62)
Паління, n (%): — Так — Ні	10 (21) 37 (79)
<i>Супутня патологія, n (%)</i>	
Кардіальна патологія: — Ішемічна хвороба серця — Артеріальна гіпертензія — Серцева недостатність — Порушення ритму (фібриляція передсердь) — Дисметаболична кардіоміопатія	20 (43) 19 (40) 20 (43) 3 (6) 2 (4)
Церебральна патологія: — Церебральний атеросклероз — Дисциркуляторна енцефалопатія	10 (21) 8 (17)
Патологія шлунково-кишкового тракту, n (%)	5 (11)
Ендокринна патологія, n (%)	4 (9)
Патологія опорно-рухового апарату, n (%)	3 (6)

та знижувався драйвовий тиск на 17 %, що свідчило про покращення легеневої механіки. Зафіксовано, що після встановлення ПТКВ тиск у дихальних шляхах вірогідно зростає, при цьому рівні  $P_{\text{peak}}$  та  $P_{\text{plat}}$  протягом усього дослідження не виходили за межі референтних значень та відповідали протективним.

Розпочинаючи з 90-ї хвилини дослідження, відмітили незначне погіршення легеневої механіки порівняно з показниками, що були зафіксовані після РМ та встановлення ПТКВ, а саме піковий тиск зріс у середньому на 2 %, тиск плато — на 4 %,  $P_{\text{drive}}$  — на 3 %,  $S_{\text{dyp}}$  зменшився в середньому на 4 %. Такі дані співвідносяться з даними інших авторів [16], які повідомляли про зниження  $S_{\text{dyp}}$  навіть при застосуванні протективної ШВЛ, проте при порівнянні з групою стандартної ШВЛ знайдено статистично вірогідну відмінність між даними показниками, індексом оксигенації та альвеолярно-артеріально-кисневим градієнтом [17].

Для оцінки впливу рівня тиску в кінці видиху на стан легеневої механіки також був проведений коре-

ляційний аналіз залежності рівня ПТКВ на значення динамічного легеневого комплаєнсу в пацієнтів досліджуваної групи (рис. 1).

З рис. 1 видно, що статистично вірогідного зв'язку між рівнем ПТКВ та значенням  $S_{\text{dyp}}$  знайдено не було ( $r = -0,17$ ,  $p > 0,05$ ). Такий результат може бути пов'язаний з індивідуальними особливостями механічних властивостей легеневої тканини, що підтверджує необхідність індивідуалізованого підходу при проведенні респіраторної підтримки та підборі позитивного тиску в кінці видиху.

Отримані в нашій роботі дані збігаються з результатами дослідження L. Nol та співавт., опублікованого у 2020 році [18]. Авторами було запропоновано проводити підбір значення позитивного тиску в кінці видиху так, щоб це дозволяло одночасно зменшувати ефекти циклічного закриття/розкриття альвеол та запобігати їх надмірному перерозтягненню. Результати даного дослідження продемонстрували, що індивідуалізована стратегія протективної вентиляції з підбором

Таблиця 2. Клінічна характеристика хірургічного лікування пацієнтів

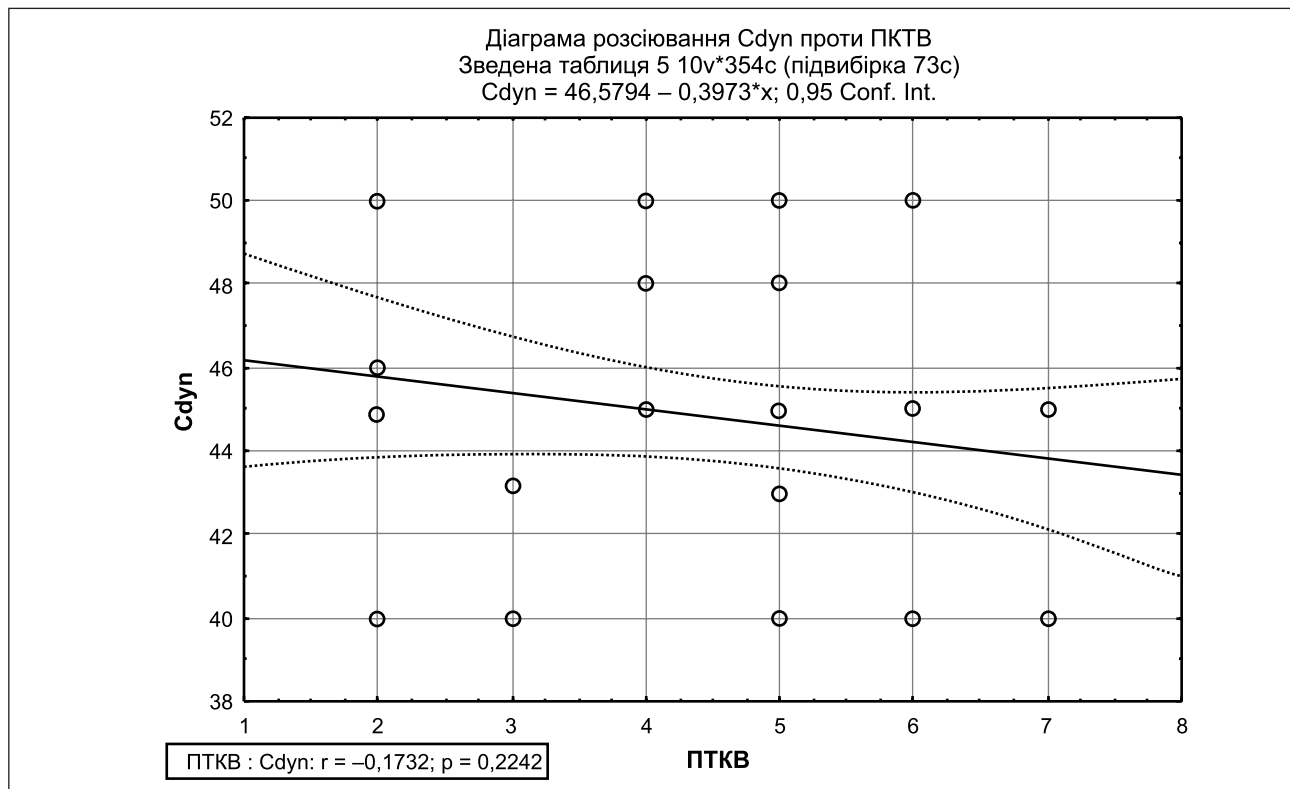
Показник	Група дослідження, n = 47
Оперативні втручання на шлунку та дванадцятипалій кишці, n (%)	9 (19)
Оперативні втручання на жовчному міхурі та жовчовивідних шляхах, n (%)	8 (17)
Оперативні втручання на тонкому та товстому кишечнику, n (%)	21 (45)
Оперативні втручання з приводу вентральних кіст, n (%)	9 (19)
Тривалість оперативного втручання, хв	137,5 [120,0; 155,0]
Тривалість штучної вентиляції легень, хв	283,0 [150,0; 355,0]
Знеболювання, n (%):	
— Тотальна внутрішньовенна анестезія	23 (49)
— Інгаляційна загальна анестезія	14 (30)
— Комбінована анестезія (загальна анестезія + епідуральне знеболювання)	10 (21)

Таблиця 3. Зміни показників легеневої механіки та газообміну на етапах дослідження

Показник, одиниці вимірювання	Етапи дослідження							
	До РМ, n = 47	Після РМ, n = 47	30 хв, n = 47	60 хв, n = 47	90 хв, n = 43	120 хв, n = 41	150 хв, n = 18	180 хв, n = 4
$P_{\text{peak}}$ , см вод.ст.	12 [12; 13]	15 [14; 16]*	15 [14; 16]*	15 [14; 16]*	15 [14; 17]*, #	16 [14; 17]*, #	15 [14; 17]*, #	14 [13; 17]
$P_{\text{plat}}$ , см вод.ст.	10 [10; 11]	13 [12; 14]*	13 [12; 14]*	13 [12; 14]*	13 [12; 14]*, #	13 [12; 14]*, #	14 [12; 15]*, #	13 [12; 15]
$P_{\text{drive}}$ , см вод.ст.	12 [12; 13]	10 [10; 11]*	10 [10; 11]*	10 [10; 11]*	11 [10; 11]*, #	11 [10; 12]*, #	11 [10; 12]*, #	10 [10; 12]
$S_{\text{dyp}}$ , мл/см вод.ст.	39 [37; 42]	45 [44; 50]*	45 [44; 50]*	45 [44; 48]*, #	45 [44; 48]*, #	45 [42; 46]*, #	44 [40; 46]*, #	45 [44; 48]*
ДО, мл	500 [450; 500]	500 [450; 500]	500 [450; 500]	500 [450; 500]	500 [450; 500]	500 [450; 500]	500 [450; 500]	500 [450; 500]
ПТКВ, см вод.ст.	—	4 [4; 5]	4 [4; 5]	4 [4; 5]	4 [4; 5]	4 [4; 5]	4 [4; 5]	4 [4; 5]
$SpO_2$ , %	99 [99; 99]	99 [99; 99]	99 [99; 99]	99 [99; 99]	99 [99; 99]	99 [99; 99]	99 [99; 99]	99 [99; 99]

Примітки: \* — вірогідність різниці значень показників вентиляції порівняно з даними до проведення РМ ( $p < 0,05$ ); # — вірогідність різниці значень показників вентиляції порівняно з даними після проведення РМ та підбору індивідуалізованого ПТКВ ( $p < 0,05$ ).





**Рисунок 1. Кореляційний аналіз залежності рівня Cdyn від рівня ПТКВ**

оптимального ПТКВ, уникаючи підвищення driving pressure або зниження легеневого комплаєнсу, краще захищає пацієнтів від розвитку респіраторних ускладнень у післяопераційному періоді, ніж та стратегія, що використовує фіксований високий рівень позитивного тиску в кінці видиху. До сьогодні лише два клінічні дослідження перевіряли дану гіпотезу [9, 19]. Дані першого дослідження, де проводилася інтраопераційна вентиляція під час великих абдомінальних втручань, показали переваги індивідуалізованого ПДКВ та РМ у вигляді зменшення кількості післяопераційних легеневих ускладнень, хоча при цьому статистично вірогідного впливу індивідуалізованої протективної ШВЛ на ризик розвитку післяопераційних легеневих ускладнень знайдено не було [9]. В іншому клінічному дослідженні також було продемонстровано зниження кількості післяопераційних легеневих ускладнень у пацієнтів після торакальних втручань з однолегеневою ШВЛ [19].

Таким чином, отримані дані свідчать про ефективність та безпечність застосованого режиму вентиляції та можливість його використання для мінімізації негативного впливу ШВЛ на легеневу механіку.

## Висновки

Індивідуалізована протективна вентиляція в пацієнтів з інтактними легенями, які мають помірний або високий ризик розвитку легеневих ускладнень у післяопераційному періоді, є безпечною методикою, що покращує інтраопераційну легеневу механіку.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

## Список літератури

1. Kor D.J., Warner D.O., Alsara A., Fernández-Pérez E.R. et al. Derivation and Diagnostic Accuracy of the Surgical Lung Injury Prediction Model. *Anesthesiology*. 2011. 115. 117-128. doi: 10.1097/ALN.0b013e31821b5839.
2. Gropper M.A. Postoperative Respiratory Muscle Dysfunction: Only the Strong Survive. *Anesthesiology*. 2013. 118. 783-784. doi: 10.1097/ALN.0b013e318288823b.
3. Smith P.R., Baig M.A., Brito V., Bader F. et al. Postoperative Pulmonary Complications after Laparotomy. *Respiration*. 2010. 80. 269-274. doi: 10.1159/000253881.
4. Nafiu O.O., Ramachandran S.K., Ackwerh R., Tremper K.K. et al. Factors associated with and consequences of unplanned postoperative intubation in elderly vascular and general surgery patients. *European journal of anaesthesiology*. 2011. 28. 220-224. doi: 10.1097/EJA.0b013e328342659c.
5. Ramachandran S.K., Nafiu O.O., Ghaferi A., Tremper K.K. et al. Independent predictors and outcomes of unanticipated early postoperative tracheal intubation after nonemergent, noncardiac surgery. *Anesthesiology*. 2011. 115. 44-53. doi: 10.1097/ALN.0b013e31821cf6de.
6. Fisher B.W., Majumdar S.R., McAlister F.A. Predicting pulmonary complications after nonthoracic surgery: a systematic review of blinded studies. *The American journal of medicine*. 2002. 112. 219-225. doi: 10.1016/s0002-9343(01)01082-8.
7. Güldner A., Kiss T., Serpa Neto A., Hemmes S.N. et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. *Anesthesiology*. 2015. 123. 692-713. doi: 10.1097/ALN.0000000000000754.
8. Serpa Neto A., Hemmes S.N., de Abreu M.G., Pelosi P. et al. PROVE Network investigators. Protocol for a systematic review and

individual patient data meta-analysis of benefit of so-called lung-protective ventilation settings in patients under general anesthesia for surgery. *Systematic Reviews*. 2014. 3. 2. doi: 10.1186/2046-4053-3-2.

9. Ferrando C., Soro M., Unzueta C., Suarez-Sipmann F. et al. Individualized Perioperative Open-lung Ventilation (iPROVE) Network. Individualised perioperative open-lung approach versus standard protective ventilation in abdominal surgery (iPROVE): a randomised controlled trial. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2018. 6. 193-203. doi: 10.1016/S2213-2600(18)30024-9.

10. Serpa Neto A., Cardoso S.O., Manetta J.A., Pereira V.G. et al. Association between use of lung-protective ventilation with lower tidal volumes and clinical outcomes among patients without acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. *JAMA*. 2012. 308. 1651-1659. doi: 10.1001/jama.2012.13730.

11. Neto A.S., Hemmes S.N., Barbas C.S., Beiderlinden M. et al. PROVE Network Investigators. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2016. 4. 272-280. doi: 10.1016/S2213-2600(16)00057-6.

12. Young C.C., Harris E.M., Vacchiano C., Bodnar S. et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *British Journal of Anaesthesia*. 2019. 123. 898-913. doi: 10.1016/j.bja.2019.08.017.

13. Miskovic A., Lumb A.B. Postoperative pulmonary complications. *British Journal of Anaesthesia*. 2017. 118. 317-334. doi: 10.1093/bja/aex002.

14. URL: <https://medicall.ru/devine> (дата звернення: 07.02.2021).

15. Aoyama H., Yamada Y., Fan E. The future of driving pressure: a primary goal for mechanical ventilation? *Journal of Intensive Care*. 2018. 6. 64. doi: 10.1186/s40560-018-0334-4.

16. Wirth S., Baur M., Spaeth J., Guttman J. et al. Intraoperative positive end-expiratory pressure evaluation using the intratidal compliance-volume profile. *British Journal of Anaesthesia*. 2015. 114. 483-490. doi: 10.1093/bja/aeu385.

17. Liu J., Meng Z., Lv R., Zhang Y. et al. Effect of intraoperative lung-protective mechanical ventilation on pulmonary oxygenation function and postoperative pulmonary complications after laparoscopic radical gastrectomy. *Brazilian Journal of Medical Biological Research*. 2019. 52. e8523. doi: 10.1590/1414-431x20198523.

18. DESIGNATION-investigators, Bulte CSE. Driving Pressure During General Anesthesia for Open Abdominal Surgery (DESIGNATION): study protocol of a randomized clinical trial. *Trials*. 2020. 21. 198. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-4075-z>

19. Park M., Ahn H.J., Kim J.A., Yang M. et al. Driving Pressure during Thoracic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *Anesthesiology*. 2019. 130. 385-393. doi: 10.1097/ALN.0000000000002600.

Отримано/Received 16.04.2021

Рецензовано/Revised 28.04.2021

Прийнято до друку/Accepted 13.05.2021 ■

#### Information about authors

T.S. Kuzmenko, MD, PhD, Assistant at the Department of anesthesiology and intensive care, Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia, Ukraine; e-mail: tatianakuzmenko1212@gmail.com; <http://orcid.org/0000-003-3038-3463>.

S.I. Vorotyntsev, MD, PhD, Head of Department of anesthesiology and intensive care, Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia, Ukraine; e-mail: vorotyntsev\_s@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-9159-6617>.

**Conflicts of interests.** Authors declare the absence of any conflicts of interests and their own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of their manuscript.

T.S. Kuzmenko, S.I. Vorotyntsev  
Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia, Ukraine

### Evaluation of the influence of individualized protective ventilation on the lung mechanical properties

**Abstract.** The work is devoted to the study of the influence of individualized protective ventilation support on pulmonary mechanics. The study included 47 patients who underwent open abdominal surgery under general anesthesia. All patients had a moderate to high risk of developing postoperative pulmonary complications by the ARISCAT scale. Intraoperatively, the impact of individualized protective ventilation on respiratory mechanics, namely Ppeak, Pplat, Pdrive, dynamic pulmonary compliance was assessed. Individualized protective respiratory support was ventilation with a tidal volume of 7 ml/kg of ideal body weight, with the selection of the optimal level of positive pressure at the end of exhalation (PEEP), focusing on dynamic pulmonary compliance and performing recruiting maneuver, and then in the case of a decrease in dynamic pulmonary compliance by more than 20 %, followed by re-selection of PEEP. The studied parameters were recorded before and after the recruiting maneuver, as well as on the 30<sup>th</sup>, 60<sup>th</sup>, 90<sup>th</sup>,

120<sup>th</sup>, 150<sup>th</sup>, 180<sup>th</sup> minutes after the recruiting maneuver, depending on the duration of the operation. The use of alveolar straightening techniques led to an improvement in pulmonary mechanics, namely, an increase in dynamic pulmonary compliance by 16 % and a decrease in Pdrive by 17 %. The intraoperative level of PEEP averaged 4 [4; 5] cm of water. No cases of hypoxemia or recurrence of recruiting maneuver were reported. The obtained results indicate that chosen technique of recruiting maneuver is effective and safe, and its use allows reducing the negative impact of mechanical ventilation. The study did not find a statistically significant correlation between the level of PEEP and the value of dynamic pulmonary compliance. Such data prove the need for individual selection of ventilation parameters according to the characteristics of the mechanical properties of each patient.

**Keywords:** respiratory mechanic; individualized protective ventilation