

Ф.С.Глумчер, О.В.Стрепетова, М.В.Перебийніс,  
А.Є.Мухоморов

## МАРКЕРИ БЕЗПЕКИ ЗАКРИТОГО КОНТУРУ ПРИ МАСКОВОМУ КСЕНОНОВОМУ НАРКОЗИ

*Національний медичний університет імені О.О.Богомольця, Київ*

В ході роботи встановлено, що оптимальними показниками безпеки маскового ксенонового наркозу – є показники газотоку в контурі –  $\text{FiO}_2$ ,  $\text{FiXe}$ ,  $\text{EtCO}_2$  та сатурація кисню –  $\text{SO}_2$ . Ксеноновий масковий наркоз не має депресивного впливу на дихальну систему. Також, зручність та індивідуальний підбір дози при проведенні маскового ксенонового наркозу, забезпечує вивчення BIS-індексу.

*Ключові слова:* ксенон, масковий наркоз, замкнений контур, моніторинг безпеки.

Останніми роками стала очевидною перевага інгаляційних методів анестезії, які позбавлені таких недоліків внутрішньовенного наркозу, як некерованість глибиною наркозу та депресивний вплив на життєзабезпечувальні системи. Поява на фармакологічному ринку України севофлурана та медичного газу ксенону зробила можливим відродження «інгаляційної» ери в практичній анестезіології та стимулювала пошук безпечних і економічних режимів інгаляційної анестезії. Одним з них є зниження газотоку під час анестезії і застосування низьких та мінімальних потоків газових анестетиків, а також здійснення наркозу по закритому контуру (closed system anesthesia). Газовий потік при цьому не повинен перевищувати кількість поглиненого в легенях кисню та наркотичних речовин.

Спроби використовувати закритий контур для проведення інгаляційного наркозу з мінімальним потоком (minimal flow anesthesia) робили ще у 30–50-х рр. ХХ ст. [1–3], коли широко застосовували перші інгаляційні анестетики. І хоча не існувало необхідної анестезіологічної апаратури, ентузіазм фахівців підтримувала думка про повноцінне економічне застосування наркотичних газів без завдання шкоди навколишньому середовищу – при закритому контурі вся видихувана газова суміш проходить крізь адсорбер, а потім повертається назад у наркозний апарат і знову вводиться в легені

хворого. Оцінити всі переваги такої анестезії стало можливим лише нині, при застосуванні сучасної наркозної техніки та безпечних газових анестетиків.

Методи анестезії на основі низьких потоків свіжого газу зумовили особливий інтерес до інтраопераційного моніторингу щодо запобігання гіпоксії, гіперкапнії та забезпечення постійного контролю витрати газових анестетиків. Важливе значення повноцінний моніторинг має при маскових анестезіях по закритому контуру (через можливу негерметичність). Цей вид анестезії нині починають широко застосовувати в клініках інтенсивної терапії для лікування важких станів при патології мозку, легенів тощо. Лікувальні наркози зазвичай проводять не в умовах операційної, що потребує ще більшої гарантії безпеки хворого. Проте у вітчизняній літературі даних про найбільш значущі ознаки змін функцій дихальної системи та кровообігу (так звані маркери безпечності) при маскових наркозах по закритому контуру недостатньо. **Мета роботи** – визначити критерії безпеки хворого під час лікувальних інгаляцій ксеноном.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Вивчення основних показників стану хворого при маскових наркозах по закритому контуру проводили на прикладі наркозу ксеноном. До групи дослідження ввійшли 44 чоловіки ( $n=38$ ) і жінки ( $n=6$ ) віком від 18 до 65 років з діагнозом

«Алкогольна інтоксикація легкого, середнього та важкого ступеня», в деяких випадках ускладнена розвитком алкогольної енцефалопатії, алкогольним делірієм. Усім пацієнтам проводили лікувальні інгаляції ксеноном (1–5 інгаляцій залежно від стану пацієнта, важкості перебігу захворювання).

Лікувальні інгаляції ксеноном проводили у відділенні інтенсивної терапії клініки «Борис» (м.Київ) за методикою маскового наркозу на спонтанному диханні по закритому контуру. Використовували наркозно-дихальний апарат фірми Stephen-Artex ABV-U із сорбентом фірми Дрегер. За необхідністю, проводили індукцію Прпофолом 1% 50–200 мл Моніторногове спостереження під час анестезії проводили за допомогою ксенонової наркозної приставки КНП-01 виробництва «Акела-Н» (Росія) під контролем  $FiO_2$ ,  $FiXe$ , а також за показниками артеріального тиску (АТ), частоти серцевих скорочень (ЧСС) і дихання (ЧД),  $SO_2$ ,  $EtCO_2$  (монітор «Philips»). Системи моніторингу оснащені блоком тривонової сигналізації. Під час інгаляції ксеноном здійснювали динамічне спостереження за дихальним об'ємом (ДО), хвилинною вентиляцією легенів (ХВЛ) і тиском у дихальних шляхах (Тдш), оцінювали наповнення дихального мішка для ручної штучної вентиляції легень (ШВЛ). Вивчали лабораторні показники – параметри кисневого статусу ( $pO_2$  артеріальної і венозної крові, насичення киснем крові, яка витікає з головного мозку крізь яремні вени ( $SvjO_2$ )), показники кислотно-основного стану (КОС) – рН,  $pCO_2$  і метаболізму (рівень глюкози, лактату в крові).  $FiO_2$  підтримували в межах 0,28–0,35, а  $FiXe$  – в межах 0,19–0,30 протягом 30–45 хв. Адекватність садації і глибини наркозу, а також витрати газу контролювали з використанням монітора «Aspect A-1000» (Aspect Medical System Inc., США) за допомогою біспектрального індексу (BIS) – цифрового показника, який розраховують на підставі аналізу ЕЕГ-сигналів головного мозку [4, 5]. До і після інгаляцій проводили якісну та кількісну оцінку свідомості і суб'єктивних відчуттів.

При інгаляції ксеноном мінімальний газопоток становив 250–500 мл/хв ( $250\text{--}300$  мл  $O_2$  і  $150\text{--}250$  мл  $Xe$ ), у середньому –  $(458\pm 55)$  мл/хв залежно від фізичних параметрів хворого. Потребу в кисні  $VO_2$  (мл/хв) визначали за спрощеною формулою S. Brody:

$$VO_2 = 10 \cdot BW \cdot 3/4,$$

де BW – маса тіла (кг),

або за формулою F. Kleiber:

$$VO_2 = BW \cdot 4.$$

У середньому виходило 3 мл/хв на 1 кг маси тіла, що повністю задовольняло метаболічні потреби організму пацієнта [6, 7].

Проведено статистичну обробку даних щодо зміни BIS-індексу з використанням непараметричних критеріїв Фрідмана і Вілкоксона. Перевірку гіпотези про нормальність розподілу даних виконували за допомогою критеріїв Колмогорова–Смирнова і Лільфорса (табл. 2). Наведено середнє математичне очікування (M), помилку середньої величини (m), медіану (Me) і значення першого (25%) і третього (75%) кватилей. Розрахунки виконано за допомогою програмного забезпечення Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США) [8].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Усього проведено 120 лікувальних ксенонових наркозів. Моніторинг адекватності дихання здійснювали шляхом постійного контролю концентрацій  $O_2$  на вдиху (мінімальний потік), концентрації  $CO_2$  та газового анестетика – на видиху. Показники підтримували на рівні нормальних, за потреби їх коригували, збільшуючи потік  $O_2$  або шляхом переводу на допоміжне дихання (короткочасно). В динаміці спостерігали за рівнем сатурації, середнє значення якої (на етапі закінчення тлі  $FiO_2 = 0,31\pm 0,02$  та  $FiXe = 0,22\pm 0,03$  на низькому потоці було одним з головних показників стану хворого. Під час анестезії при зменшенні  $SO_2$  до 97% потік кисню збільшували, і показник відновлювався до 99–100 %. Після закінчення анестезії сатурація кисню у всіх хворих була нормальною:  $SO_2 = 99,83\pm 0,64\%$ . Концентрація  $CO_2$  в кінці видиху також була одним з критеріїв оцінки газового складу крові,

вона залишалась стабільною ( $\text{EtCO}_2 - 39,3 \pm 2,4$  mm Hg). У 2 хворих після виведення ксенону зниження  $\text{EtCO}_2$  до 24 mm Hg свідчило про гіпервентиляцію. Переведення на дихання повітрям нормалізувало цей показник.

Під час анестезії здійснювали спостереження за динамікою дихання. Постійно оцінювали наповнення дихального мішка для ручної ШВЛ, не допускаючи його злипання. Впродовж інгаляції ксеноном відзначено тенденцію до зменшення ЧД ( $12 \pm 2$ ) за хв. Навіть при початковому тахіпноє (до 30/хв) під час процедури цей показник поступово знижувався до 10–12/хв, що могло негативно вплинути на параметри вентиляції та газообміну. Проте в усіх хворих мало місце збільшення глибини – об'єму дихання, за рахунок чого хвилинний об'єм дихання залишався попереднім або клінічно незначно зменшувався, а параметри вентиляції та лабораторні показники кисневого балансу залишалися в межах безпечних. У хворих, які до початку лікувальної інгаляції мали знижені параметри вентиляції внаслідок хронічного обструктивного захворювання легенів у стадії загострення, запальних процесів бронхів та легенів, після проведення процедури показники сатурації кисню та КОС покращувались, наближаючись до норми.

Вивчення показників неінвазивного гемодинамічного моніторингу показало, що незалежно від початкового стану, відбувалася

нормалізація  $\text{AT}_{\text{сис}}$  (у більшості хворих – зниження), а через 15–20 хв після насичення ксеноном – стабілізація показника на рівні ( $115,08 \pm 4,05$ ) mm рт. ст. У всіх хворих відзначено зменшення частоти пульсу, що не потребувало медикаментозної корекції, до  $68,83 \pm 3,13$ .

Лабораторні дослідження проводили на початку та наприкінці анестезії, за необхідності – під час ксенонового наркозного сну. Як видно з даних табл. 1, не виявлено статистично вірогідної різниці у показниках КОС,  $\text{CO}_2$  та метаболітів крові. Найбільш вираженою була вірогідна тенденція до підвищення оксигенації в кінці процедури. Проби венозної крові, яка витікає з головного мозку крізь яремні вени ( $\text{SvjO}_2$ ), у хворих на початку і по закінченні ксенонової анестезії вірогідно не відрізнялися, що свідчить про відсутність ознак гіпоксії мозку під час наркозу ксеноном по закритому контуру, а також про позитивний вплив на метаболізм головного мозку.

Після процедури ксенонового наркозу пацієнти відзначали такі позитивні клінічні ефекти, як приємні суб'єктивні відчуття (так званий ксеноновий сон, легка ейфорія після інгаляції). Також поліпшувалися об'єктивні показники (зменшення дози седативних препаратів, нівелювання вегетативних реакцій, стабілізація лабораторних показників, зменшення термінів перебування пацієнта у відділенні інтенсивної терапії та реанімації тощо).

Необхідність у моніторингу глибини наркозу та седатії виникла вже на початковому етапі роботи. Пацієнтів госпіталізували зі скаргами на підвищену тривожність, вегетативні розлади, порушення сну. При накладанні маски хворі скаржилися на виражений дискомфорт (маска повинна прилягати досить щільно для герметизації контуру), інколи спостерігали збудження, хоча показники дихання та гемодинаміки, які моніторували постійно, залишалися в межах норми. Після проведення перших 12 наркозів для запобігання негативним явищам було вирішено проводити індукцію швидкодійним анестетиком – пропофолом 1% у стандартній дозі (50–150 мг) у період

**Таблиця 1. Показники гомеостазу в групі обстеження**

Показник	Початок анестезії	Закінчення анестезії
pH	$7,38 \pm 0,05$	$7,43 \pm 0,02$
$\text{pO}_2$ , мм рт. ст.	$99,3 \pm 16,2$	$123,8 \pm 2,5^*$
$\text{pCO}_2$ , мм рт. ст.	$32,2 \pm 1,5$	$38,2 \pm 1,8$
$\text{SO}_2$ , %	$96,67 \pm 1,40$	$99,52 \pm 0,91$
$\text{SvjO}_2$ , %	$74,30 \pm 1,80$	$77,66 \pm 2,03$
Глюкоза, ммоль/л	$6,45 \pm 0,38$	$7,41 \pm 0,55^*$
Лактат, ммоль/л	$1,2 \pm 0,04$	$0,82 \pm 0,02$

Примітка. \* – Для етапу закінчення порівняно з початком анестезії ( $p < 0,05$ ).

накладання маски, що потребувало спостереження за глибиною наркозу. Вивчення BIS-індексу починали проводити при введенні пропофолу. Седація в усіх випадках наставала швидко, рівень її, визначений клінічно, в більшості випадків корелював з показником BIS. Величина BIS-індексу значно знижувалася порівняно з початковою – в середньому до 40 («пропофоловий» етап). Після проведення денітрогенізації і подачі ксенону, значення BIS-індекс збільшувалося в середньому на 10%, що можливо розцінити як ефект ксенону. Протягом усієї інгаляції залишалося стабільним на тому ж рівні. Показники BIS-індексу не відставали від реальної клінічної картини наркозу. Після припинення подачі ксенону і видалення його з дихального контуру, пробудження наставало досить швидко – через 1–2 хв, з відновленням величини BIS-індексу до вихідного значення.

Статистично значущі відмінності на всіх етапах дослідження були відсутні ( $\chi^2$ -тест за Фрідманом ( $N = 98$ ,  $df = 6$ ) = 519,6  $p < 0,001$ , коефіцієнт конкордатності Кьендела – 0,89. Середній ранг:  $r = 0,89$ ).

Як видно з даних малюнка, у таргетному діапазоні (40–60) переважно знаходилися значення BIS на етапах введення пропофолу, початку введення ксенону, досягнення максимальної концентрації та її підтримання,

що свідчить про добру керованість анестезії. Незважаючи на наявність статистично значущих відмінностей на всіх етапах дослідження, чітко спростежується тенденція до повернення величини BIS-індексу до вихідних значень по закінченні інгаляції.

Проведений аналіз ступеня інформативності BIS-індексу при ксеноновому інгаляційному наркозі показав, що BIS-моніторинг забезпечує повну та об'єктивну інформацію про глибину седації, добре

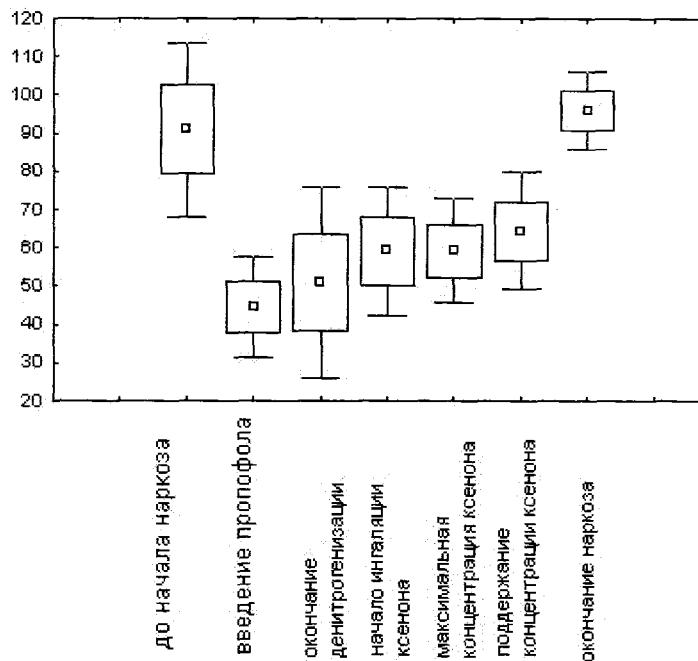


Рис. Динаміка величини BIS-індексу.

Таблиця 2. Середні значення BIS-індексу

Етап дослідження	Кількість вимірювань	$M \pm m$	Me (25%; 75%)
До початку наркозу	111	90,9 $\pm$ 1,1	98,0 (87,0; 98,0)
Введення пропофолу	98	44,5 $\pm$ 0,7	44,5 (40,0; 47,0)
Закінчення денітрогенізації	111	51,1 $\pm$ 1,2	47,0 (44,0; 55,0)
Початок інгаляції ксенону	111	59,1 $\pm$ 0,8	57,0 (55,0; 60,0)
Максимальна концентрація	111	59,2 $\pm$ 0,7	60,0 (56,0; 63,0)
Підтримка концентрації ксенону	111	64,5 $\pm$ 0,7	64,0 (59,0; 68,0)
Закінчення інгаляції	111	95,9 $\pm$ 0,5	98,0 (97,0; 99,0)

корелює з клінічними її ознаками і може бути використаний як об'єктивний критерій у моніторинговому режимі. Лише на «пропофоловій» складовій седатії значення BIS-індексу достовірно знижувалися, на етапах суто ксенонівної седатії – залишалися стабільно-оптимальними з високою статистичною достовірністю. На основі об'єктивного показника з'явилась можливість індивідуального підбору дози ксенону, що є актуальним через відносно високу вартість інгаляційного анестетика. Відзначено позитивні клінічні ефекти, які полегшували проведення процедури, – запобігання можливості відновлення свідомості пацієнта під час лікувального наркозу, скорочення тривалості виходу з наркозу.

## ВИСНОВКИ

1. Наркоз ксенонівно-кисневою сумішшю потребує більш досконалого моніторингу, ніж наркоз севофлураном або іншим інгаляційним анестетиком. При проведенні маскових наркозів ксенонем по закритому контуру після визначення необхідного об'єму газопотоку і кисня, оптимальними показниками, які дають змогу контролювати безпеку хворого, є показники газового складу в контурі –  $\text{FiO}_2$ ,  $\text{FiXe}$ ,  $\text{EtCO}_2$  та сатурація кисню –  $\text{SO}_2$ . Якщо хоча б один з цих параметрів відсутній, то від проведення анестезії з низьким газотоком слід відмовитися з огляду на безпеку хворого.

В ходе работы установлено, что оптимальными показателями безопасности масочного ксенонивного наркоза являются показатели газотока в контуре  $\text{FiO}_2$ ,  $\text{FiXe}$ ,  $\text{EtCO}_2$  и сатурация кислорода –  $\text{SO}_2$ . При масочном ксенонивном наркозе не происходит депрессии дыхания. Также, удобство подбора дозы и контроль уровня седации обеспечивается использованием BIS-индекса.

*Ключевые слова:* ксенон, масочный наркоз, закрытый контур, мониторинг безопасности.

The most most important data while xenon mask anesthesia are  $\text{FiO}_2$ ,  $\text{FiXe}$ ,  $\text{EtCO}_2$  oxygen saturation ( $\text{SO}_2$ ). There is no breath depression under xenon mask anesthesia. Also, ease of dose selection and monitoring of the sedation level is provided using BIS-index.

*Key words:* xenon, facial mask anesthesia, closed circuit, safety monitoring.

2. З метою моніторингу глибини наркозу та седатії може бути застосований BIS-індекс. Спостереження його в динаміці дає змогу запобігти можливості відновлення свідомості пацієнта під час лікувального наркозу, скоротити тривалість виходу з наркозу та витрати газу.
3. Шляхом дослідження показників моніторингу динаміки дихання встановлено цілковиту безпеку методики застосування ксенону по замкненому контуру, про що свідчить відсутність зменшення величини ХОД при зменшенні ЧД та збільшенні ДО.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Макеев Г.Н. (2011) Ксенон в анестезиологии: прошлое, настоящее и будущее. Клиническая практика. № 3, с.12.
2. Baum J. (2004) Low flow anesthesia. *Anaesthesist*; 43:194-210.
3. Morita S., Goto T., Niimi Y. (1994) Closed circuit anesthesia: a perspective in clinical practice. *Masui*; 43:746-752.
4. Tung A., Lynch J.P., Roizen M.F. (2002) Use of the BIS monitor to detect onset of naturally occurring sleep. *J. Clin. Monit. Comput.*;17(1):37-42.
5. Галушка С.В., Лазарев К.В. Практические рекомендации по использованию BIS-монитора во время анестезии. В сб. ГУ НИИ общей реаниматологии РАМН, М., с. 97-101.
6. Зильбер А.П. (1996) Респираторная медицина. Петрозаводск: изд-во Петрозавод. ун-та, 487 с.
7. Буров Н.Е. (2008) Применение ксенона в медицине. В сб. «Ксенон и инертные газы в медицине». М., изд-во ГВКГ им. Н.Н.Бурденко, с.10-23.
8. Халафян А.А. (2007) *Statistica 6. Статистический анализ данных*. М.: Бинум-Пресс, 508 с.