

МІНІМАЛЬНИЙ ГАЗОТОК, ЙОГО МІСЦЕ В ПЕРІОПЕРАЦІЙНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ ОПЕРАТИВНИХ ВТРУЧАНЬ У ПАЦІЄНТІВ З ГРИЖЕЮ СТРАВОХІДНОГО ОТВОРУ ДІАФРАГМИ

А. І. Денисенко, В. І. Черній

Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, м. Київ, Україна

Резюме

Актуальним є вивчення періопераційного використання мінімального газотоку (minimal flow) при інгаляційній анестезії у пацієнтів при лапароскопічних хірургічних втручаннях, зокрема у зв'язку з грижею стравохідного отвору діафрагми (ГСОД).

Мета дослідження. Вивчити можливості використання мінімально потокової анестезії севофлураном та оцінити його місце в періопераційному менеджменті пацієнтів ГСОД.

Матеріал і методи. Дослідження проспективне, не рандомізоване: 128 пацієнтів з ГСОД, яким проводились лапароскопічні крурорафії з фундоплікацією по Ніссену під загальним знеболенням севофлураном з низьким та мінімальним газотоком. Вік 33-78 років, функціональний клас за ASA II-III. (ч.-67, ж-61).). В групі I (n=66) використовувалась низько потокова анестезія з газотоком 1,0 л/хв., в групі II (n=62) – з мінімальним газотоком ($\leq 0,5$ л/хв.). Усім пацієнтам проводився персоніфікований періопераційний енергомоніторинг з використанням непрямой калориметрії.

Результати. Вихідні показники метаболізму були без порушення і значно перевищували базальний метаболізм. Анестезія у групі I, з газотоком 1 л/хв., була більш стабільною, керованою та прогнозованою. У групі II з газотоком $\leq 0,5$ л/хв., на етапі крурорафії та фундоплікації, спостерігалось зниження градієнта $\text{FiO}_2\text{--FeO}_2$ до 4,4% та порушення метаболізму – 27,2%, що у 14 (22,6%) пацієнтів потребувало переходу на низько потоковий режим вентиляції з газотоком 1 л/хв.

Висновки. Персоніфікований періопераційний енергомоніторинг робить більш безпечним проведення інгаляційної анестезії з газотоком $\leq 0,5$ л/хв. у пацієнтів з ГСОД.

Ключові слова: грижа стравохідного отвору діафрагми, періопераційний енергомоніторинг.

ВСТУП

Грижа стравохідного отвору діафрагми (ГСОД) – хронічне рецидивуюче захворювання, яке виникає зі зміщенням в грудну порожнину через стравохідний отвір діафрагми абдомінального відділу стравоходу, кардії, верхнього відділу шлунку, рідше, петель кишечника. Згідно клінічних рекомендацій EAES (European Association of Endoscopic Surgery) 2014 р., ГСОД зустрічаються у 80-90% хворих з гастроєзофагеальною рефлюксною хворобою [1]. Хворим із ГСОД показано оперативне лікування, «золотим стандартом» якого є лапароскопічна крурорафія та фундоплікація по Ніссену, нерідко з застосуванням сітчастих

імплантатів [1-3]. У більшості пацієнтів з ГСОД, показання до хірургічного лікування виникають через появу супутніх симптомів, які можуть призвести до серйозних ускладнень або, навіть, летального результату (задишка, аспірація, рецидивна анемія, підвищений ризик механічних ускладнень – заворот і защемлення шлунку) [4]. Загальна анестезія з ендотрахеальною інтубацією та керованою вентиляцією легенів найбільше відповідає загальним вимогам, закладеним в основних принципах ERAS (Enhanced Recovery After Surgery – прискорене відновлення після операції), а саме: безпека пацієнта, малоінвазивне хірургічне втручання, рання активізація пацієнта, оптимальна післяопераційна аналгезія, мінімізація

післяопераційних ускладнень, тому вона і показана при лапароскопічних антирефлюксних операціях [5]. Останніми роками стала очевидною перевага інгалаційних методів анестезії, які позбавлені некеруваності глибини наркозу та депресивного впливу на системи життєзабезпечення. Крім того, інгалаційні анестетики інертні, менш токсичні, достатньо ефективні, оптимально керовані, мають кардіопротективний ефект та екологічно безпечні [6,7]. Інгалаційна анестезія в сучасній медицині зробила суттєвий крок вперед, що було пов'язано як з появою нових інгалаційних анестетиків (ізофлуран, севофлуран, ксенон), так і впровадженням нових анестезіологічних технологій: «Low flow anesthesia» з низьким газотоком (Fresh Gas Flow, FGF = 0,5-1,0л/хв.) та «Minimal flow anesthesia», з мінімальним газотоком ($FGF \leq 0,5$ л/хв.), при яких використовуються наркозно-дихальні апарати зі спеціальними реверсними дихальними контурами та абсорберами, які поглинають вуглекислий газ, та видаляють з дихального контура [8,9].

Повторне використання газів, що видихує пацієнт, з одного боку, дозволяє економити анестетик високої вартості та зменшувати вплив на екологічний стан в операційній та, загалом, в природі (галогенвмісні анестетики вважаються шкідливими для атмосфери), з іншого боку — реверсія газів може призвести до небезпечних ускладнень, що вимагає ретельного моніторингу під час проведення анестезії з низьким газотоком. Теоретично, чим менший потік свіжого газу застосовується, тим менше витрати анестетика. Однак, існують обмеження щодо зниження потоку свіжої суміші, яка подається до пацієнта. Вважається, що для попередження дефіциту дихального об'єму, потік свіжого газу повинен бути не менше ніж кількість кисню, що використовується пацієнтом для базальних метаболічних потреб. Відповідно до формули S. Brody (1945), величина споживання кисню (VO_2) розраховується за формулою VO_2 (мл/хв) = $10 \times MT^{3/4}$, де MT — маса тіла (кг). Пізніше M. Kleiber (1961) запропонував використовувати цю формулу у спрощеному вигляді: VO_2 (мл/хв) = $MT \times 4$. Але треба розуміти, що VO_2 залежить і від інших чинників — температури тіла, волемічного статусу, глибини анестезії, операційної травми і т.п. Вважаємо, що споживання кисню повинно бути достатнім і відповідати реальному метаболізму, а не базальному (Basal Metabolic Rate, BMR), який представляє собою необхідну кількість енергії, яка повинна підтримувати не активні на даний момент тканини організму для збереження їх можливості до негайного та не обмеженого функціонування. Він розраховується як необхідна кількість кілокалорій на добу для кожної конкретної людини, як рівень належного індивідуального метаболізму в стані фізіологічного спокою та нормальної температури тіла, тобто, як та кількість енергії, яка необхідна для підтримки самих основних функцій організму в стані

спокою, в не стресовому навколишньому середовищі, без урахування енергії, яка витрачається на рухову активність, перетравлення їжі, хірургічну та анестезіологічну агресію, тощо [10]. Тому, вважаємо, що при потоці свіжої газової суміші в дихальний контур, близькому до 0,5л/хв. важливо не допустити виникнення енергокисневого дефіциту, порушення метаболізму, виникнення метаболічного ацидозу, особливо при вихідному гіпометаболізмі [11], гіперметаболізмі [12] травматичних, тривалих лапароскопічних втручання, ризиках гіперкапнії внаслідок резорбції вуглекислого газу (CO_2) на фоні високого інтраабдомінального тиску та великої площі резорбції CO_2 [13-14].

Враховуючи вище вказане, анестезіологічне забезпечення з використання інгалаційної анестезії з мінімальним газотоком у пацієнтів, при лапароскопічних хірургічних втручаннях, зокрема з грижею стравохідного отвору діафрагми, потребують досконалого вивчення безпеки її використання.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Вивчити періопераційні можливості використання minimal flow anesthesia з використанням інгалаційного анестетика севофлюрана у пацієнтів з ГСОД.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Дослідження виконане на базі хірургічного центру Державної наукової установи «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами м. Київ, відповідно до стандартів належної клінічної практики (Good Clinical Practice) і принципів Гельсінської декларації, використовуючи лабораторно-технічні можливості установи. Усі пацієнти давали усну та письмову добровільну інформовану згоду на проведення обстеження, аналізів, лікування, виконання операції, знеболення та обробку отриманих даних. Дозвіл на проведення дослідження та протокол дослідження був схвалений комісією з питань біоетики установи.

Дослідження було проспективним не рандомізованим. У групу дослідження увійшли 128 пацієнтів з ГСОД, яким проводились лапароскопічні крурорафії з фундоплікацією по Ніссену. Вік хворих складав 33-78 років, функціональний клас за ASA — II-III. 67 (52,3%) чоловіків та 61 (47,7%) жінок. У 43 (33,6%) пацієнтів були супутні захворювання (переважно серця, судин та шлунково-кишкового тракту). У 21 (16,4%) пацієнтів, у процесі передопераційного обстеження, були виявлені супутні захворювання, які потребували додаткового хірургічного лікування. Так, у 14 (10,9%) пацієнтів, додатково була виконана лапароскопічна холецистектомія, у 7 (5,5%) — протезуюча герніопластика з приводу пупкової і пахової киля. Середня тривалість операції 167,5хв. Безпосередньо

перед операцією внутрішньовенно вводили цефтріаксон 2 г, фентаніл 0,1 мг. Крім того, внутрішньовенно крапельно здійснювали інфузію 1000 мг розчину парацетамолу. З метою запобігання нудоти та блювоти в ранньому післяопераційному періоді, перед оперативним втручанням призначали селективний антагоніст 5HT₂ серотонінових рецепторів ондансетрон в загальній дозі 8 мг. Оперативне втручання проводилися під загальним знеболюванням з використанням інгаляційного анестетика севофлюрану та наркотичного анальгетика фентанілу (дозовано 3–5 мкг/кг/год) в умовах штучної вентиляції легень наркозно-дихальним апаратом Dräger Fabius Tiro (Dräger, Germany) згідно «Міжнародних стандартів безпечної анестезіологічної практики» WFSA (World Federation Of Societies of Anesthesiologists, 2010). В групі I (n=66) використовувалась low flow anesthesia (FGF = 1,0 л/хв.), в групі II (n=62) – minimal flow anesthesia (FGF ≤ 0,5 л/хв.). Індукцію наркозу здійснювали пропофолом з розрахунку 1,5–2,5 мкг/кг. В якості м'язового релаксantu використовувався атракуріуму бевісат в загальноприйнятих дозах. Під час штучної вентиляції легень, дихальний об'єм (Tidal volume, TV) підтримувався на рівні 6–8 мл/кг ідеальної маси тіла (IMT). FiO₂ = 60%. Частота дихання коливалась у межах 12–18 дих/хв., що сумісно з TV, підтримувало цільові значення парціального тиску газової суміші на видиху (PetCO₂) в межах 35–37 мм рт. ст. У випадку появи та зростання гіперкапнії, додатково використовувалися позитивний тиск в кінці видиху та зміна співвідношення вдих/видих із 2:1 на 1:1. Протягом оперативного втручання, інтраабдомінальний тиск складав ≤ 16 мм рт.ст. За 20 хвилин до пробудження внутрішньовенно вводили 50 мг декскетпрофену і далі, після закінчення операції, в тій же дозі через 8 годин. Моніторинг температури тіла, показників вентиляції легень, газового складу дихальної суміші, середнього артеріального тиску (Mean Blood Pressure, MBP), нервово-м'язової провідності та глибини наркозу виконували вбудованим монітором наркозно-дихального апарату та біомонітором Infinity Delta (Dräger, Germany). Серцевий індекс (Cardiac Index, CI,) контролювали безперервним розрахунковим методом esCCO біомонітором «Life Score «PVM – 2701, NIHON KONDEN (Japan, Europe GmbH). Показники кисневого режиму та періопераційного енергомоніторингу визначали за комп'ютерним алгоритмом на спеціальному пристрої під «Android 5», використовуючи біомонітор Infinity Delta та дихальний контур наркозно-дихального апарату. Під час визначення вихідних значень перед оперативним втручанням, додатково використовувалася герметична лицева маска сумісно з дихальним контуром наркозно-дихального апарату. При цьому визначалися доставка кисню (Oxygen Delivery, DO₂), споживання кисню (Oxygen Uptake, VO₂), коефіцієнт екстракції кисню (Oxygen Extraction Ratio, O₂ER)

та дихальний коефіцієнт (Respiratory quotient, RQ, відношення видаленого вуглекислого газу до спожитого кисню). Газовий склад та кислотно-лужний стан крові визначали аналізатором Cobas b 221 (Roche Diagnostics GmbH, Germany, Austria). Усім пацієнтам, сумісно із загально прийнятим періопераційним моніторингом, додатково проводився персоніфікований періопераційний енергомоніторинг з використанням непрямой калориметрії та визначенням поточного метаболізму (Metabolic Rate, MR, кал×хв⁻¹×м⁻²), базального метаболізму (Basal Metabolic Rate, BMR, кал×хв⁻¹×м⁻²), цільового метаболізму (Target Metabolic Rate, TMR, кал×хв⁻¹×м⁻²) та тяжкості порушення метаболізму (Metabolic Disorders, MD, %) [12]. Основним напрямком періопераційної інтенсивної терапії, в обох групах була корекція метаболізму за рахунок оптимізації показників вентиляції, газообміну, гемодинаміки, кислотно-лужного стану крові та використання глюкокортикоїдів, з урахуванням динаміки змін метаболізму та визначення цільових його значень, тяжкості їх порушень в режимі реального часу. З моменту зворотного положення Тренделенбурга, накладання пневмоперитонеума, початку оперативного втручання і до завершення основного етапу оперативного втручання (крурорафія і фундоплікація), у хворих посилювалась інфузійна терапія збалансованими солевими розчинами та в/в крапельно вводилося 125–250 мг преднізолону (солу-медролу) під контролем поточного, цільового метаболізму, з наступним визначенням та оцінкою рівня метаболічних порушень (MD). У випадках зниження MR та росту TMR відносно вихідних значень, особливо при значеннях поточного метаболізму, близьких до базального рівня та нижче, додатково вводився в/в гідрокортизон (солу-кортеф) 125–250 мг. У групі II, при відсутності ефекту вище вказаної періопераційної корекції порушень метаболізму, додатково, підвищували FGF > 0,5 л/хв. до 1 л/хв, не змінюючи базову корекцію.

Етапи дослідження включали в себе вихідні дані перед операцією – 1-й етап, індукція в наркоз – 2-й етап, зворотне положення Тренделенбурга тіла пацієнта на операційному столі, пневмоперитонеум та початок операції – 3-й етап, крурорафія і фундоплікація – 4-й етап, відновлення горизонтального положення тіла та ушивання післяопераційної рани – 5-й етап, кінець операції – 6-й етап, пробудження та транспортування в палату – 7-й етап). У післяопераційному періоді, у всіх пацієнтів оцінювали швидкість пробудження після закінчення операції за часом (у хвилинах): початок спонтанного відкриття очей (СВО), відновлення свідомості (ВС), екстубація трахеї (ЕТ) та готовність до переведення у палату (ГПВП) при 10 балах за шкалою післяопераційного відновлення Aldrete, інцидентність післяопераційної нудоти та блювоти (ПОНБ). Оцінку післяопераційного знеболювання проводили за візуально-аналоговою шка-

лою (ВАШ) оцінки болю відразу після пробудження (1 етап), через 3 годин (2 етап), через 6 годин (3 етап), через 12 годин (4 етап) та через 24 години (5 етап).

Статистичне опрацювання результатів здійснювали за допомогою пакету програм STATISTICA v.64 (ліцензійний № 12334567). Використовуючи вказаний програмний пакет, отримані кількісні параметри перевірили та підтвердили їх відповідність закону нормального розподілу Гауса за критерієм Шапіро-Уїлка. Маючи нормальний розподіл значень параметрів, визначали середнє арифметичне значення (М) і його стандартну похибку (m). Оцінювали значущість відмінностей показників за допомогою критеріїв Стюдента (t). Для всіх видів аналізу критичний рівень значущості (p) становив <0,05.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати дослідження приведені в таблицях 1 і 2. Вихідні показники метаболізму, в обох групах,

були без порушення і значно перевищували базальний рівень (в групі I – на 29%, 757 ± 13 кал $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$, в групі II – на 30%, 755 ± 11 кал $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$), значуще не відрізняючись один від одного ($p < 0,05$), що свідчило про однакові умови їх енергоутворення та енергозабезпечення, чому відповідає відсутність відмінностей рівня споживання кисню (125 ± 4 мл $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$ у групі I і 123 ± 6 мл $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$ у групі II) та доставки кисню (460 ± 14 мл $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$ у групі I та 468 ± 11 мл $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$ у групі II), при референтних значеннях коефіцієнту екстракції кисню ($p < 0,05$). В обох групах, на етапі індукції наркозу, зворотного положення Тренделенбурга тіла пацієнта на операційному столі, пневмоперитонеума та початку операції спостерігалось зниження показників гемодинаміки та порушення кисневого режиму, які відносно швидко корегувалися внутрішньовенним введенням збалансованих солевих розчинів та в/в крапельним введенням глюкокортикоїдів, за необхідністю, під контролем показників метаболізму (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Динаміка показників центральної гемодинаміки, кисневого режиму та метаболізму пацієнтів групи I (n=66, M $\pm$ m)

Показники / етапи дослідження	1	2	3	4	5	6	7
MBP (мм рт.ст.)	108 ± 5	93* ± 4	93* ± 4	95 ± 6	104 ± 4	108 ± 4	114 ± 3
CI (л $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$)	3,6 $\pm 0,1$	3,4 $\pm 0,1$	2,9* $\pm 0,1$	3,1* $\pm 0,1$	3,1 $\pm 0,1$	3,3 $\pm 0,1$	3,5 $\pm 0,1$
DO ₂ (мл $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$)	460 ± 14	447 ± 13	414*# ± 14	542*# ^x ± 12	546*# ± 11	568*# ^x ± 11	584*# ± 12
VO ₂ (мл $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$)	125 ± 4	114 ± 4	111* ± 5	141* ± 5	148* ± 4	152* ± 4	154* ± 4
FiO ₂ – FeO ₂ (%)	5,9 $\pm 0,2$	5,7 $\pm 0,2$	5,5 $\pm 0,1$	5,7# $\pm 0,1$	5,8 $\pm 0,1$	5,8 $\pm 0,2$	5,9 $\pm 0,3$
O ₂ ER (%)	27,2 $\pm 0,2$	26,1 $\pm 0,3$	26,8 $\pm 0,3$	25,9 $\pm 0,2$	27,2 $\pm 0,2$	26,7 $\pm 0,3$	26,4 $\pm 0,3$
RQ (ум.од.)	0,86 $\pm 0,01$	0,84 $\pm 0,02$	0,86 $\pm 0,03$	0,83 $\pm 0,03$	0,84 $\pm 0,02$	0,84 $\pm 0,01$	0,85 $\pm 0,01$
MR (кал $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$)	757 ^φ ± 13	689* ^φ # ± 14	623*# ^φ ± 11	703*# ^{φx} ± 12	736*# ^φ ± 14	747* ^{xφ} ± 13	767* ^φ ± 10
BMR (кал $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$)	587 ± 13						
TMR (кал $\times$ хв $^{-1}\times$ м $^{-2}$)	786 ± 12	762 ± 15	781 ± 13	820 ^{xφ} ± 11	825 ^{xφ} ± 13	818* ^{xφ} ± 14	811* ^{xφ} ± 12
MD (%)	3,8 $\pm 2,3$	9,5 $\pm 2,9$	20,2 $\pm 3,7$	14,3* $\pm 3,6$	10,9* ^x $\pm 2,7$	8,6* $\pm 3,1$	5,4* $\pm 2,7$

Примітка:

- * – різниця достовірна в порівнянні з вихідними даними ($p < 0,05$).
- # – різниця достовірна в порівнянні з аналогічним етапом групи II ($p < 0,05$).
- ^x – різниця достовірна в порівнянні з попереднім значенням ($p < 0,05$).
- ^φ – різниця достовірна в порівнянні з базальним рівнем метаболізму ($p < 0,05$).

Таблиця 2

Динаміка показників центральної гемодинаміки, кисневого режиму та метаболізму пацієнтів групи II (n=62, M±m)

Показники/етапи дослідження	1	2	3	4	5	6	7
MBP (мм рт.ст.)	106 ±5	92* ±4	92* ±5	94 ±5	100 ±6	106 ±5	111 ±6
CI (л×хв ⁻¹ ×м ⁻²)	3,7 ±0,1	3,5 ±0,2	2,8* ±0,1	3,0* ±0,1	3,1* ±0,1	3,2* ±0,1	3,4 ±0,1
DO ₂ (мл×хв ⁻¹ ×м ⁻²)	468 ±11	427* ±13	356*# ±11	479*#х [*] ±11	486*#х [*] ±13	512*# ±10	531*# ±10
VO ₂ (мл×хв ⁻¹ ×м ⁻²)	124 ±6	116 ±5	112 ±6	136 ±4	137 ±4	143* ±5	146* ±4
FiO ₂ – FeO ₂ (%)	5,9 ±0,2	5,7 ±0,1	5,2 ±0,1	4,4* ±0,1	5,1 ±0,1	5,4 ±0,2	5,5 ±0,1
O ₂ ER (%)	26,3 ±0,2	27,2 ±0,3	31,5* ±0,2	28,4 ±0,2	28,2 ±0,2	27,9 ±0,3	27,5 ±0,3
RQ (ум.од.)	0,85 ±0,01	0,85 ±0,02	0,80 ±0,03	0,80 ±0,03	0,83 ±0,02	0,85 ±0,01	0,88 ±0,01
MR (кал×хв ⁻¹ ×м ⁻²)	755* ±11	684*# ^φ ±14	662*# ±12	574*# ±11	628*# ^{φх} ±11	678*# ^φ ±10	723*# ^φ ±10
BMR (кал×хв ⁻¹ ×м ⁻²)	581±11						
TMR (кал×хв ⁻¹ ×м ⁻²)	788	749	874	788	744	776	782
MD (%)	4,2 ±2,3	8,7 ±2,9	24,3 ±3,7	27,2* ±3,6	15,6*х [*] ±2,7	12,6* ±3,1	7,6 ±2,7

Примітка:

1. * – різниця достовірна в порівнянні з вихідними даними (p < 0,05).
2. # – різниця достовірна в порівнянні з аналогічним етапом групи I (p < 0,05).
3. х – різниця достовірна в порівнянні з попереднім значенням (p < 0,05).
4. φ – різниця достовірна в порівнянні з базальним рівнем метаболізму (p < 0,05).

Так, MBP, у групі I, на момент індукції, знизився на 15 мм рт.ст (13,9%), у групі II – на 14 мм рт.ст (13,2% і залишався без суттєвих змін до закінчення оперативного втручання (p<0,05). При цьому, CI, в обох групах, на етапі зворотного положення Тренделенбурга тіла, накладання пневмоперитонеума та початку операції знизився, відповідно в групі I на 19,4% (2,9±0,1 л×хв⁻¹×м⁻²), а в групі II – на 24,3% (2,8±0,1 л×хв⁻¹×м⁻²) (p<0,05). Надалі, до кінця оперативного втручання, в обох групах спостерігалось відновлення CI до вихідних значень. Що стосується доставки та споживання кисню, то при зворотному положенні Тренделенбурга та накладанні пневмоперитонеума і початку операції, в обох групах спостерігалось зниження їх значень, синхронно зі змінами гемодинаміки. Так, в групі I, порівняно з вихідними значеннями, DO₂ знизилась на 46 мл×хв⁻¹×м⁻² (10%), а VO₂ – на 14 мл×хв⁻¹×м⁻² (11,2%), при референтних значення екстракції кисню (26,8%). У групі II, відповідно, DO₂ знизилась на 112 мл×хв⁻¹×м⁻² (23,9%), а VO₂ – на 12 мл×хв⁻¹×м⁻² (9,7%) при зростанні коефіцієнта екстракції кисню до 31,5±0,2%, що свідчить про незбалансованість енергосистеми забезпечення рівню його потреби, на даному етапі оперативного втручання. (p<0,05). Цьому відповідає і зниження RQ до 0,8, як показника збалансованості всіх процесів метаболізму, який залишався таким і на етапі крурорафії та фундоплекції. Звертає увагу, що різниця FiO₂–FeO₂ в групі I, на всіх етапах дослідження, коливалась в межах 5,5-5,9%, а в групі II, починаючи з етапу зворотного

положення Тренделенбурга тіла, накладання пневмоперитонеума та початку операції, була 5,2%. При цьому, на етапі крурорафії та фундоплекції, спостерігалось її зниження до 4,4%, що відповідало зменшенню метаболізму до 574±11 кал×хв⁻¹×м⁻² та його порушенню – 27,2±3,6%, що у 14 (22,6%) пацієнтів потребувало переходу на низько потоковий режим вентиляції з газотоком 1л/хв. Метаболізм в обох групах, на етапах зворотного положення Тренделенбурга, накладання пневмоперитонеума та початку операції, знижувався з перевагою в групі II, де він мав максимальні порушення на етапі крурорафії та фундоплекції.

Стосовно пробудження пацієнтів, варто звернути увагу на те, що в групі I, вони швидше пробуджувалися після наркозу та переводилися з операційної в палату, після закінчення оперативного втручання (табл. 3).

Так, у них спонтанне відкриття очей, відновлення свідомості, екстубація трахеї та готовність до переводу в палату були швидше, ніж у групі II, відповідно, на 36,6%, 34,9%, 33,5% і 38,5% (p<0,05). При цьому, післяопераційний біль, в обох групах, по даним ВАШ, практично не відрізнялась (p < 0,05). Хворі були достатньо активні, та на біль не скаржилися. Випадки післяопераційної нудоти та блювоти, в обох групах, траплялись не часто: у групі I – 6 (9%), в групі II – 8 (12,4%), що потребувало додаткового введення селективного антагоністу 5НТз серотонінових рецепторів ондансетрону в загальній дозі 8-16 мг.

Таблиця 3

Показники пробудження

№ Групи	СВО	ВС	ЕТ	ГПВП
I	9,2±1,3*	9,5±1,6*	12,3±2,3*	14,4±2,8*
II	14,5±1,2	14,6±1,4	18,5±2,1	23,4±2,5

Примітка: 1. * – різниця достовірна в порівнянні з аналогічним етапом групи II ($p < 0,05$).

Аналізуючи періопераційний перебіг пацієнтів, слід сказати, що в групі I, де загальна анестезія з використанням севофлурану проводилася з газотоком 1 л/хв., була більш стабільною, керованою та прогнозованою. В обох групах, на етапі індукції наркозу, зворотного положення Тренделенбурга тіла пацієнта на операційному столі, пневмоперитонеума та початку операції спостерігалось зниження показників гемодинаміки та порушення кисневого режиму, які відносно швидко корегувалися внутрішньовенним введенням збалансованих солевих розчинів та в/в крапельним введенням глюкокортикоїдів, за необхідністю, під контролем показників метаболізму. Слід сказати, що у групі II на етапі зворотного положення Тренделенбурга тіла пацієнта на операційному столі, пневмоперитонеума та початку операції, коефіцієнт екстракції кисню зріс до $31,5 \pm 0,2\%$, що свідчило про напруження кисневого режиму та загрозу його порушень. На основному етапі оперативного втручання (крурорафії та фундоплекції), порушення кисневого режиму у групі II зберігалися, на фоні високих значень коефіцієнта екстракції кисню ($28,4 \pm 0,2\%$), що свідчило про незбалансованість кисневого режиму та можливу невідповідність енергозабезпечення рівню метаболізму, на даному етапі оперативного втручання. Це підтверджують і показники персоніфікованого енергомоніторингу, зокрема ступінь порушення метаболізму – $27,2\%$, що свідчить про серйозні ризики періопераційних ускладнень, пов'язані з недостатнім енергокисневим забезпеченням метаболізму життєво важливих функцій органів і систем. Звертає увагу і зниження різниці $\text{FiO}_2 - \text{FeO}_2$ до $4,4\%$, що підтверджує зниження споживання кисню внаслідок низького отримання свіжої газової суміші, що містить кисень. Цим і пояснюється що у 14 ($22,6\%$) пацієнтів групи II, де $\text{FGF} = 0,5$ л/хв., потребувалось перейти на низько потоковий режим вентиляції з газотоком 1 л/хв.

ВИСНОВКИ

1. Доведено, що пацієнти з грижею стравохідного отвору діафрагми, під час лапароскопічних втручань, мають суттєві порушення метаболізму, особливо на етапі зворотного положення Тренделенбурга, накладанні пневмоперитонеума та початку операції, де метаболізм знижувався майже до базального рівня, що є обґрунтуванням необхідності цілеспрямованої його корекції з використанням персоніфікованого періопераційного енергомоніторингу.

2. Використання технології «Minimal flow anesthesia» з мінімальним газотоком $\text{FGF} \leq 0,5$ л/хв., без динамічного контролю періопераційного метаболізму, несе реальні ризики виникнення порушень життєво важливих функцій органів і систем, внаслідок абсолютного дефіциту O_2 , обумовленого низьким газотоком, що не відповідає потребі організму.

3. При відсутності можливості проведення персоніфікованого періопераційного енергомоніторингу, при використанні технології Minimal flow anesthesia, необхідний ретельний моніторинг $\text{FiO}_2 - \text{FeO}_2$ для запобігання виникнення абсолютного дефіциту O_2 в дихальному контурі та покриття його потреби в метаболізмі органів і систем. При цьому, важливий контроль чинників, які можуть підвищити потребу в кисню (температура тіла, тахікардія, ступінь хірургічної агресії, тощо).

4. У випадках зниження різниці $\text{FiO}_2 - \text{FeO}_2$ нижче $4,4\%$, негайний перехід на $\text{FGF} \geq 1$ л/хв.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Необхідне подальше проведення досліджень можливості використання Minimal flow anesthesia, використовуючи персоніфікований періопераційний енергомоніторинг з метою визначення безпечних потоків газової суміші та розробки періопераційного менеджменту щодо оперативних втручань з мінімальним потоком газової суміші.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ФІНАНСУВАННЯ

Дана науково-дослідна робота виконується в рамках комплексної НДР «Оптимізація надання спеціалізованої та високоспеціалізованої медичної допомоги хірургічного профілю на принципах «хірургії швидкого шляху» при окремих захворюваннях щитоподібної та прищитоподібних залоз, носоглотки, внутрішніх та репродуктивних органів, черевної стінки, судин і суглобів, зокрема, з використанням атомно-силової мікроскопії та із застосуванням методу преламінації для обробки імплантів». Номер держреєстрації: № 0119U001046. Джерело фінансування: Державний бюджет України.

ДОТРИМАННЯ ЕТИЧНИХ НОРМ

Автори дотримуються принципів, що містяться в Гельсінкської декларації, а також в Міждисциплі-

нарних принципах і керівних вказівках щодо використання тварин в дослідженнях, тестуванні та освіті, опублікованих Спеціальним комітетом з досліджень на тваринах при Нью-Йоркської академії наук. Робота з хворими людьми підготовлена і проведена відповідно до принципів етики.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Відсутній.

Conflicts of Interest: authors have no conflict of interest to declare.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fuchs K. H., Babic B., Breithaupt W., Dallemagne B., Fingerhut A., Furnee E., Granderath F., Horvath P., Kardos P., Pointner R., Savarino E., Van Herwaarden-Lindeboom M., Zaninotto G., & European Association of Endoscopic Surgery (EAES). EAES recommendations for the management of gastroesophageal reflux disease. *Surgical endoscopy*. 2014. Vol. 28 (6). P. 1753-1773. <https://doi.org/10.1007/s00464-014-3431-z>.
2. Kohn G. P., Price R. R., DeMeester S. R., Zehetner J., Muensterer O. J., Awad Z., Mittal S. K., Richardson W. S., Stefanidis D., Fanelli R. D., & SAGES Guidelines Committee. Guidelines for the management of hiatal hernia. *Surgical endoscopy*. 2013. Vol. 27 (12). P. 4409-4428. <https://doi.org/10.1007/s00464-013-3173-3>.
3. Park S., Park Joong-Min., Kim Jin-Jo, Lee In-Seob, Han Sang-Uk, Won Seo Kyung, Kwon Jin Won. Multicenter Prospective Study of Laparoscopic Nissen Fundoplication for Gastroesophageal Reflux Disease in Korea. *J. Neurogastroenterol. Motil.* 2019. Vol. 25 (3). P. 394-402. <https://doi.org/10.5056/jnm19059>.
4. Kaplan J. A., Schecter S., Lin M. Y., Rogers S. J., & Carter J. T. Morbidity and Mortality Associated With Elective or Emergency Paraesophageal Hernia Repair. *JAMA surgery*. 2015. Vol. 150 (11). P. 1094-1096. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2015.1867>.
5. Topuz U., Umutoglu T., Bakan M., Ozturk E. Anesthetic management of the SRSTM endoscopic stapling system for gastro-esophageal reflux disease. *World J. Gastroenterol.* 2013. Vol. 19 (2). P. 319-320. <https://doi.org/10.3748/wjg.v19.i2.319>.
6. Hönemann Ch., Hagemann O., Doll D. Inhalational anaesthesia with low fresh gas flow. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2013. Vol. 57 (4). P. 345-350. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.118569>.
7. Li F. & Yuan Y. Meta-analysis of the cardioprotective effect of sevoflurane versus propofol during cardiac surgery. *BMC Anesthesiology*. 2015. Vol. 15. P. 128. <http://doi.org/10.1186/s12871-015-0107-8>.
8. Mychaskiw G. Low and minimal flow anesthesia: Angels dancing on the point of a needle. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*. 2012. Vol. 28 (4). P. 423-425. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.101883>.
9. Lineburger E. B., Pinheiro Módolo N. S., Braz L. G., Junior Paulo do Nascimento. Minimal fresh gas flow sevoflurane anesthesia and postoperative acute kidney injury in on-pump cardiac surgery: a randomized comparative trial. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*. 2021. Available online 28 November. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.11.004>.
10. Frankenfield D., Roth-Yousey L., Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy, nonobese and obese adults: A systematic review. *Journal of the American Dietetic Association*. 2005. Vol. 105 (5), P. 775-789. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.005>. PMID 15883556.
11. Черній В. І., Денисенко А. І. Концентрація кортизолу крові, гемодинаміка та метаболізм пацієнтів з вторинним гіперпаратиреозом, можливості періопераційної корекції. Біль, знеболення та інтенсивна терапія. 2021. № 3 (96). С. 54-63. [https://doi.org/10.25284/2519-2078.3\(96\).2021.242148](https://doi.org/10.25284/2519-2078.3(96).2021.242148).
12. Денисенко А. І., Черній В. І. Періопераційний метаболізм у пацієнтів з тиреотоксикозом, можливості його корекції. Клінічна та профілактична медицина. 2021. Т. 3. № 17. С. 36-48. [https://doi.org/10.31612/2616-4868.3\(17\).2021.05](https://doi.org/10.31612/2616-4868.3(17).2021.05).
13. Черній В. І., Денисенко А. І. Стратегія зниження гіперкапнії при трансабдомінальних та екстраабдомінальних ендовідеохірургічних герніопластиках. Медицина Невідкладних станів. 2022. Том 18. № 4. С. 19-24. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.18.4.2022.1496>.
14. Черній В. І., Денисенко А. І. Персоніфікований енергомоніторинг та можливості його використання в періопераційному менеджменті в пацієнтів із грижею стравохідного отвору діафрагми. Медицина Невідкладних станів. 2022. Т. 18. № 5. С. 10-16. <http://dx.doi.org/10.22141/2224-0586.18.5.2022.1505>.

REFERENCES

1. Fuchs K. H., Babic B., Breithaupt W., Dallemagne B., Fingerhut A., Furnee E., Granderath F., Horvath P., Kardos P., Pointner R., Savarino E., Van Herwaarden-Lindeboom M., Zaninotto G.,

- & European Association of Endoscopic Surgery (EAES). (2014). EAES recommendations for the management of gastroesophageal reflux disease. *Surgical endoscopy*, 28 (6), 1753-1773. <https://doi.org/10.1007/s00464-014-3431-z>.
2. Kohn G. P., Price R. R., DeMeester S. R., Zehetner J., Muensterer O. J., Awad Z., Mittal S. K., Richardson W. S., Stefanidis D., Fanelli R. D., & SAGES Guidelines Committee (2013). Guidelines for the management of hiatal hernia. *Surgical endoscopy*, 27 (12), 4409-4428. <https://doi.org/10.1007/s00464-013-3173-3>.
 3. Park S., Park Joong-Min., Kim Jin-Jo, Lee In-Seob, Han Sang-Uk, Won Seo, Kyung, and Kwon Jin Won. (2019). Multicenter Prospective Study of Laparoscopic Nissen Fundoplication for Gastroesophageal Reflux Disease in Korea. *J. Neurogastroenterol. Motil.*, 25 (3), 394-402. <https://doi.org/10.5056/jnm19059>.
 4. Kaplan J. A., Schecter S., Lin M. Y., Rogers S. J., & Carter J. T. (2015). Morbidity and Mortality Associated With Elective or Emergency Paraesophageal Hernia Repair. *JAMA surgery*, 150 (11), 1094-1096. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2015.1867>.
 5. Topuz U., Umutoglu T., Bakan M., Ozturk E. (2013). Anesthetic management of the SRSTM endoscopic stapling system for gastro-esophageal reflux disease. *World J. Gastroenterol.*, 19 (2), 319-320 [<https://doi.org/10.3748/wjg.v19.i2.319>].
 6. Hönemann Ch., Hagemann O., Doll D. (2013). Inhalational anaesthesia with low fresh gas flow. *Indian Journal of Anaesthesia*, 57 (4), 345-350. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.118569>.
 7. Li F. & Yuan Y. (2015). Meta-analysis of the cardioprotective effect of sevoflurane versus propofol during cardiac surgery. *BMC Anesthesiology*, 15, 128. <http://doi.org/10.1186/s12871-015-0107-8>.
 8. Mychaskiw, G. (2012). Low and minimal flow anesthesia: Angels dancing on the point of a needle. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, 28, 423-425. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.101883>.
 9. Lineburger E. B., Pinheiro MÓdolo N. S., Braz L. G., Junior Paulo do Nascimento. (2021). Minimal fresh gas flow sevoflurane anesthesia and postoperative acute kidney injury in on-pump cardiac surgery: a randomized comparative trial. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*. Available online 28 November. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.11.004>.
 10. Frankenfield D., Roth-Yousey L., Compher C. (2005). Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy, nonobese and obese adults: A systematic review. *Journal of the American Dietetic Association*, 105, 5, 775-789. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.005>. PMID 15883556.
 11. Cherniy V. I., Denysenko A. I. (2021) Kontsentratsiia kortizolu krovi, hemodynamika ta metabolizm patsiientiv z vtorynnym hiperparatyreozom, mozhlyvosti peryoperatsiinoi korektsii [Blood cortisol concentration, hemodynamics and metabolism of patients with secondary hyperparathyroidism, possibilities of perioperative correction]. *Pain, Anaesthesia & Intensive Care*, 96, 3, 54-63. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.25284/2519-2078.3\(96\).2021.242148](https://doi.org/10.25284/2519-2078.3(96).2021.242148).
 12. Denysenko A. I., Cherniy V. I. (2021). Perioperatsiinyi metabolizm u patsiientiv z tyreotoksykozom, mozhlyvosti yoho korektsii [Perioperative metabolism in patients with thyrotoxicosis, possibilities of its correction]. *Clinical and Preventive Medicine*, 3, 17, 36-48. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.31612/2616-4868.3\(17\).2021.05](https://doi.org/10.31612/2616-4868.3(17).2021.05).
 13. Cherniy V. I., Denysenko A. I. (2022). Stratehiia znyzhennia hiperkapnii pry transabdominalnykh ta ekstraabdominalnykh endovideokhirurhichnykh hernioplastykakh [Hypercapnia reduction strategy in transabdominal and extraabdominal endovideosurgical hernioplasty]. *Emergency Medicine*, 18, 4, 19-24. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.18.4.2022.1496>.
 14. Cherniy V. I., Denysenko A. I. (2022). Personifikovanyi enerhomonitorynh ta mozhlyvosti yoho vykorystannia v perioperatsiinomu menedzhmenti v patsiientiv iz hryzheiu stravokhidnoho otvoru diafrahmy [Personalized energy monitoring and possibilities of its use in perioperative management in patients with esophageal hiatal hernia]. *Emergency Medicine*, 18, 5, 10-16. [in Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.22141/2224-0586.18.5.2022.1505>.

Summary

MINIMAL FLOW ANESTHESIA, ITS PLACE IN PERIOPERATIVE MANAGEMENT IN PATIENTS WITH HIATAL HERNIA A. I. Denysenko, V. I. Cherniy

State Institution of Science «Research and Practical Centre of Preventive and Clinical Medicine» State Administrative Department, Kyiv, Ukraine

Is relevant to study the perioperative use of minimal gas flow (minimal flow) during inhalation anesthesia in patients undergoing laparoscopic surgical interventions, in particular with hiatal hernia (HH).

The aim of the study. To study the possibility of using minimal flow anesthesia with sevoflurane and evaluate its place in the perioperative management of patients with HH.

Material and methods. The study was prospective, not randomized: 128 patients with HH, who underwent laparoscopic crurorraphy with Nissen fundoplication under general anesthesia with sevoflurane with low and minimal gas flow. Age 33-78 years, ASA II-III. (m.-67, w-61).). In group I (n=66) Fresh Gas Flow (FGF) = 1,0 l/min, in group II (n=62) – FGF $\leq$ 0,5 l/min. All patients underwent personalized perioperative energy monitoring using indirect calorimetry.

The results. The baseline metabolic parameters were without disturbance and significantly exceeded the basal metabolism. Anesthesia in Group I with a gas flow of 1 L/min was more stable, manageable and predictable. In group II with gas flow $\leq$ 0,5 l/min, at the stage of crurorraphy and fundoplication, there was a decrease in the $\text{FiO}_2\text{--FeO}_2$ gradient to 4,4% and a metabolic disorder of 27,2%, which in 14 (22,6%) patients needed a transition for low flow ventilation mode with gas flow 1l/min.

Conclusions. Personalized perioperative energy monitoring makes it safer to perform inhalation anesthesia with gas flow $\leq$ 0,5 l/min. in patients with HH.

Key words: hiatal hernia, perioperative energy monitoring, minimal flow anesthesia.