

Туркевич О.М.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

Періопераційна протективна штучна вентиляція легень при лапароскопічних операціях у пацієнтів з ожирінням

Резюме. *Актуальність.* Пацієнти з ожирінням є основною групою ризику для формування резорбційних ателектазів та виникнення післяопераційних легеневих ускладнень. **Мета дослідження:** дослідити ефективність та безпечність принципів протективної штучної вентиляції легень (ШВЛ) у пацієнтів з ожирінням при абдомінальних лапароскопічних операціях. На сьогодні доведено, що резорбційні ателектази формуються в 90 % пацієнтів, яким проводиться загальна анестезія з ШВЛ. На фоні підвищеного внутрішньочеревного тиску та гіповентиляції базальних відділів легень ателектазування ще більше прогресує та може призвести до суттєвих змін респіраторної механіки та гіпоксемії. Основні компоненти протективної ШВЛ включають у себе: використання невеликих дихальних об'ємів, позитивного тиску в кінці видиху (ПТКВ), вищого від фізіологічного рівня, та проведення інтраопераційного альвеолярного рекрутменту (aPM). **Матеріали та методи.** Загалом було 24 пацієнти, які були розподілені на 3 групи: контрольну (ПТКВ5) та дві основні (ПТКВ(10)/aPM + ПТКВ (10)). У 4 контрольних точках загальної анестезії досліджувались: статичний тораколегеневий комплаєнс, середній внутрішньогрудний тиск та середній артеріальний тиск. **Результати.** Проаналізувавши статичний тораколегеневий комплаєнс, найкращі результати ми спостерігали у групі, в якій проводились aPM у поєднанні з наступним підвищенням ПТКВ. Щодо середнього внутрішньогрудного тиску та середнього артеріального тиску суттєвих відмінностей та негативних змін у всіх групах пацієнтів не спостерігалось. **Висновки.** Інтраопераційне поєднання альвеолярних рекрутментів та наступного підвищеного рівня ПТКВ показує збільшення тораколегеневого комплаєнсу, що може свідчити про зменшення відсотка ателектазованої легеневої тканини. В основній групі пацієнтів не спостерігалось гемодинамічної нестабільності після проведення рекрутменту та встановлення ПТКВ. Попередньо дані методи можна вважати безпечними при лапароскопічних операціях.

Ключові слова: штучна вентиляція легень; респіраторна терапія; альвеолярний рекрутмент; лапароскопія; ожиріння

Вступ

Принципи протективної штучної вентиляції легень (ШВЛ) повсякденно застосовуються в пацієнтів, які перебувають у палатах інтенсивної терапії. Розвиток даної стратегії ШВЛ був обумовлений боротьбою з різними варіантами рестриктивної та обструктивної патології легень, в чому на сьогодні досягнуто немалих успіхів. Проте позитивний вплив протективної ШВЛ на респі-

раторні властивості легень та показники оксигенації відкривають нові можливості та перспективи її застосування в періопераційному періоді. Методи та компоненти протективної ШВЛ можуть бути особливо перспективними при лапароскопічних операціях, особливо в пацієнтів з ожирінням та коморбідною патологією легень. На сьогодні доведено, що резорбційні ателектази формуються в 90 % пацієнтів, яким проводиться загальна анестезія.

тезія з ШВЛ [5]. Ці ателектази належать до групи постопераційних легеневи́х ускладнень, які разом з іншими ускладненнями справляють доволі вагомий вплив на постопераційну захворюваність та смертність. Відповідно до клінічного дослідження 2010 року [7] близько п'яти відсотків усіх післяопераційних хірургічних пацієнтів страждають від легеневи́х ускладнень, а кожен п'ятий із даної групи помирає протягом перших 30 днів постопераційного періоду. Дослідження 2012 року [4] надає дані щодо 2–19 % пацієнтів, у яких виявлені постопераційні легеневи́ ускладнення. При лапароскопічних операціях на фоні підвищеного внутрішньочеревного тиску та гіповентиляції базальних відділів легень ателектазування ще більше прогресує та може призвести до суттєвих змін респіраторної механіки та гіпоксемії, особливо в пацієнтів із супутньою патологією.

Мета дослідження: дослідити ефективність та безпечність проведення періопераційної протективної ШВЛ у пацієнтів з ожирінням при лапароскопічних операціях.

Матеріали та методи

24 пацієнти з 2-м ступенем ожиріння (класифікація ступенів ожиріння за індексом маси тіла (ІМТ)) (American Society for Bariatric Surgery, 1997; Poirier P. et al., 2009), яким проводилась лапароскопічна холецистектомія, були розподілені на 3 групи (одна контрольна та дві основні). Критерії включення пацієнтів: чоловіки та жінки віком 18–60 років з ожирінням 2-го ступеня (ІМТ 35,0–39,9 кг/м²), відсутність тяжкої супутньої легеневої та серцево-судинної патології, яка могла б вплинути на результати дослідження. Апарат ШВЛ — LEON Heinen + Löwnstein. Положення на операційному столі — підвищені головний кінець та плечовий пояс.

Характеристика груп пацієнтів

1-ша група — контрольна (n = 8). У даній групі пацієнтів премедикація та індукція в загальну анестезію не супроводжувались попередньою 10-хвилинною масковою ШВЛ у режимі СРАР, інтраопераційна ШВЛ проводилась із такими параметрами: дихальний об'єм — 5–7 мл/кг, позитивний тиск у кінці видиху (ПТКВ) — 5–6 см H₂O, FiO₂ — 0,4;

частота дихання — 8–14/хв (залежно від показників капнографії); альвеолярний рекрутмент (aPM) не проводився.

2-га група — основна (використання ПТКВ) (n = 8). У даній групі пацієнтів премедикація та індукція в загальну анестезію супроводжувались попередньою 10-хвилинною масковою ШВЛ у режимі СРАР, інтраопераційна ШВЛ проводилась із такими параметрами: дихальний об'єм — 5–7 мл/кг, ПТКВ — 10–15 см H₂O, FiO₂ — 0,4; частота дихання — 8–14/хв (залежно від показників капнографії); альвеолярний рекрутмент не проводився.

3-тя група — основна (використання ПТКВ + aPM) (n = 8). У даній групі пацієнтів премедикація та індукція в загальну анестезію супроводжувались попередньою 10-хвилинною масковою ШВЛ у режимі СРАР, інтраопераційна ШВЛ проводилась із такими параметрами: дихальний об'єм — 5–7 мл/кг, ПТКВ — 10–15 см H₂O, FiO₂ — 0,4; частота дихання — 8–14/хв (залежно від показників капнографії); альвеолярний рекрутмент проводився на встановлених етапах оперативного втручання.

Короткий опис дослідження. Перебіг загальної анестезії був розподілений на 4 основні етапи: 1-й етап — інтубація пацієнта та початок ШВЛ; 2-й етап — накладання карбоперитонеуму (внутрішньочеревний тиск (ВЧТ) — 15 мм рт.ст.); 3-й етап — сталий карбоперитонеум (ВЧТ — 10 мм рт.ст.); 4-й етап — ліквідація карбоперитонеуму. Під час кожного з цих етапів визначалися статичний тораколегеневий комплаєнс (C.stat.), середній внутрішньогрудний тиск (p.mean) та середній артеріальний тиск. У 3-й групі на кожному етапі дослідження проводився альвеолярний рекрутмент (загалом 4 за час загальної анестезії) та після цього фіксувались досліджувані параметри.

Результати та обговорення

Було проаналізовано статичний тораколегеневий комплаєнс у всіх групах пацієнтів на різних етапах оперативного втручання. В основних групах показники статичного комплаєнсу були вищими в середньому на 20 %, ніж у контрольній групі, в якій передопераційна СРАР-терапія не проводилась. При підвищенні ВЧТ до 15 мм рт.ст. (2-й етап) найгірші показники спостерігались у контрольній групі.

Таблиця 1. Порівняння статичного комплаєнсу легень у контрольній та основних групах (мл/мм вод.ст.)

Етап	1-ша група (контрольна)	2-га група (основна: РЕЕР = 10 см вод.ст.)	3-тя група (основна: РЕЕР = 10 см вод.ст. + aPM)
1-й	51,9	65,1	64,2
2-й	38,8	40,2	47,4
3-й	45,3	46,3	53,6
4-й	54,3	60,2	63,3

Примітка: нормальні показники C.stat — 50–150 мл/мм вод.ст. (Сатішур О.Є., 2006 р.).

пі пацієнтів. Середній статичний комплаєнс був на рівні 38,8 мл/мм вод.ст. Найкращі показники комплаєнсу були в третій (основній) групі — 47,4 мл/мм вод.ст., у якій при ПТКВ на рівні 10 см вод.ст. проводився альвеолярний рекрутмент безпосередньо перед підвищенням ВЧТ.

У всіх групах пацієнтів середній внутрішньогрудний тиск (p.mean) утримувався в безпечних межах (табл. 2).

Застосування підвищеного ПТКВ та альвеолярних рекрутментів не супроводжувалось негативними змінами гемодинаміки (табл. 3).

Отримані результати клінічного дослідження свідчать про можливу ефективність застосування принципів протективної ШВЛ у пацієнтів з ожирінням при лапароскопічних операціях. Дані пацієнти є основною групою ризику для формування резорбційних ателектазів через надмірну кількість жирової тканини та підвищений внутрішньоплевральний тиск. При порівнянні з пацієнтами з нормальною вагою в пацієнтів з ожирінням вже в преопераційному періоді функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) зменшена на 20 % [2]. Подальша загальна анестезія тільки погіршує ситуацію та спричиняє зменшення ФЗЄ на 50 % після етапу індукції [1]. Накладання карбоперитонеуму таким пацієнтам провокує формування ателектазів у зв'язку з підвищенням внутрішньочеревного тиску та гіповентиляції базальних відділів легень [7].

Основні компоненти протективної ШВЛ [1] включають у себе: використання невеликих дихальних об'ємів, ПТКВ вище від фізіологічного рівня

та проведення інтраопераційного альвеолярного рекрутменту. Крім цього, важливу роль відіграють положення пацієнта на операційному столі та особливості проведення преоксигенації: рівень FiO₂ та СРАР-терапія на етапах премедикації та індукції. Дані компоненти протективної ШВЛ доволі рідко застосовуються в періопераційному періоді, а конкретні рекомендації поки що не розроблені. Найбільше запитань виникає щодо ефективності, доцільності та методики проведення інтраопераційного альвеолярного рекрутменту.

Даний метод протективної ШВЛ є доволі поширеним у щоденній практиці анестезіологів, проте рідко застосовується під час загальної анестезії. Крім того, у доступних сучасних настановах поки що немає чітких рекомендацій щодо принципів його інтраопераційного застосування [1, 10]. АРМ можна застосовувати для «відкриття» ателектазованих ділянок легень, покращання оксигенації та вентиляції під час загальної анестезії. Після його проведення повинні зростати загальний тораколегеневий комплаєнс та функціональна залишкова ємність легень.

АРМ є доволі необхідною маніпуляцією для конкретних груп пацієнтів, проте його застосування може супроводжуватись певними негативними ефектами. Підвищення внутрішньогрудного тиску знижує переднавантаження на серце та негативно впливає на серцево-судинну систему. З огляду на це наявність у пацієнта ознак гіповолемії може бути протипоказанням для проведення аРМ [1, 8]. Проте динамічний моніторинг середнього внутрішньогрудного тиску (p.mean) дає змогу завадити

Таблиця 2. Порівняння середнього внутрішньогрудного тиску (p.mean) у контрольній та основних групах (мм вод.ст.)

Етап	1-ша група (контрольна)	2-га група (основна: РЕЕР = 10 см вод.ст.)	3-тя група (основна: РЕЕР = 10 см вод.ст. + аРМ)
1-й	6,4	7,1	7,75
2-й	7,25	7,8	9
3-й	6,5	6,8	7,6
4-й	6,1	6,3	6,75

Примітка: нормальні показники p.mean при ШВЛ не вище 16–17 мм вод.ст. (Сатішур О.Є., 2006 р.).

Таблиця 3. Порівняння середнього артеріального тиску (МАР) у контрольній та основних групах (мм рт.ст.)

Етап	1-ша група (контрольна)	2-га група (основна: РЕЕР = 10 см вод.ст.)	3-тя група (основна: РЕЕР = 10 см вод.ст. + аРМ)
1-й	94	91	85
2-й	96	94	91
3-й	83	86	89
4-й	98	91	92

Примітка: нормальні показники МАР = 70–110 мм рт.ст.

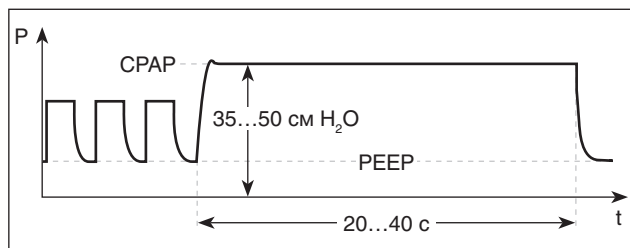


Рисунок 1. Рекрутмент-маневр
(*Anesthesiology*. — 2002. — 96. — P. 795-802)

неочікуваному зменшенню гемодинаміки пацієнта. Згідно з літературними даними, внутрішньогрудний тиск, що не перевищує 16–17 см вод.ст., не впливає на гемодинаміку пацієнта без супутніх серцево-судинних захворювань та гіповолемії [11]. Також одним із можливих ускладнень аРМ може бути легенева баротравма. Саме в цьому разі після аРМ доволі інформативним показником буде наявність чи відсутність змін статичного тораколегеневого комплаєнсу [6]. Безумовно, найкращий метод виявлення ефективності застосування аРМ та підвищеного ПТКВ є виявлення рівня парціального тиску кисню в артеріальній крові, проте даний лабораторно-інструментальний метод є інвазивним та часто малодоступним. Згідно з останніми дослідженнями [4], моніторинг статичного тораколегеневого комплаєнсу є доволі ефективним методом оцінки респіраторних властивостей легень та може відображати динаміку легеневої паренхіми під час загальної анестезії. Зменшення комплаєнсу або його незмінність вказують на «нерекрутабельність» легень пацієнта (наявність тяжких рестриктивних змін паренхіми легень). АРМ ефективний при ателектазуванні, але не при консолідації легеневої тканини. Подальше застосування аРМ у таких випадках може бути небезпечним у зв'язку з ризиком виникнення баротравми.

Щодо методик проведення аРМ існує безліч розбіжностей [2, 8]. Загалом можна виділити два основні методи його проведення: ступінчастий метод (stepwise-*RM* — *Staircase Recruitment Manoeuvre*) та метод стійкої інфляції (*sustained inflation*). Згідно з клінічними дослідженнями відвертих переваг одного з методів немає. Проте ступінчастий метод потребує складнішого респіраторного моніторингу та технічних вимог до апарату ШВЛ, крім того, займає більше часу [9]. Тому даний метод більше підходить для застосування в умовах палати інтенсивної терапії. У дослідженні, що взято за основу даної статті, аРМ проводився згідно з методикою стійкої інфляції. Суть даної методики полягає у створенні позитивного тиску в дихальних шляхах на рівні 35–40 см вод.ст. на термін 30–40 с (методика 40 × 40). Дану методику можна з легкістю використовувати під час загальної анестезії та ШВЛ в умовах операційної.

Згідно із сучасними даними, немає сумнівів у використанні ПТКВ під час загальної анестезії, особливо при лапароскопічних операціях. Проте

використання виключно ПТКВ найімовірніше має профілактичний характер. Якщо брати до уваги пацієнтів з ожирінням, яким планується проведення лапароскопічної операції при підвищеному ВЧТ, інтраопераційне застосування аРМ здатне «відкрити» ателектазовані ділянки легень, а подальший рівень ПТКВ, можливо, завдасть їх наступному спаданню.

ВИСНОВКИ

1. Інтраопераційне поєднання альвеолярних рекрутментів та наступного підвищеного рівня ПТКВ показує збільшення тораколегеневого комплаєнсу, що може свідчити про зменшення відсотка ателектазованої легеневої тканини.

2. В основній групі пацієнтів не спостерігалось гемодинамічної нестабільності після проведення рекрутменту та встановлення ПТКВ. Попередньо дані методи можна вважати безпечними при лапароскопічних операціях.

3. Інтраопераційне застосування принципів протективної ШВЛ у пацієнтів з ожирінням при лапароскопічних операціях може бути ефективним інструментом профілактики післяопераційних легеневих ускладнень.

Конфлікт інтересів. Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Guldner A., Kiss T., SerpaNeto A., Hemmes S.N., Canet J., Spieth P.M., Rocco P.R., Schultz M.J., Pelosi P., Gama de Abreu M. *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 Sep. — 123(3). — P. 692-713. doi: 10.1097/ALN.0000000000000754
2. Guldner & Marcelo Gama de Abreu. *Intraoperative protective ventilation reduces postoperative pulmonary complications* // *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. — 2015. — 50(9). — P. 524-528. DOI: 10.1055/s-0041-103880.
3. Mazo V., Sabate S., Canet J., Gallart L., de Abreu M.G., Belda J., Langeron O., Hoeft A., Pelosi P. *Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications* // *Anesthesiology*. — 2014 Aug. — 121(2). — P. 219-31. doi:10.1097/ALN.0000000000000334.
4. Ladha K., Vidal Melo M.F., McLean D.J., Wanderer J.P., Grabitz S.D., Kurth T., Eikermann M. *Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study* // *BMJ*. — 2015, Jul 14. — 351. — h3646. doi: 10.1136/bmj.h3646.
5. Canet J., Gallart L., Gomar C., Paluzie G., Vallès J., Castillo J., Sabaté S., Mazo V., Briones Z., Sanchis J. *Prediction of Postoperative Pulmonary Complications in a Populations-based Surgical Cohort* // *Anesthesiology*. — 2010 Dec. — 113(6). — P. 1338-50. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181fc6e0a.
6. Pelosi P., Gama de Abreu M., Rocco P.R. *New and conventional strategies for lung recruitment in acute respiratory di-*

stress syndrome // *Crit. Care.* — 2010. — 14(2). — P. 210. doi: 10.1186/cc8851.

7. Valenza F., Chevillard G., Fossali T., Salice V., Pizzocri M., Gattinoni L. Management of mechanical ventilation during laparoscopic surgery // *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology.* — 2010. — 24. — P. 227-41. PMID: 20608559.

8. Putensen C., Muders T., Kreyer S., Wrigge H. Alveolar ventilation and recruitment under lung protective ventilation // *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* — 2008. — 43(11/12). — P. 770-777. DOI: 10.1055/s-0028-1104617.

9. Carol Hodgson et al. A randomised controlled trial of an open lung strategy with staircase recruitment, titrated PEEP and targeted low airway pressures in patients with acute respiratory

distress syndrome // *Crit. Care.* — 2011. — 15(3). — P. 133. — Published online 2011 Jun 2. doi: 10.1186/cc10249.

10. Odenstedt H., Lindgren S., Olegerd C., Erlandsson K., Lethvall S., Aneman A., Stenqvist O., Lundin S. Slow moderate pressure recruitment maneuver minimizes negative circulatory and lung mechanic side effects: evaluation of recruitment maneuvers using electric impedance tomography // *Intensive Care Med.* — 2005 Dec. — 31(12). — P. 1706-14. Epub. 2005, Sep 22.

11. Сатишур О.Е. Механическая вентиляция легких. — М.: Медицинская литература, 2007. — 352 с.

Отримано 29.11.2018 ■

Туркевич О.М.

Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого, г. Львов, Украина

Периоперационная протективная искусственная вентиляция легких при лапароскопических операциях у пациентов с ожирением

Резюме. Актуальность. Пациенты с ожирением являются основной группой риска для формирования резорбционных ателектазов и возникновения послеоперационных легочных осложнений. **Цель исследования:** исследовать эффективность и безопасность принципов протективной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) у пациентов с ожирением при абдоминальных лапароскопических операциях. На сегодняшний день доказано, что резорбционные ателектазы формируются у 90 % пациентов, которым проводится общая анестезия с ИВЛ. На фоне повышенного внутрибрюшного давления и гиповентиляции базальных отделов легких ателектазирование еще больше прогрессирует и может привести к существенным изменениям респираторной механики и гипоксемии. Основные компоненты протективной ИВЛ включают в себя: использование небольших дыхательных объемов, положительного давления конца выдоха (ПДКВ) выше физиологического уровня и проведение интраоперационного альвеолярного рекрутмента (аРМ). **Материалы и методы.** Всего было 24 пациента, которые были разделены на 3 группы: контрольную (ПДКВ5) и две основные (ПДКВ (10)/аРМ + ПДКВ (10)). В 4 кон-

трольных точках общей анестезии исследовались: статический тораколегочный комплаенс, среднее внутригрудное давление и среднее артериальное давление. **Результаты.** Проанализировав статический тораколегочный комплаенс, лучшие результаты мы наблюдали в группе, в которой проводились аРМ в сочетании с последующим повышением ПДКВ. Относительно среднего внутригрудного давления и среднего артериального давления существенных различий и негативных изменений во всех группах пациентов не наблюдалось. **Выводы.** Интраоперационное сочетание альвеолярных рекрутментов и последующего повышенного уровня ПДКВ показывает увеличение тораколегочного комплаенса и может свидетельствовать об уменьшении процента ателектазированной легочной ткани. В основной группе пациентов не наблюдалось гемодинамической нестабильности после проведения аРМ и установки ПТКВ. Предварительно данные методы можно считать безопасными при лапароскопических операциях.

Ключевые слова: искусственная вентиляция легких; респираторная терапия; альвеолярный рекрутмент; лапароскопия; ожирение

O.M. Turkevych

Danylo Halytskyi Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Perioperative lung-protective ventilation during laparoscopic operations in obese patients

Abstract. Background. In this clinical study, main methods of lung-protective ventilation were used in patients with obesity class 2–3 during laparoscopic abdominal operations. The main purpose of the study was to determine the effectiveness of lung-protective ventilation towards resorption atelectasis. **Materials and methods.** Totally 24 patients were divided into 3 groups: 1 control group and 2 study groups. Patients from group 1 were ventilated without using high positive end-expiratory pressure (PEEP) levels and recruitment maneuvers (RMs). High levels of PEEP (10–15 cm H₂O) were used for patients in group 2; RMs plus high PEEP levels were used in group 3. Static lung compliance, middle intrathoracic pressure and average arterial blood pressure were measured in four control points of general anesthesia: control point 1 — after the intubation, control point 2 — after raising the intraabdominal pressure to 15 mmHg,

control point 3 — after decreasing intraabdominal pressure to 10 mmHg and control point 4 — after normalizing the level of intraabdominal pressure. RMs were performed using sustained inflation method (40 × 40), after each control point. **Results.** The best results were obtained in group 3 of patients (RMs + PEEP), in which static lung compliance was significantly higher than in other groups. **Conclusions.** An intraoperative combination of alveolar recruitment and elevated PEEP level leads to improvement of static lung compliance, which may indicate a decrease in the percentage of atelectatic pulmonary tissue. Hemodynamic instability was not observed after the recruitment and PEEP. Previously, these methods can be considered to be safe during laparoscopic operations.

Keywords: artificial ventilation; respiratory therapy; alveolar recruitment, laparoscopy; obesity