

УДК 616-089-059

Покришень Д.О.¹, Павлик Б.І.¹, Безбах Д.І.¹, Дубров С.О.²

РОЛЬ КАПНОГРАФІЇ В АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ МІКРОЛАРИНГОХІРУРГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

¹ДУ "Інститут отоларингології імені проф. О.С.Коломійченка НАМН України", Київ; ²Національний медичний університет імені О.О.Богомольця, Київ

Хірургія гортані в даний є значною проблемою для анестезіолога у зв'язку з тим, що анестезіологічне обладнання обмежує видимість гортані та хірургічний підхід до її структур. Струменева високочастотна штучна вентиляція легенів є методом вибору для більшості внутрішньогортанних процедур та дозволяє безперешкодно візуалізувати структуру гортані. Незважаючи на поліпшення оксигенації, виведення двоокису вуглецю може сповільнюватися отже, потребує ретельного моніторингу. Капнографія розглядається як найбільш надійний спосіб для оцінки елімінації вуглекислого газу, однак має певні обмеження у разі застосування струменевої ВЧ ШВЛ. Двопросвітні катетери для проведення струменевої вентиляції дозволяють моніторувати CO₂ за допомогою датчиків бічного потоку.

Дане дослідження включає аналіз 50 ендоскопічних втручань на гортані, які проводили під загальним знеболюванням із використанням підзв'язкової струменевої ВЧ ШВЛ крізь двопросвітні катетери. Оцінку CO₂ проводили періодично, на тлі зменшення частоти вентиляції з фізіологічними значеннями (10–12 в хвилину).

Для тривалих хірургічних процедур (відновлення двостороннього паралічу голосових зв'язок) забір проб крові для визначення рівня CO₂ виконували шляхом безпосередньої пункції артеріальної судини. Отримані результати показали відсутність значного порушення елімінації CO₂ при проведенні струменевої ВЧ ШВЛ. Періодичне короточасне (менше однієї хвилини) зменшення швидкості вентиляції дозволяє використовувати капнографію, як надійний метод моніторингу для оцінки ефективності високочастотної струменевої вентиляції легенів в мікрохірургії гортані.

Ключові слова: підзв'язкова струменеві високочастотна вентиляція легенів, мікрохірургія гортані, капнографія, елімінація CO₂.

Струминна вентиляція легень, відома також як вентиляція джерелом високого тиску, широко використовується в мікрохірургії гортані. Застосування струминної вентиляції під час проведення оперативних втручань дозволяє забезпечити адекватний газообмін в легенях і не порушує повноцінний огляд ларингеальних структур хірургом. Патофізіологічні механізми, які забезпечують транспорт газів під час струминної високочастотної вентиляції, загальновідомі та широко висвітлені в літературі [2, 6, 8].

Залежно від способу доставки струменя газу в дихальні шляхи розрізняють два основні методи струминної штучної вентиляції легень: інжекційний і крізькатетерний. Крім того, залежно від розташування джерела високого тиску в дихальних шляхах розрізняють надзв'язкову, підзв'язкову і транстрахеальну струминну вентиляцію легень. Використання зазначених методів та їх комбінацій дозволяє досягти оптимальної візуалізації структур

гортані під час оперативного втручання та в повному об'ємі виконати ендоскопічне мікрохірургічне втручання у більшості пацієнтів.

До чинників, які певною мірою стримують застосування струминної вентиляції штучної вентиляції легень, належать певні труднощі моніторингу її ефективності внаслідок технічних проблем, пов'язаних з визначенням фактичного дихального об'єму та газового складу альвеолярного газу.

Традиційно основним методом оцінки адекватності альвеолярної вентиляції є капнографія – визначення вмісту вуглекислого газу у кінці видиху (PetCO₂). Відповідність між парціальним тиском CO₂ у кінцевій порції газу, що видихається, і в артеріальній крові є встановленим фактом у пацієнтів на спонтанному диханні та при традиційних методах механічної вентиляції легень. Однак при проведенні механічної вентиляції легень з джерелом високого тиску, особливо при

застосуванні високочастотної струминної вентиляції легень, рівень вуглекислого газу, який видихається, не повною мірою відповідає його вмісту в артеріальній крові внаслідок низького дихального об'єму та недостатньо швидкої відповіді аналізаторів сучасних капнографів. Крім того, при використанні режимів струминної високочастотної вентиляції легень фактичний дихальний об'єм часто не перевищує об'єм анатомічного мертвого простору, що робить отримання проби альвеолярного газу практично неможливим, так само, як і оцінку $P_{et}CO_2$ [1, 4]. У таких умовах ефективність вентиляції можна оцінити шляхом визначення газового складу безпосередньо в пробі артеріальної крові або шляхом визначення вмісту CO_2 у тканинах кризьшкірним датчиком ($P_{tc}CO_2$) [4].

Визначення парціального тиску CO_2 в артеріальній крові не належить до стандартних методів інтраопераційного моніторингу, потребує наявності відповідного обладнання, значних фінансових витрат, залучення додаткового медичного персоналу та виконання додаткових інвазивних маніпуляцій (катетеризація або повторні пункції артеріальних судин). Вимірювання вмісту CO_2 у тканинах кризьшкірними датчиками не набуло широкого поширення через тривалий час для відповіді датчика та високу його вартість, хоча в перспективі ця методика, на нашу думку, може знайти застосування в ендоскопічній мікрохірургії гортані.

Забезпечення декількох повноцінних дихальних циклів при зниженні частоти вентиляції до фізіологічних параметрів дозволяє оцінити фактичний рівень CO_2 в альвеолярному газі, який є одним з ключових параметрів оцінки ефективності вентиляції легень [10]. Таким чином, створюється можливість шляхом періодичного маніпулювання параметрами струминної вентиляції легень проводити ефективний і надійний моніторинг CO_2 -статусу пацієнта без істотного порушення умов роботи хірурга.

Основними параметрами, які використовують для управління струминною вентиляцією легень є: робочий тиск (driving pressure (DP)), частота вентиляції (frequency (f)) і відношення часу вдиху до часу видиху (I/E ratio). Головним чинником, який визначає газообмін у легенях (оксигенацію артеріальної крові та елімінацію CO_2) при струминній вентиляції, вважають робочий тиск. Управління частотою вентиляції та використання високочастотних режимів спрямоване переважно на мінімізацію рухливості голосових зв'язок і створення оптимальних умов для роботи хірургічної бригади під час оперативного втручання.

Мета роботи – визначити ефективність періодичної зміни параметрів підзв'язкової кризькатетерної високочастотної струминної вентиляції легень для оцінки CO_2 -статусу пацієнта під час ендоскопічних мікроларингеальних операцій.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Дизайн дослідження

Проаналізовано результати загальної анестезії у 50 пацієнтів віком від 17 до 85 років, яким виконували ендоскопічні мікроларингеальні хірургічні втручання. Тотальну внутрішньовенну анестезію, яка традиційно є методом вибору в хірургії гортані, використано в усіх пацієнтів. Для премедикації застосовували атропін у дозі 0,5–1,0 мг внутрішньом'язово, для індукції та підтримання анестезії – інфузію пропофолу до цільової концентрації (6 мкг/мл) і болусне введення фентанілу в загальній дозі 300–900 мкг. Міорелаксації досягали введенням атракуріуму та сукцинілхоліну.

CO_2 -статус пацієнта оцінювали до початку індукції в анестезію на самостійному диханні та під час вентиляції кризь лицьову маску. Після досягнення достатнього рівня анестезії виконували інтубацію трахеї двопросвітним катетером для струминної вентиляції (Hunsaker Mon-Jet tube) (Мал.1). Катетери такого типу

широко використовують в оперативній ларингології з 1994 р. [3, 5, 8].

Струминну вентиляцію здійснювали при таких початкових параметрах: DP – 1,0 bar; f – 100–150; I/E ratio – ½ з наступною їх корекцією. Опорний хірургічний ларингоскоп встановлював хірург безпосередньо після індукції в анестезію та початку струминної підзв'язкової вентиляції. Кожні 5 хв частота вентиляції короткочасно знижувалася до 10–12 на хвилину, що дозволяло визначити вміст CO₂ у кінцевій порції газу, який видихався, методом капнографії за допомогою апарата Philips, обладнаного датчиком M2741A Sidestream CO₂ Sensor. Короткочасне (до 40–60 с) зниження частоти вентиляції виконували до появи традиційної кривої на екрані капнографа та досягнення стабільного цифрового значення PetCO₂.

Забір порцій газу для аналізу здійснювали крізь бічний канал катетера, який, окрім капнографії, може використовуватися для контролю тиску в трахеї та дозволяє забезпечити контроль баротравми. У пацієнтів, яким виконували тривалі втручання, наприклад, при паралітичному стенозі гортані, проводили повторні пункції стегнової артерії для визначення газового складу артеріальної крові, що при порівнянні з даними капнографії дозволяло оцінити ефективність останньої. Після завер-

шення оперативного втручання катетер для струминної вентиляції видаляли. На період пробудження встановлювали ларингеальну маску, що дозволяло проводити капнографію на тлі традиційної механічної вентиляції легень та виявляти потенційно можливу затримку CO₂.

Протягом оперативного втручання застосовували стандартний моніторинг артеріального тиску неінвазивним методом, електрокардіографії, частоти серцевих скорочень, пульсу і тиску в дихальних шляхах.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Дані про структуру захворюваності, вік пацієнтів та результати вимірювань наведено в таблиці.

Усім пацієнтам оперативні втручання були виконані без ускладнень і в початково запланованому обсязі. Середня тривалість втручання – 63 хв. Насичення артеріальної крові киснем, за даними пульсоксиметрії, – 98–100 % протягом усього перебігу оперативних втручань. Всі пацієнти були виписані із стаціонару в задовільному стані. Ускладнень, пов'язаних з анестезією та вентиляцією, не спостерігали.

Оцінка показників капнографії виявила відсутність істотного порушення елімінації CO₂ під час підзв'язкової крізькатетерної високо-частотної струминної вентиляції легень, що дає

Таблиця. Структура захворюваності, вік пацієнтів та результати вимірювань

Патологія	Кількість пацієнтів	Середній вік, роки	Маса тіла, кг	Тривалість втручання, хв	PetCO ₂ max, мм рт. ст.	PetCO ₂ min, мм рт. ст.	Робочий тиск, бар	PaCO ₂ , мм рт. ст.
ПСГ	14	58,42	72,64	90,14	42,91	37,08	1,5	44,3
Папіломатоз	10	35,44	65,22	63,63	50,09	41,27	1,1	
Гіперпластичний ларингіт	7	43,06	77,8	40,85	48,14	38,25	1,2	
Поліп голосових зв'язок	7	42,71	73,66	64,28	42,17	35,21	1	
Новоутворення гортані	12	37,15	76,21	47,5	39,42	37,01	1,1	
Усього	50	45,1	71,1	63,08	47,91	38,71	1,21	

підстави для висновку про ефективність методу. Крім того, дані капнографії, отримані під час проведення струминної вентиляції легень, можуть бути порівняні з результатами вимірювання рівня CO_2 в артеріальній крові. Рівень PaCO_2 перевищує PetCO_2 на 4–9 мм рт. ст., що відповідає, хоч і з незначним перевищенням, фізіологічній артеріо-альвеолярній різниці. Деяке збільшення артеріо-альвеолярної різниці під час струминної вентиляції, порівняно із спонтанним диханням і традиційною вентиляцією легень, є відомим фактом і згадується в літературі [4, 7]. Однак це не зменшує цінність капнографії як методу моніторингу при струминній вентиляції легень під час мікрохірургії гортані.

ВИСНОВКИ

1. Наш клінічний досвід свідчить про доцільність застосування підзв'язкової кризькатетерної високочастотної струминної вентиляції легень для анестезіологічного забезпечення ендоскопічних мікроларингеальних втручань.
2. Періодичне короткочасне зниження частоти струминної вентиляції до 10–12 на хвилину дозволяє використовувати капнографію як надійний метод оцінки та контролю елімінації вуглекислого газу і моніторингу ефективності штучної вентиляції легень під час мікрохірургічних операцій на гортані.

POKRYSHEN D.O., PAVLYK B.I., BEZBACH D.I., DUBROV S.O.

CAPNOGRAPHY IN ANESTHETIC MANAGEMENT FOR LARYNGEAL MICROSURGERY

Suspension laryngoscopy and laryngeal microsurgery present significant challenge to the anesthesiologist due to the fact that anesthetic equipment hinders surgical approach and visibility of laryngeal structures. High frequency jet ventilation is a of method of choice for most of the endolaryngeal procedures as it allows unimpaired view of larynx and can be delivered via small catheters. However, despite improved oxygenation, elimination of carbon dioxide may be significantly affected and patients' CO_2 status has to be monitored strictly. Being widely considered as the most reliable method for assessment of carbon dioxide elimination, capnography has obvious limitations in the case of high frequency jet ventilation. At the same time, double lumen jet ventilation catheters have a potential of monitoring CO_2 status using side stream sensors. The present study offers analysis of 50 endoscopic laryngeal procedures performed under general anesthesia with subglottic high frequency jet ventilation via double lumen jet catheter. The assessment of CO_2 levels was performed intermittently along with decrease in ventilation frequency to physiological values (10–12 per minute). For relatively long procedures (e.g. surgical repair of bilateral vocal cord paralysis) arterial blood sampling was done in order to measure CO_2 levels directly in arterial blood. Obtained data showed no significant retention of CO_2 under high frequency jet ventilation. Intermittent short-term (less than one minute) decrease in ventilation rate allows to utilize capnography as a reliable monitoring method to assess respiratory efficiency of subglottic high frequency jet ventilation during microsurgery of the larynx.

Keywords: high-subglottic jet ventilation, microsurgery of the larynx, capnography, elimination of CO_2 .

3. Використання двохпросвітного катетера створює комфортні умови для огляду анатомічних елементів гортані, що дозволяє підвищити якість і скоротити тривалість хірургічних втручань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bacher A, Lang T, Weber J, Aloy A (2000) Respiratory efficacy of subglottic low-frequency, subglottic combined-frequency, and supraglottic combined-frequency jet ventilation during microlaryngeal surgery. *Anesth Analg*; 91:1506-12.
2. Baum M, Mutz N (1989) Physical characteristics of a jet in the airways. *Acta Anaesthesiol Scand*; 33, suppl. 90: 46-50.
3. Barakate M, Maver E, Wotherspoon G, Havas T (2010) Anaesthesia for microlaryngeal and laser laryngeal surgery: impact of subglottic jet ventilation. *J Laryngol Otol*; 124(6): 641-5.
4. Biro P, Eyrich G, Rohling RG (1998) The Efficiency of CO_2 elimination during high-frequency jet ventilation for laryngeal microsurgery. *Anesth Analg*; 87:1804.
5. Davies JM, Hillel AD, Maronian NC, Posner KL (2009) The Hunsaker Mon-Jet tube with jet ventilation is effective for microlaryngeal surgery. *Can J Anesth*; 56:284-290.
6. Dhara SS (2011) Jet ventilation and anaesthesia - A practical guide to understanding jet ventilation and its current applications in clinical anaesthetic practice *Australasian Anaesthesia*; 79-92.
7. Gottschalk A, Mirza N, Weinstein GS, Edwards MIW (1997) Capnography during jet ventilation for laryngoscopy. *Anesth Analg*; 85:155-9.
8. Hunsaker DH (1994) Anesthesia for microlaryngeal surgery: the case for subglottic ventilation. *Laryngoscope*; 104: 1-30.
9. Ihra G, Gockner G, Kashanipour A, Aloy A (2000) High-frequency jet ventilation in European and North American institutions: developments and clinical practice. *European Journal of Anaesthesiology*; 17, 7:418-430.
10. Kil HK, Kim WO, Choi HS (2002) Monitoring of PetCO_2 during high frequency jet ventilation for laryngomicrosurgery. *Yonsei Medical Journal*; 43, 1: 20-24.