

7. Chapman M.J., Lund-Katz S., Philips M.C. et al. LDL subfractions: properties and functions // *Atherosclerosis*. - 2005. - P. 977-979.

Резюме

ОСОБЛИВОСТІ ЛІПІДТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В НОРМІ ТА ПРИ ЦУКРОВОМУ ДІАБЕТІ 2 ТИПУ

Котюжинська С.Г., Гоженко А.І.

Показано, що порушення ліпідтранспортної системи у хворих на цукровий діабет 2 типу напряму залежить від рівня глікемії крові. Нормалізація глікемії призводить до зменшення рівнів загального холестерину крові та інших ланок ліпідтранспортної системи. Доведено, що гіперглікемія є основним фактором ризику порушень ліпідного обміну та розвитку атеросклерозу у хворих на цукровий діабет 2 типу.

Ключові слова: ліпідтранспортна система, гіперглікемія, атеросклероз.

УДК 615.211.015

ПОСТОРОННИЕ ВЕЩЕСТВА В ЗАКРЫТОМ ИНГАЛЯЦИОННОМ КОНТУРЕ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕТАБОЛИЗМА ПАЦИЕНТА И ДЕГРАДАЦИИ ИНГАЛЯЦИОННЫХ АНЕСТЕТИКОВ

Каташинский О.Ю., Радюшин Д.А., Графов А.П., Драгунова Ю.А., Савченко Е.В., Гоженко А.И.

КУ «Одесская областная клиническая больница»

ООО «Айсблик»

В данной статье представлен литературный обзор одного актуальных вопросов, касающихся проведения анестезии по закрытому контуру - накопление посторонних газов в контуре. Проанализированы основные побочные эффекты, вызываемые данными газами. На основании проведенных разными авторами исследований сделаны выводы по обеспечению безопасности пациента при работе по закрытому контуру.

Ключевые слова: ингаляционная анестезия, закрытый дыхательный контур, посторонние вещества (газы).

Введение

Общая анестезия – состояние, характеризующееся временным выключением сознания, болевой чувствительности, рефлексов и расслаблением скелетных мышц, вызванное воздействием фармакологических веществ на центральную нервную систему. В зависимости от пути

Summary

FEATURES LIPIDTRANSPORT SYSTEMS IN NORMAL AND IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES

Kotyuzhynska S.G, Gozhenko E.A.

It is shown that violation of lipidtransport system in patients with type 2 diabetes depends on the level of blood glucose. Normalization of glucose leads to a decrease in levels of total blood cholesterol and other parts lipidtransport system. It is shown that hyperglycemia is a major risk factor for disorders of lipid metabolism and atherosclerosis in patients with type 2 diabetes.

Keywords: lipidstransport system, hyperglycemia, atherosclerosis.

Впервые поступила в редакцию 31.01.2012 г.

Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования

хательные пути. Ингаляционная анестезия подразумевает введение анестетических веществ в организм человека через дыхательные пути. Сочетание этих двух видов анестезии называется комбинированной анестезией.

Каждый вид общей анестезии имеет свои особенности. Преимуществами внутривенной анестезии являются: быстрое начало действия и отсутствие загрязнения окружающей среды, недостатком – инерционность и недостаточная управляемость. Положительным свойством ингаляционной анестезии является большая управляемость.

Традиционно, раньше, ингаляционная анестезия проводилась с использованием высоких потоков свежего газа. Существенными недостатками такой анестезии являлись: значительное загрязнение воздуха операционной, значимые потери тепла и влаги из дыхательных путей, большой расход анестетиков. Современной технологией проведения ингаляционной анестезии является подача в дыхательный контур малого и сверхмалого потока свежих газов (low- и minimal-flow) и метаболического потока (т.н. анестезия по закрытому контуру) с реверсией дыхательной смеси.

Переход к низкопоточной ингаляционной анестезии позволил перевести основные недостатки последней в преимущества.

Преимущества низкопоточной анестезии:

- существенное снижение расхода ингаляционного анестетика (ингаляционные анестетики являются дорогостоящими);
- существенное снижение либо полное отсутствие загрязнения воздуха операционной (отсутствие неблагоприятного влияния на медперсонал);
- предотвращается охлаждение и высушивание газовой смеси (отмечается благоприятное воздействие на пациента: улучшение микроклимата в контуре способствует нормальному фун-

кционированию бронхиального эпителия при ИВЛ, предотвращается развитие морфофункциональных изменений, которые ведут к нарушению эвакуации бронхиального секрета, обструкции бронхиол и микроателектазированию).

В последнее время во всем мире отметилась тенденция к увеличению доли ингаляционных анестезий. Это связано с открытием новых современных ингаляционных анестетиков – изофлюрана, севофлюрана, десфлюрана, ксенона и т.д., свойства которых близки к таковым «идеального» анестетика. В некоторых странах до 77% общих анестезий осуществляется с использованием современных газовых анестетиков. К сожалению, в Украине ситуация проведения ингаляционных анестезий оказывается несколько иной.

Главным внештатным специалистом МОЗ Украины по специальности «анестезиология» Р.М.Федосюком были представлены данные о распределении анестезий, проводящихся в ЛПУ Украины, по видам. Доля ингаляционного мононаркоза в структуре всех анестезий составила лишь [3]:

- 0,15% за 2006 г.;
- 0,21% за 2007 г.;
- 0,15% за 2008 г.;
- 0,51% за 2009 г.

Низкий уровень внедрения в Украине ингаляционной анестезии является следствием [4]:

- ограниченного количества необходимой для обеспечения данного метода аппаратуры (наркозно-дыхательных аппаратов, обеспечивающих возможность работать по низкому потоку; аппаратов мониторинга состояния пациента);
- относительно высокой стоимостью ингаляционных анестетиков;
- низким уровнем владения врачами-анестезиологами данным методом анестезии (2,7±0,79% - данные, полученные при проведении опроса анестезиологов).

тезиологов по уровню профессиональной подготовки).

Однако на сегодняшний день положение ингаляционной анестезии представляется более оптимистичным. За последние 2 года в Украину поступило и распределено между ЛПУ более восьмисот наркозно-дыхательных аппаратов, позволяющих проводить ингаляционную анестезию по низкому потоку. И уже за последний год отметилась тенденция к росту данных методов анестезии в практическом здравоохранении. Так, например, в Одесской областной клинической больнице доля ингаляционных анестезий за 2011 г. увеличилась на 15 % по сравнению с предыдущими годами.

Одной из проблем внедрения данного метода анестезии является также, как было уже отмечено выше, недостаточное владение (либо отсутствие владения) анестезиологами навыками проведения ингаляционной анестезии вообще и ингаляционной анестезии по низкому потоку в частности. И если даже анестезиолог имеет большой опыт проведения ингаляционной анестезии в прошлом, современная технология проведения данной анестезии имеет свои отличия и особенности.

В зависимости от величины газового потока различают следующие разновидности ингаляционных анестезий (по В.Эрдману, 1994). [2]:

Высокопоточная —газоток	> 6 л/мин
Среднепоточная	>3 л/мин
Низкопоточная	> 1 л/мин
Минимальнопоточная	< 1 л/мин

По закрытому контуру —поток свежего газа равен его поглощению.

Еще одна классификация потока представлена Simionesku в 1986г., модифицирована А.В. Baker в 1994 г.:

очень высокий поток	— > 4 л/мин
высокий поток	— 2-4 л/мин
средний поток	— 1-2 л/мин
низкий поток	— 500-1000 мл/мин
минимальный поток	— 250-500 мл/мин
метаболический поток	— 250 мл/мин.

Как упоминалось выше, современной технологией проведения ингаляционной анестезии является подача в контур низких и сверхнизких потоков свежего газа. Проведение анестезии с низким потоком свежего газа возможно лишь при использовании реверсивных дыхательных контуров. Особенность этих контуров состоит в том, что выдыхаемая газовая смесь, смешиваясь с поступающим в контур свежим газом, вновь попадает на линию вдоха.

Основные обязательные условия проведения анестезии по низкому потоку [1, 2]:

- создание герметичности дыхательного контура; причем, чем меньше поток свежего газа в контуре, тем большие требования предъявляются к герметичности последнего. Согласно европейскому стандарту CEN, допустимая утечка из дыхательного контура с минимальным газотоком не должна превышать 100 мл/мин при 30 см H₂O;
- обязательное проведение непрерывного динамического контроля за концентрациями кислорода, углекислого газа и ингаляционных анестетиков в дыхательном контуре;
- наличие эффективного адсорбента CO₂.

Актуальность работы

Некоторые вопросы, касающиеся проведения ингаляционной анестезии по низкому потоку, остаются на сегодняшний день спорными; одним из них является накопление в контуре следующих продуктов метаболизма пациента: ацетона, метана, этанола, водорода, азота, аргона, а также продуктов дегградации ингаляционных анестетиков. Многими исследователями описывается возможное негативное влияние данных веществ на организм пациента и внесение погрешностей в результаты работы газовых анализаторов.

В литературе, посвященной низкопоточной ингаляционной анестезии, в перечне противопоказаний даже находим: состояния, которые могут сопровождаться накоплением в контуре примесей посторонних газов, а именно [2, 9, 10]:

- декомпенсированный сахарный диабет и длительное голодание (нарушение элиминации ацетона);
- острая либо хроническая алкогольная интоксикация (нарушение элиминации этанола);
- тяжелые формы гемолитической анемии и порфирии (нарушение элиминации монооксида углерода);
- отравление газообразными веществами (угарным газом, хлопикрином и др.);
- состояния, сопровождающиеся резким повышением основного обмена (например, сепсис).

Не является ли данная «проблема» надуманной? Стоит ли учитывать вышеперечисленные состояния при решении вопроса о проведении ингаляционной анестезии по низкому потоку? Какие вещества могут представлять реальную угрозу для пациента, а наличие каких можно просто не принимать во внимание?

Цель работы

Обеспечение информированности анестезиологов об одной из проблем работы по закрытому контуру – накопления примесей посторонних газов; повышение безопасности пациента при проведении ингаляционной анестезии по закрытому контуру.

Обсуждение

В зависимости от фазы дыхательного цикла газовый состав дыхательного контура будет изменяться. Изначально на вдохе газовая смесь состоит из: кислорода, ингаляционного анестетика, а также примесей посторонних газов, которые имеются в медицинском кислороде, состав и концентрация которых зависит от качества (чистоты состава) используемых газов. Наименьшую концентрацию примесей газообразных веществ содержит кислород, полученный на установках криогенного разделения воздуха, наибольшую – из концентраторов кислорода. Что же касается фазы выдоха, газовый состав контура будет включать в себя следующие составляющие: кислород, ингаляционный

анестетик и продукты его деградации, пары воды, углекислый газ и вещества, образованные в результате метаболизма пациента. Они при работе по закрытому контуру со временем будут появляться и на вдохе, вследствие реверсии дыхательной смеси. Выделенный углекислый газ поглощается адсорбентом, и в норме не должен присутствовать во вдыхаемой смеси. В данной работе нами рассмотрены лишь наиболее значимые компоненты дыхательной смеси, которые образуются в результате метаболических процессов, происходящих в организме человека, и в результате деградации ингаляционных анестетиков.

Метан присутствует в желудочно-кишечном тракте животных и человека. Данный продукт образуется в дистальных отделах толстого кишечника в результате ферментативного расщепления углеводов в строго анаэробных условиях под воздействием *Methanobacterium ruminantium* [7,12,15]. Метан выводится вместе с другими газами из кишечника, и лишь небольшая его часть всасывается в кровь. Поскольку он обладает высокой растворимостью в крови, 90-95% растворенного метана затем выводится из организма через легкие. По количеству выдыхаемого метана можно разделить людей на 2 группы: приблизительно у 2/3 концентрация метана в выдыхаемом воздухе составляет менее 1 ppm, и лишь у 1/3 эта концентрация варьирует в пределах 1-70 ppm. Значительные концентрации метана в выдыхаемой дыхательной смеси можно наблюдать у большинства пациентов со злокачественными опухолями толстого кишечника, с тяжелыми формами неспецифического язвенного колита, с полипами кишечника [12].

Ацетон образуется в печени в результате метаболизма свободных жирных кислот; частично выделяется из организма через легкие [7, 9, 12, 15]. Повышенное образование ацетона в организме отмечается у пациентов с декомпенсированным сахарным диабетом и при длительном голодании. Было отмечено, что

превышение содержания ацетона в сыворотке крови до 50 мг/л и выше может приводить к замедлению процесса выхода из анестезии и повышает риск развития в послеоперационном периоде тошноты и рвоты.

Клиническая значимость повышенных концентраций ацетона и метана в контуре не совсем ясна; люди, находящиеся в подводных лодках, шахтах, космических кораблях в течение нескольких месяцев, постоянно подвергаются воздействию высоких концентраций данных продуктов метаболизма без развития у них побочных эффектов. Верхняя граница предельно допустимой концентрации (в течение 24-х) часов ацетона в воздухе составляет для подводников в США 2000 ppm, а для метана – 5000 ppm [13]. При проведении исследований концентраций посторонних газов в контуре при низкочастотной анестезии ни в одной работе не было зафиксировано превышение этих предельно допустимых значений для ацетона и метана. То есть, можно сделать выводы, что данные вещества не могут оказать какого-нибудь токсического воздействия на организм пациента, поскольку их концентрация в контуре не будет достигать либо превышать предельно допустимые нормы.

Еще одной проблемой, связанной с накоплением метана в закрытом контуре, является нарушение работы газовых анализаторов. Проведя ряд исследований, G. Rolly и сотр. определили, что метан может давать ложноположительные концентрации ингаляционных анестетиков при использовании инфракрасных газовых анализаторов, работающих при длине волны 3,3 мкм [6,8]. Притом исследователями зафиксирована прямая связь между концентрацией метана в контуре и показаниями «ингаляционного анестетика» на газовом анализаторе. Чтобы избежать этого, было предложено при работе по закрытому контуру использовать инфракрасные газовые анализаторы с большей длиной волны (10-12 мкм).

Водород. Является метаболитом

кишечной бактерии, может экскретироваться через легкие со скоростью 0,6 мл/мин. Shigeho Morita и сотр. в своем исследовании, опубликованном в 1985 г., высказали предположение, что совместное накопление высоких концентраций метана и водорода, метана и кислорода, кислорода и водорода может привести к взрыву [15]. Однако водород способен диффундировать через шланги в атмосферу, концентрации метана в контуре также не превышают предельно допустимых значений, так что данное осложнение представляется надуманным и невозможным.

Этанол. Может наблюдаться в значительных количествах в выдыхаемом воздухе у пациентов, находящихся в состоянии алкогольного опьянения.

Моноксид углерода. В норме образуется в организме человека при катаболизме гем-содержащих протеинов, а именно: гемоглобина, миоглобина, цитохромов. Также источником эндогенного образования монооксида углерода является перекисное окисление липидов. Связываясь с гемоглобином, обеспечивает содержание 0,5 – 1,0% COHb в крови в норме (является регулятором АД, дыхания, сократимости матки при беременности, нейромышечной передачи). Количество эндогенно образованного CO (а соответственно и % COHb в крови) повышается при гемолитических процессах и при порфирии. Кроме эндогенно образующего монооксида углерода источником повышенной концентрации COHb в крови может быть табачный дым (содержит около 4% CO), и составляет 3-5%, достигая 10% у злостных курильщиков [5]. А также при проведении низкочастотной анестезии моноксид углерода может образовываться в результате деградации ингаляционного анестетика при взаимодействии последнего с высушенным адсорбентом. Хотя механизмы образования угарного газа в последнем случае не совсем ясны, было определено, что реакция между ингаляционным анестетиком и адсорбентом, приводящая к формированию данного про-

дукта, возникает в условиях обезвоживания/пересушивания адсорбента. Также определенную роль играет и химический состав адсорбента (а именно процентное содержание и вид сильных щелочей; $\text{KOH} > \text{NaOH}$), причем в некоторых исследованиях показано, что скорость образования монооксида углерода прямо пропорциональна концентрации щелочи в адсорбенте. Caroline R. Stabernack и сотр. в своем исследовании показали, что замена сильных щелочей в адсорбенте (KOH и NaOH) на $\text{Ca}(\text{OH})_2$ предотвращает продукцию угарного газа. Количество образованного CO зависит и от используемого ингаляционного анестетика; наиболее реактивными в этом плане оказались десфлюран и энфлюран. При взаимодействии, например, изофлюрана и энфлюрана с натронной известью последние распадаются с образованием некоторого количества флюороформа и аналога трихлорэтилена (хлоротрифлюороэтилена), которые под воздействием щелочи способны в свою очередь распадаться с образованием монооксида углерода. Также некоторые исследователи считают, что большее количество угарного газа образуется при большей концентрации ингаляционного анестетика. В литературе описаны ситуации появления высоких концентраций CO в контуре и COHb в крови пациентов, которым проводилась ингаляционная анестезия по низкому потоку (во всех случаях «виновником» оказался высушенный адсорбент). Анализируя описанные случаи и исследования, посвященные образованию монооксида углерода при взаимодействии ингаляционных анестетиков и адсорбента, можно сделать выводы, что при проведении ингаляционной анестезии по низкому потоку представляется невозможным полное высушивание адсорбента (в течение проведения анестезии), а соответственно и образование клинически значимой концентрации CO в дыхательном контуре.

Чтобы не допустить накопления значимого количества монооксида углерода в контуре необходимо соблюдать несколь-

ко условий: периодически продувать систему высоким потоком свежего газа (предварительно отключив адсорбер); своевременно производить замену адсорбента в адсорбере; не допускать высушивание адсорбента.

Азот. В норме в организме взрослого человека содержится приблизительно 2,7 л азота. При правильно проведенной денитрогенизации до 2 л свободного азота способно выводиться из организма. Часть азота остается в плохо перфузируемых тканях и элиминируется из них крайне медленно. Основной причиной избыточного накопления азота в дыхательном контуре при проведении ингаляционной анестезии по низкому потоку является недостаточная предварительная денитрогенизация пациента. Также некоторую роль может сыграть и газоанализатор, который в качестве калибровочного газа использует атмосферный воздух. Воздух, попадающий в газоанализатор, смешивается с образцами тестируемой газовой смеси и поступает в дыхательный контур [9]. В 2005г. Pia Hanne и сотр. опубликовали работу, в которой показали, что концентрация азота в контуре зависит также и от вида оперативного вмешательства: при открытой абдоминальной хирургии она больше, чем при хирургии с выполнением небольших разрезов [14]. Возможной причиной авторы указали диффузию азота из атмосферы через брюшину. Также азот способен проникать в контур из атмосферы путем диффузии через стенки шлангов; наибольшей пропускной способностью для азота обладают шланги, изготовленные из силикона [16]. И хотя накопление избыточного количества азота в контуре при проведении низкотоковой ингаляционной анестезии не способно непосредственно оказать негативное влияние на пациента, при повышении концентрации данного газа происходит снижение концентрации кислорода и ингаляционного анестетика. Это обуславливает необходимость частой коррекции потоков кислорода и ингаляционного анестетика и может, в конечном итоге, привести к ги-

поксии и/ или снижению анестетического действия ингаляционного анестетика соответственно [2, 9]. Что касается снижения концентрации анестетика в контуре, то это не может считаться проблемой, так как в большинстве случаев применяется комбинированная анестезия, т.е. используют кроме ингаляционного анестетика еще и внутривенные, так что некоторое снижение концентрации анестетика в контуре можно нивелировать повышением дозы внутривенного. Кроме того, появление третьего газа в контуре – проблема только для тех анестетиков, концентрация которых должна быть большой для обеспечения их анестетического действия (закись азота и ксенон). Чтобы не допустить гипоксии, рекомендуется поддерживать FiO2 на уровне не ниже 30%. Также важным представляется правильное проведение предварительной денитрогенизации.

Для того, чтобы понять, насколько опасным может оказаться накопление того либо иного вещества в контуре, необходимо сравнить предельно-допустимые концентрации с концентрациями, зафиксированными в литературе при проведении анестезии с использованием низких потоков свежего газа. Ниже представлен фрагмент таблицы взрывоопасных и токсичных веществ (по ГОСТ 51330.19-99, ГОСТ 12.1.005-88 и ВСН 64-

Таблица 1
Справочная таблица взрывоопасных и токсичных веществ.

Газ или пары вещества	Химическая формула	ПДК _{р.з.} Среднесменная (НАС) мг/м ³ ppm	ПДК _{р.з.} Максимально-разовая (НАТС) мг/м ³ ppm	Молярная масса г/моль	Переводной коэффициент при 20 °С и 760 мм рт. ст. (101,3 кПа)	
					1 ppm = мг/м ³ ?	1 мг/м ³ = ppm
Ацетон	C ₃ H ₆ O	$\frac{200}{82,8}$	*	58,08	2,410	0,414
Водород	H ₂	*	*	2,016	0,084	11,900
Метан	CH ₄	7000	*	16,04	0,667	1,500
Моноксид углерода	CO	$\frac{20}{17,18}$	$\frac{100}{85,9}$	28,01	1,170	0,859
Этанол	C ₂ H ₅ OH	$\frac{1000}{522}$		83,469	1,920	0,522

ПДК (НАС) – предельно-допустимая концентрация токсичного вещества среднесуточная (в течение 8 часов).
ПДК (НАТС) – предельно-допустимая концентрация токсичного вещества максимальная разовая (в течение суток).
* – неопределяемая величина.

Таблица 2

Сравнение ПДК взрывоопасных и токсичных веществ с реальными концентрациями, зафиксированными во время проведения анестезии с использованием низких потоков свежего газа

Газ или пары вещества	ПДК Суточная доза (НАС) ppm	Максимальные концентрации веществ, определяемые при проведении анестезии с использованием низких потоков свежего газа
Ацетон	82,8	110,8 ppm (69,4 ppm) [L. Versichelen] 12 ppm [G.Rolly] 5,9 ppm [S.Morita]
Водород	Неопределяемая величина	
Метан	7000	4130 ppm [L. Versichelen] 1187 ppm [G.Rolly] 229 ppm [S.Morita] 1380 ppm [G.Rolly]
Моноксид углерода	17,18	164 ppm (30,5 ppm) [L. Versichelen] 164 ppm (23,3 ppm) [G.Rolly]
Этанол	522	

86) (табл. 1; 2).

Исходя из данной таблицы знанием о присутствии метана либо ацетона в контуре можно пренебречь, поскольку предельно допустимые концентрации данных веществ в закрытом контуре гораздо ниже концентраций, зафиксированных в литературе, т.е. оказать токсическое воздействие на пациента не могут.

Что касается монооксида углерода, необходимо обратиться еще к одной таблице, демонстрирующей взаимосвязь между концентрацией CO в воздухе и клиническими проявлениями влияния его на организм пациента (табл. 3).

Из представленных в литературе

данных можно прийти к заключению, что при использовании адсорбента с нормальным содержанием воды при проведении анестезии с использованием низких потоков свежего газа невозможно накопление в контуре монооксида углерода в концентрациях, представляющих реальную опасность для пациента.

Кроме того, периодическое продувание контура высоким потоком свежего газа приводит к значительному снижению/элиминации данного вещества.

Выводы

1. Преимущества реверсивных систем – экономия анестетиков и кислорода, снижение влаго- и теплотеря, уменьшение загрязнения окружающей среды – наиболее реализованы при работе по закрытому контуру. Данный метод в наибольшей степени отвечает требованиям сегодняшнего дня.
2. Вследствие реверсии выдыхаемых газов и накопления продуктов метаболизма в дыхательном контуре становится важной проблема контроля состава дыхательной смеси, профилактики перекрестного инфицирования.
3. Основной проблемой посторонних газов в контуре является накопление монооксида углерода (СО), который может оказывать токсическое воздействие на организм пациента. Чтобы не допустить этого, необходимо контролировать состояние используемого адсорбента (своевременная замена; предотвращение высушивания).
4. Возможное появление метана, водорода, ацетона и этанола в контуре при проведении анестезии по низкому потоку можно не принимать во внимание, поскольку их концентрация не будет превышать предельно допустимые значения.

Таблица 3

Взаимосвязь концентрации СО во вдыхаемом воздухе с уровнем карбоксигемоглобина и клиническими проявлениями карбоксигемоглобинемии

Концентрация СО во вдыхаемом воздухе (ppm)	СОHb %	Симптоматика
70	10	Головная боль, слабость.
120	20	Сильная головная боль, тошнота, рвота, головокружение, нарушение зрения.
220	30	Тошнота, рвота, обморок, тахикардия и тахипноэ, неврологическая симптоматика.
350—520	40—50	Кома, судороги, нарушения дыхания и сердечно-сосудистой деятельности
800—1200	60—70	Кома, судороги, артериальная гипотензия, брадикардия, угнетение дыхания
1950	80	Дыхательная недостаточность. Смерть

Тем более при использовании периодического продувания системы будет происходить выведение их из контура. Рекомендуется использовать инфракрасные газовые анализаторы с длиной волны, превышающей 3,3 мкм с целью предотвращения нарушения их работы вследствие накопления метана.

5. Касательно азота: правильно проведенная предварительная денитрогенизация решает проблему третьего газа в контуре.
6. Более широкое внедрение в практику данного метода возможно при дальнейшем углубленном изучении особенностей анестезии по закрытому контуру, создании рациональных и реалистичных методических указаний для врачей-анестезиологов.

Литература

1. В.В. Лихванцев, А.В. Мироненко. Низкопоточная анестезия: теория и практика. Вестник интенсивной терапии, 2010 г., № 4, с. 75-84.
2. Н.Е. Буров. Технология низкопоточной газовой анестезии. Лекция.
3. Р.М. Федосюк. Деякі аспекти діяльності служби анестезіології центральних районних, міських та обласних лікарень України: аналіз структури анестезій. «Хірургія України», № 2, 2009р., с. 88-94.
4. Р.М. Федосюк. Обґрунтування оптимізації служби анестезіології лікувально-

профілактичних закладів України.–Руккопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.02.03 – «Соціальна медицина». Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л.Шупика, Київ, 2009.

5. Торшин В.А. Клинически значимые дисгемоглобины. Карбоксигемоглобин.
6. Eric Mortier, Georges Rolly and Linda Versichelen. Methane influences infrared technique anesthetic agent monitors. Journal of clinical monitoring and computing, 1998;14:85 -88.
7. G. Rolly. Trace gas accumulation in circles. Association for low flow anaesthesia, Edinburgh, 1996.
8. Georges Rolly, Linda F. Versichelen and Eric Mortier. Methane accumulation during closed-circuit anesthesia. Anesth. Analg., 1994;79:
9. <http://www.rusanesth.com/Genan/005.htm>. Низкопоточная анестезия (обзор литературы). Сидоров В.А.
10. Jan A. Baum. Low Flow Anaesthesia with Dräger Machines. 2004, p. 108-118.
11. Jan F.A. Hendrickx, Andre A.J. van Zundert and andre M. de Wolf. Influence of the reference gas of paramagnetic oxygen analyzers on nitrogen concentrations during closed-circuit anesthesia. Journal of clinical monitoring and computing, 1998;14:381 -384.
12. L. Versichelen, G. Rolly and H. Vermeulen. Accumulation of foreign gases during closed-system anaesthesia. British journal of Anaesthesia, 1996; 76: 668-672.
13. Much Ado about nothing trace gaseous metabolites in the closed circuit. Anesth. Analg., 1985;64:1029 -38.
14. Pia Hanne, Takahisa Goto, yoshinori Nakata. Nitrogen accumulation during closed circuit anesthesia depends on the type of surgery. Journal of clinical anesthesia, 2005;17:504 -508.
15. Shigeo Morita, William Latta. Accumulation of Methane, Acetone, and Nitrogen in the Inspired Gas during Closed-Circuit Anesthesia. Anesth. Analg., 1985;64:343-7.

16. Thomas Marx, Helmuth Reinelt, Kerstin Plotzki, Uwe Schirmer. Nitrogen diffusion into closed anesthesia systems. Journal of clinical monitoring and computing, 2004;18:321 -323.

Резюме

СТОРОННІ РЕЧОВИНИ У ЗАКРИТОМУ ІНГАЛЯЦІЙНОЇ КОНТУРІ, ЯКІ УТВОРЮЮТЬСЯ ВНАСЛІДОК МЕТАБОЛІЗМУ ПАЦІЄНТА І ДЕГРАДАЦІЇ ІНГАЛЯЦІЙНИХ АНЕСТЕТИКІВ

*Каташинський О.Ю., Радюшин Д.А.,
Графов А.П., Драгунова Ю.А.,
Савченко О.В., Гоженко А.І.*

Наведено літературний огляд одного актуальних питань, що стосуються проведення анестезії по закритому контуру - накопичення сторонніх газів в контурі. Проаналізовано основні побічні ефекти, викликані даними газами. На підставі проведених різними авторами досліджень зроблено висновки щодо забезпечення безпеки пацієнта при роботі по закритому контуру.

Ключові слова: інгаляційна анестезія, закритий дихальний контур, сторонні речовини (гази).

Summary

EXTRANEIOUS SUBSTANCES IN CLOSED INHALATION CIRCUIT RESULTING FROM PATIENT METABOLISM AND DEGRADATION OF INHALED ANESTHETICS

*Katashinsky O. Yu, Radyushin D.A., Grafov A.P., Dragunov Yu.A.,
Savchenko E.V., Gozhenko A.I.*

This article represents the literary review of one of the question, that remains opened for today, concerning managing closed-circuit inhalational anesthesia. This question is accumulation of foreign gases in the closed circuit. We've analyzed the main adverse effects of these gases. We've drawn the conclusions on making the closed-circuit inhalational anesthesia technique safe.

Key words: inhalation anesthesia, a closed breathing circuit, extraneous substances (gases).

*Впервые поступила в редакцию 22.03.2012 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*