

Мониторинг воздуха при проведении ингаляционной анестезии в отделении экстракорпорального оплодотворения

В. И. Потиевская¹, А. А. Попов², И. Л. Ушаков³

¹ Российская медицинская академия последипломного образования, г. Москва

² Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии

³ Клиника «Москворечье», г. Москва

Цель исследования: оценка динамики загрязнения воздуха при использовании севофлурана на разных этапах анестезии в ходе хирургических вмешательств при осуществлении экстракорпорального оплодотворения (ЭКО).

Дизайн: проспективное пилотное исследование.

Материалы и методы. Выполнено 1099 замеров уровня загрязнения воздуха в операционной отделении ЭКО при использовании ингаляционного анестетика севофлурана. Измерения проведены в течение 14 дней в начале рабочего дня и на различных этапах масочной анестезии (14 анестезий, 154 замера), а также на протяжении 7 дней в различных зонах операционной (21 анестезия, 945 замеров).

Результаты. На всех этапах анестезии значительное повышение концентрации органических соединений в воздухе операционной отсутствовало, но показатели загрязнения воздуха на этапе пробуждения в 2 раза превышали таковые на этапе индукции ($p < 0,05$). Выявлено, что во время поддержания анестезии нет следов загрязнения в местах нахождения эмбриолога и гинеколога, на остальных участках отмечается небольшое повышение концентрации органических соединений. Обнаружено повышение уровня загрязнения воздуха операционной на этапе пробуждения в зонах нахождения пациентки и всех специалистов, кроме эмбриолога.

Заключение. При соблюдении технологии ингаляционной анестезии севофлураном в ходе осуществления ЭКО риск токсического воздействия анестетика на персонал минимален. В наименьшей степени воздействию ингаляционного анестетика подвергаются эмбриолог и акушер-гинеколог.

Ключевые слова: севофлуран, ингаляционная анестезия, загрязнение воздуха, экстракорпоральное оплодотворение.

Air Monitoring During Inhalation Anesthesia in In-Vitro-Fertilization Unit

V. I. Potievskaya¹, A. A. Popov², I. L. Ushakov³

¹ Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

² Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology

³ Moskvorechie Clinic, Moscow

Study Objective: To assess changes in air pollution during different phases of in-vitro-fertilization (IVF) surgical procedures when sevoflurane anesthesia is given.

Study Design: This was a pilot, prospective study.

Materials and Methods: During the study, 1,099 air-pollution measurements were taken in the operating room of an IVF unit when inhalation anesthesia with sevoflurane was being used. These measurements were done over 14 days at the beginning of the work day and at different steps of mask anesthesia (14 anesthetic procedures, 154 measurements); and over 7 days in different zones of the operating room (21 anesthetic procedures, 945 measurements).

Study Results: No significant elevation in concentrations of organic compounds in the air of the operating room was seen at any stage of the anesthetic procedure. However, at the emergence stage, levels of air-pollution parameters were twice as high as at the induction stage ($p < 0.05$). The study showed that at the anesthesia stage there were no traces of air pollutants in the areas where the embryologist and the gynecologist work; while in the other zones, concentrations of organic compounds were slightly elevated. At the emergence stage, air-pollution levels were higher in the patient zone and in zones where all specialists, except for an embryologist, worked.

Conclusion: If the technique for inhalation anesthesia with sevoflurane, which is used in IVF procedures, is followed correctly, the risk of sevoflurane toxicity among the staff members is minimal. The embryologist and gynecologist are exposed to the lowest levels of an inhaled anesthetic.

Keywords: sevoflurane, inhalation anesthesia, air pollution, in-vitro fertilization.

В последнее десятилетие возобновился интерес к ингаляционным анестетикам, в том числе при выполнении малоинвазивных вмешательств [1]. Это связано с явными преимуществами ингаляционной анестезии, которая дает возможность управлять глубиной наркоза с помощью регулирования концентрации анестетика в конце выдоха. С появлением ингаляционных анестетиков третьего поколения

(севофлуран, десфлуран) и значительным снижением побочных эффектов и токсичности препаратов открылись новые перспективы использования ингаляционной анестезии, в частности в клинике ВРТ [7]. В то же время до сих пор присутствует определенная настороженность эмбриологов и репродуктологов в связи с наличием потенциального риска загрязнения окружающей среды на рабочих местах [6].

Попов Александр Анатольевич — д. м. н., профессор, руководитель отделения эндоскопической хирургии ГБУЗ МО МОНИАГ. 101000, г. Москва, ул. Покровка, д. 22а. E-mail: guzmoniiag@gmail.com

Потиевская Вера Исааковна — д. м. н., профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ГБОУ ДПО РМАПО Минздрава России. 125993, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1. E-mail: tтаро@tтаро.ru

Ушаков Игорь Леонидович — врач анестезиолог-реаниматолог клиники «Москворечье». 115409, г. Москва, ул. Москворечье, д. 16. E-mail: igorus68@gmail.com

Доказано, что качество воздуха имеет большое значение для успешного оплодотворения и развития эмбриона, а наличие любых органических соединений в воздухе операционной отделения ВРТ может оказать отрицательное воздействие на результаты циклов ЭКО [2], поэтому современные эмбриологические лаборатории оборудованы вентиляционными системами с положительным давлением и фильтрами для очистки воздуха. При этом негативное действие отходов ингаляционных анестетиков и газов полностью не устраняется, но может контролироваться [8].

Из литературных источников известно, что в большинстве случаев воздух в операционной загрязняется при случайном пролитии анестетика, чаще всего при заполнении испарителя [3, 4]. Описан также случай утечки ингаляционного анестетика из-за неправильной установки испарителя на наркозном аппарате [5].

В клинике «Москворечье» (г. Москва) накоплен более чем пятилетний опыт применения ингаляционных анестетиков в ходе хирургических вмешательств при осуществлении ВРТ, в 2014 г. доля этого вида анестезии составила около 70% от всех анестезиологических пособий (рис. 1).

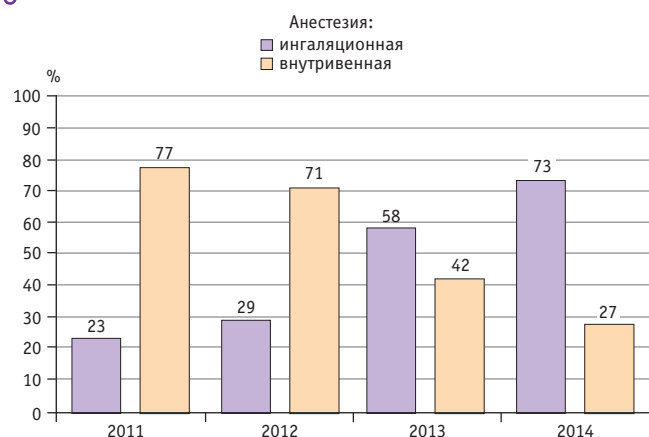
В течение длительного времени в клинике использовали севофлуран (Sevorane, AbbVie) с закрытой системой наполнения Quick Fill, однако впоследствии система заполнения испарителя была заменена на открытую и появились опасения относительно возможной утечки анестетика. Это определило интерес к проблеме загрязнения воздуха и обусловило необходимость в контроле его чистоты во время ингаляционной анестезии для выявления наиболее вероятных причин утечки анестетика.

Целью исследования стала оценка динамики загрязнения воздуха при использовании севофлурана на разных этапах анестезии в различных участках операционной в ходе процедуры ЭКО.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа является проспективным пилотным исследованием в сфере ВРТ. Исследование одобрено комитетом по этике научных исследований ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России.

Рис. 1. Соотношение видов анестезиологических пособий в ходе хирургических вмешательств при осуществлении вспомогательных репродуктивных технологий в клинике «Москворечье» (данные годового отчета отделения экстракорпорального оплодотворения клиники за 2014 г.), %



Изучали загрязнение воздуха операционной отделения ЭКО клиники «Москворечье» во время проведения ингаляционной анестезии при трансвагинальной пункции яичников в цикле ЭКО в мае — июле 2015 г.

Анестезию во всех случаях производили методом быстрой индукции после предварительного заполнения контура наркозного аппарата с концентрацией севофлурана на входе 7–8%. Скорость потока свежего газа составляла 6 л/мин при проведении индукции с последующим снижением до 2 л/мин в период поддержания анестезии.

Для замеров уровня загрязнения воздуха использовали фотоионизационный газоанализатор КОЛИОН-1В-06 (Россия) с диапазоном измерения от 0 до 500 мг/м³ (рис. 2). Устройство было откалибровано для определения севофлурана. Другие органические вещества во время замеров не использовали.

Сначала в течение 14 дней проводили замеры в операционной до начала рабочего дня и последующую фиксацию показателей проб воздуха в зоне наркозного аппарата каждые 3 минуты на протяжении первой в этот день анестезии. Период замеров включал пять этапов: 1) тестирование наркозно-дыхательной аппаратуры, 2) заполнение контура аппарата газонаркозической смесью, 3) индукцию анестезии, 4) поддержание анестезии, 5) пробуждение. В целом при проведении 14 анестезий было выполнено 154 замера.

Постоянно контролировали факторы, которые могли оказать влияние на загрязнение воздуха в операционной:

- правильность подбора лицевой маски для обеспечения герметичности;
- поток газовой смеси в зависимости от этапа анестезии;
- режим вентиляции помещения;
- эвакуацию отработанных газов от аппарата.

Затем в течение 7 дней во время проведения первых трех анестезий выполняли замеры уровня загрязнения воздуха в пяти зонах операционной. Каждая зона соответствовала месту нахождения специалиста (эмбриолога, гинеколога, медсестры-анестезиста и анестезиолога), а также пациентки в операционной (рис. 3). Время анестезии масочным способом было разделено на три этапа: 1) индукцию анестезии, 2) поддержание анестезии, 3) пробуждение. Измерения проводились на каждом этапе анестезии, не менее чем по 3 раза в каждой зоне операционной. В целом в ходе 21 анестезии было выполнено 945 замеров.

Общее количество всех замеров в операционной составило 1099 при проведении 35 анестезий.

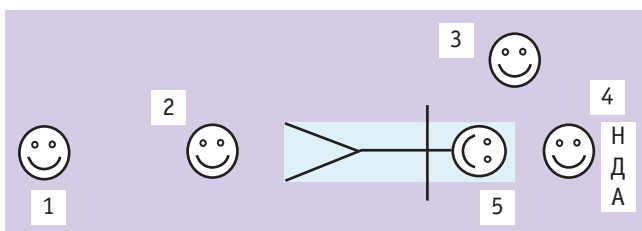
Количественные данные представлены в виде средней арифметической и ее стандартной ошибки ($M \pm m$). Статистическую обработку результатов проводили с применением пакета программ Statistica 6.0, для оценки значимо-

Рис. 2. Фотоионизационный газоанализатор КОЛИОН-1В-06 (Россия)



Рис. 3. Схема замеров в различных зонах операционной.

Примечание. 1 — эмбриолог; 2 — гинеколог; 3 — медсестра-анестезист; 4 — анестезиолог; 5 — пациентка; НДА — наркозно-дыхательный аппарат



сти различий между двумя группами использовали непараметрические методы вариационной статистики и критерий Вилкоксона. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Медиана времени проведения анестезии составила 5 минут 30 секунд (3 минуты 30 секунд; 8 минут 30 секунд), медиана времени пробуждения — 4 минуты 30 секунд (3 минуты; 8 минут).¹

Результаты исследования на всех этапах анестезии не подтвердили предположение о значительном повышении концентрации органических соединений (севофлурана) в воздухе операционной. В образцах воздуха, взятых из зоны наркозного аппарата в моменты тестирования и заполнения контура, значительных различий выявлено не было. Снижение уровня загрязнения от начала подготовки к анестезии до момента прекращения подачи анестетика и снятия лицевой маски демонстрирует эффективность воздухообмена в помещении. В то же время необходимо отметить, что показатели загрязнения воздуха на этапе пробуждения в 2 раза превышали показатели на этапе индукции анестезии ($p < 0,05$) (рис. 4).

Анализ замеров в различных зонах операционной показал отсутствие загрязнения воздуха во всех точках измерения на этапе индукции анестезии. Во время поддержания анестезии не было следов загрязнения в местах нахождения эмбриолога и гинеколога, на остальных участках отмечено небольшое повышение концентрации органических соеди-

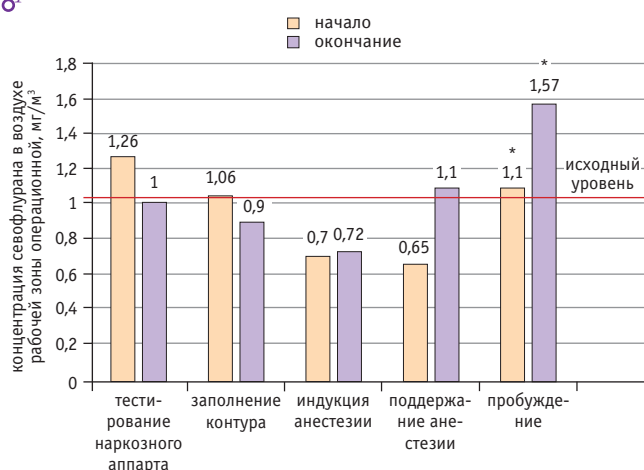
нений. Обращает на себя внимание рост уровня загрязнения воздуха операционной на этапе пробуждения в зонах нахождения пациентки и всех специалистов, кроме эмбриолога (таблица, рис. 5).

При анализе результатов возник вопрос, могут ли максимальные показатели загрязнения воздуха оказывать вредное влияние на персонал операционной. На рисунке 5 отдельно представлены максимальные концентрации летучих органических веществ в различных участках операционной на разных этапах проведения анестезии севофлураном.

В некоторых странах для севофлурана установлены значения предельно допустимых концентраций (ПДК). ПДК определяет допустимую концентрацию, при которой у работников не возникают заболевания на протяжении всей трудовой деятельности. По данным Национального института охраны труда США (National Institute for Occupational Safety and Health), среднесменная ПДК для севофлурана, при которой можно находиться в течение 8 часов, составляет 2 ppm², что соответствует 16,6 мг/м³. В России опубликованных ПДК для севофлурана нет.

Рис. 4. Статичные замеры в зоне наркозного аппарата, мг/м³.

* Отличие от этапа индукции статистически значимо: $p < 0,05$



Таблица

Средние показатели загрязнения воздуха севофлураном в операционной на различных этапах анестезии, мг/м³ (M ± m)

Место в операционной	Индукция	Поддержание анестезии	Пробуждение
Эмбриолога	–	–	–
Гинеколога	–	–	0,25 ± 0,07
Анестезиста	–	0,21 ± 0,05	0,72 ± 0,12*
Анестезиолога	–	0,68 ± 0,12	1,50 ± 0,18*
Пациентки	–	1,02 ± 0,16	2,61 ± 0,28*

* Отличие от этапа поддержания анестезии статистически значимо: $p < 0,001$.

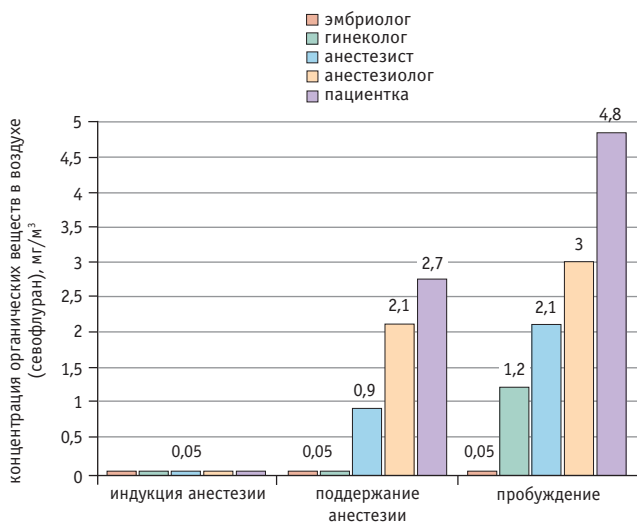
Примечания.

1. Данные получены при проведении 21 анестезии.
2. Прочерки означают отсутствие следов загрязнения.

¹ В скобках указаны минимальное и максимальное значения ряда. — Примеч. авт.

² ppm (part(s) per million) — миллионная доля, единица измерения концентрации. — Примеч. авт.

Рис. 5. Максимальные концентрации органических веществ, зарегистрированные в различных зонах операционной на разных этапах проведения анестезии севофлураном, мг/м³



В результате нашего исследования получены данные, свидетельствующие о повышении концентрации ингаляционного анестетика севофлурана преимущественно на этапе пробуждения и прекращения дыхания через лицевую маску, что связано с попаданием в атмосферу анестетика при окончании анестезии и снятия маски. Однако уровень орга-

нических веществ даже на этапе пробуждения был значительно ниже ПДК, что указывало на отсутствие негативного влияния на персонал.

Вместе с тем сегодня имеются резервы для дальнейшего уменьшения загрязнения ингаляционными анестетиками, прежде всего за счет контроля загрязнения воздуха с помощью газового анализа с определением концентрации анестетика на вдохе и выдохе, применения закрытых систем наполнения испарителя и обновления анестезиологического оборудования. Ежедневный мониторинг состояния воздушной среды в операционной изменит отношение врачей к собственной безопасности на рабочем месте и к своему здоровью и приведет к снижению затрат благодаря предупреждению возможных потерь анестетика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При работе с севофлураном отмечен незначительный рост уровня загрязнения воздуха операционной, преимущественно на этапе пробуждения пациенток.
2. При соблюдении технологии ингаляционной анестезии риск токсического воздействия анестетика на персонал минимален.
3. В наименьшей степени воздействию ингаляционного анестетика во время проведения трансвагинальной пункции яичников подвергаются эмбриолог и акушер-гинеколог.
4. Мониторинг концентрации органических соединений является эффективным способом предупреждения возможных загрязнений воздуха операционной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ингаляционная индукция и поддержание анестезии / Под ред. В. В. Лихванцева. М.: МИА, 2013. 320 с.
2. Попов А. А., Молчанов И. В., Потиевская В. И., Ушаков И. Л. Возможности уменьшения загрязнения воздуха в операционной при проведении ингаляционной анестезии в клинике экстракорпорального оплодотворения // *Новости анестезиологии и реаниматологии*. 2014. № 2 (сер. «Медицина»). С. 36.
3. *Пособие для работников в сфере здравоохранения* / Под ред. В. В. Лазарева. М.: изд-во РНИМУ им. Н. И. Пирогова, 2014. С. 24.
4. Heijbel H., Bjurstom R., Jakobsson J. G. Personnel breathing zone sevoflurane concentration adherence to occupational exposure

- limits in conjunction with filling of vaporisers // *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2010. Vol. 54. N 9. P. 1117–1120.
5. Kim H. J., Kim M. W. Interruption in the supply of breathing gas during general anesthesia due to malposition of the vaporizer // *Korean J. Anesthesiol.* 2010. Vol. 59. N 4. P. 270–274.
6. Miekisch W., Schubert J. K., Noeldge-Schomburg G. F. E. Diagnostic potential of breath analysis — focus on volatile organic compounds // *Clin. Chim. Acta.* 2004. Vol. 347. N 1–2. P. 25–39.
7. Mousa Mohammed S. A., Abdel-Hady E. S. Sevoflurane versus propofol sedation technique for trans-vaginal oocyte retrieval in one-day surgery // *Egyptian J. Anaesth.* 2006. Vol. 22. N 2. P. 100–105.
8. Smith F. D. Management of exposure to waste anesthetic gases // *AORN J.* 2010. Vol. 91. N 4. P. 482–494. ■

Библиографическая ссылка:

Потиевская В. И., Попов А. А., Ушаков И. Л. Мониторинг воздуха при проведении ингаляционной анестезии в отделении экстракорпорального оплодотворения // *Доктор.Ру. Гинекология*. 2015. № 11 (112). С. 22–26.