

КСЕНОН В МЕДИЦИНЕ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Н.Е. Буров¹, И.В. Молчанов^{1,2}, Л.Л. Николаев¹

¹Российская медицинская академия последипломного образования

²ФГУЗ Клиническая больница № 83 ФМБА России, Москва

Ксенон относится к числу химических субстанций, интерес к которым в медицине в течение последних 20 лет непрерывно нарастает. Это связано с его многогранным воздействием на организм человека и потенциальным лечебным эффектом при различных патологических состояниях. Авторы проводят анализ текущего состояния терапии ксеноном и перспектив его применения.

Ключевые слова: ксенон, анестезия, перспективы

XENON IN MEDICINE: THE PAST, THE PRESENT AND THE FUTURE

Burov N.E., Molchanov I.V., Nikolaev L.L.

Xenon concerns to number of those chemical substances, interest to which in medicine continuously accrues within last 20 years. It is connected with its many-sided influence on a human organism and potential medical effect at various pathological conditions. Authors analyze the current condition of Xenon therapy and prospects of its application.

Keywords: xenon, anesthesia, prospects

Введение

Международный интерес к ксенону (Xe) как альтернативному газовому анестетику резко возрос в последней декаде XX века. Совершенствование технологии производства инертных газов и получение их в достаточных объемах создали предпосылки для рутинного применения ксенона в медицинской практике в качестве средства для наркоза и с лечебной целью [1-15]. Проблемы ксеноновой анестезии стали активно включаться в повестку дня симпозиумов и международных конгрессов (Иерусалим, 1994, Пиза, 1997, Франкфурт-на-Майне, 1998, Россия, 1994-2008 гг., Монреаль, 2000, Токио, 2001 и 2005 гг., Париж, 2004, 2007 гг.). По мнению большинства экспертов, ксенон признан самым перспективным анестетиком XXI века.

Более 20 лет Россия прочно удерживает мировой приоритет в практическом применении ксенона в анестезиологии и других разделах медицины. По существу, ксенон и другие инертные газы открывают новое направление

в медицинской науке. За разработки по ксенону в номинации «Новое направление в медицине» группа анестезиологов награждена Национальной премией России «Призвание» в 2008 г., а ее члены удостоены почетного звания «Лучший врач России» (рис.).



Рис. Группа лауреатов Национальной премии "Призвание" 2008. (слева направо: доц. В.Н. Потапов, проф. И.З. Китиашвили, проф. Н.Е. Буров, д.м.н. С.В. Авдеев, доц. Л.Л. Николаев)

Ксенон в анестезиологической практике

Мы используем два метода анестезии ксеноном: комбинированный эндотрахеальный наркоз (у 750 больных) с применением ИВЛ и масочный с сохранением спонтанного дыхания. В обоих вариантах применялась специально разработанная нами технология ксенон-сберегающей анестезии, в основу которой положены два компонента: минимально-поточная анестезия и методика рециклинга ксенона с последующим его повторным использованием [1-15].

Технология низкопоточной анестезии (low flow anaesthesia) была предложена на Западе более 30 лет назад [16, 17]. В России эта технология не находила широкого применения из-за технического несовершенства отечественных наркозных аппаратов, рассчитанных на высокопоточную анестезию. С появлением необходимых нормативных и разрешительных документов по медицинскому ксенону в нашей стране возникла острая необходимость в создании новых образцов наркозно-дыхательной аппаратуры. На первом этапе клинического применения ксеноновой анестезии нами были использованы модели адаптированных наркозных аппаратов с ксеноновой приставкой (КНП-01) отечественного производства (ООО Акела-Н). В состав КНП-01 были введены три комплектующих блока:

1. Блок электронного дозиметра (дозатор) ксенона (ДКМ-01), позволяющий контролировать реальный расход газа (Xe) во время анестезии.

2. Блок газоанализатора бинарных газов Xe и O₂ (ГКМ-03) производства ЗАО Инсовт (Санкт-Петербург).

3. «Адсорбер» – блок адсорбции выдыхаемого ксенона (производства ООО Акела-Н).

Ксеноновая приставка выпускается малой серией, и ее применение с 2004 г. способствовало значительному расширению ксеноновой анестезии в нашей стране [1-15, 18]. Комплектующие изделия с КНП-01 позднее вошли в состав модернизированных немецких аппаратов «Портек» (2003), «Акцент» (2006), «Ахеота», «Полинаркон-12»; позже их включили в состав сертифицированных наркозных комплексов «Фаза-23» (2006) и «Ксена-010» (2006) отечественного производства.

С появлением новых стационарных сертифицированных наркозных приборов откры-

ваются широкие перспективы применения технологии ксенон-сберегающей анестезии в практической анестезиологии. В настоящее время при использовании указанных аппаратов создались условия проведения ксеноновой анестезии по minimal flow anaesthesia и закрытому контуру. При этой методике общий расход ксенона на 3-часовую операцию сократился до 8-10 л, но с учетом 80% рециклинга безвозвратные потери Xe составляют всего 1,2-1,6 л, что само по себе значительно снижает стоимость ксеноновой анестезии, опровергая миф о ее дороговизне.

Второй компонент технологии ксенон-сберегающей анестезии основан на рециклинге газа. Система рециклинга Xe включает сбор израсходованного выдыхаемого ксенона, его тонкую очистку и повторное использование. Таким образом, выдыхаемый ксенон не выбрасывается в атмосферу операционного блока, а полностью адсорбируется. Нами созданы изделия такого рода (блоки) с различным составом активных сорбентов и разной конфигурацией сорбционных камер, рассчитанных на утилизацию сухого газа (Адсорбер (варианты)). Патент № 2153638 с приоритетом от 9.07.1999. Выдан 27.07.2000) [9] и патент № 2200283 с приоритетом от 28.11.2001. Выдан 10.03.2003 [19].

Сама технология ксенон-сберегающей анестезии относится к уникальному явлению в анестезиологии. Она физиологична, экономична и экологична. Технология рециклинга ксенона в условиях анестезии впервые в мире разработана и применена в нашей стране. Она специфична для условий России и названа «русским методом рециклинга».

Если принять во внимание возврат 80-85% израсходованного Xe, то расход газа при 2-часовой анестезии по минимальному газотоку снижается в 5 раз по сравнению с минимально-поточной анестезией и в 146 раз по сравнению со среднепоточной анестезией без рециклинга.

Таким образом, на базе технологии рециклинга строится основная стратегия снижения стоимости ксенона и увеличения числа ксеноновых анестезий в России при неизменном объеме промышленного производства газа. Рециклинг ксенона применяется и при эндотрахеальном и при масочном вариантах анестезии, и эти методы ксеноновой анестезии нами запатентованы.[5, 7, 8, 15].

Методика комбинированной эндотрахеальной ксеноновой анестезии

После обычной премедикации с включением атропина и седативного препарата осуществляли индукцию с внутривенным введением дипривана или барбитуратов, миорелаксанта, проводили интубацию и перевод на ИВЛ.

Сразу же после интубации осуществляли сеанс денитрогенизации при потоке O_2 в 8 л/мин в течение 5-6 мин по полуоткрытой системе под контролем $HbO_2\%$. Затем дыхательный мешок (5 л) опорожнялся до 300-500 мл и заполнялся Хе при потоке 1-1,5 л/мин, который смешивается с кислородом дыхательного контура, и в течение 2-3 мин уровень $FiXe$ приближался к 50%. Коррекцией газоток Хе уровень его концентрации доводили до 60-65%, и достигалась хирургическая стадия.

Последующее поддержание анестезии осуществляли при минимальном газотоке или по закрытому контуру с установлением потока O_2 3-4 мл/кг массы тела. Газоток Хе по достижении наркотического уровня в 1-1,2 МАК (минимальная альвеолярная концентрация) прекращают, и при надежной герметичности наркозного аппарата стабильные показатели $FiXe$ удерживаются практически в течение всего периода операции. При снижении $FiXe$ ниже наркотических показателей производится достаточно быстрая его коррекция в условиях минимального газотока. Управляемость анестезией удивительно легка в связи с низким коэффициентом растворимости Хе в жидких средах организма.

Восстановительный период после ксеноновой анестезии быстрый, стремительный. Через 2-3 мин вымывания Хе из дыхательного контура в блок адсорбера у пациентов появляется сознание. За этот период из легочных объемов вымывается до 90-95% ксенона, но небольшая часть газа остается еще в жировых депо и тканях с низким уровнем кровоснабжения (мышцы, связки, кости), что обеспечивает пролонгированную послеоперационную аналгезию.

Восстановительный период после анестезии ксеноном субъективно удивительно комфортный и приятный для пациентов. Нет побочных эффектов, тошноты, рвоты, вялости, сонливости, если пациенту не вводили фентанил или седативные препараты на заключительном этапе операции. Отмечается ясное сознание, появляется чувство бодрости и повышение физической активности.

Практика показала, что ксенон в режиме моноанестезии (1-1,2 МАК) стабильно сохраняет гемодинамику, метаболизм, микроциркуляцию, показатели гомеостаза, обеспечивает достаточную анестезиологическую защиту. В последние годы ксенон применяется в комбинации с седативными препаратами, ненаркотическими анальгетиками, небольшими дозами фентанила или налбуфина в целях «экономии» дефицитного газа и уменьшения его расхода. Количество и характер оперативных вмешательств, проведенных на клинических базах кафедры анестезиологии и реаниматологии РМАПО, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Количество анестезий ксеноном

Холецистэктомия	96
Грыжесечение	22
Мастэктомия	150
Секторальная резекция молочной железы	95
Струмэктомия	133
Нефрэктомия	8
Аденомэктомия	8
Пиелолитотомия	8
Овариоэктомия	3
Флебэктомия	44
Миомэктомия	23
Удаление опухоли надпочечника	1
Удаление грыжи диска	23
Операции на головном мозге	20
Аутоэксперимент	14
Ингаляционные воздействия с лечебной целью	102
Итого:	750

Ксенон применяется при всех видах оперативного вмешательства в различных специализированных разделах хирургии, включая и кардиохирургию.

Методика масочной моноанестезии ксеноном

Масочные варианты анестезии ксеноном имеют некоторые особенности. После премедикации с включением атропина (0,1 мг/кг), седативного препарата (дормикума или мидзолама, 5-10 мг) больному проводится сеанс денитрогенизации, при котором пациент дышит 100% O_2 в потоке 8-10 л/мин в течение 5 мин по полуоткрытой системе, используя при этом клапан Рубена. После сеанса денитрогенизации дыхательный мешок (5 л) сжимается

до 300-500 мл. В оставшуюся емкость дыхательного мешка под контролем электронного дозатора вводят Хе при потоке 1-1,5 л/мин. По достижении в дыхательном контуре газонаркотической смеси с концентрацией Хе, равной 50-60%, поток ксенона уменьшают, а газоток O_2 устанавливают на уровне 3-4 мл/кг мин, который полностью удовлетворяет метаболическим потребностям пациента.

Для проведения моноанркоза концентрация Хе повышается до 65-70%, что составляет 1-1,2 МАК. При хирургических операциях на поверхности тела лицевая маска снимается и вводится ларингеальная маска для лучшей герметичности дыхательного контура и снижения утечки газонаркотической смеси. Введение ларингеальной маски обычно производится беспрепятственно в связи с хорошей миоплегией и подавлением глоточного рефлекса.

При масочной моноанестезии смесью Хе: O_2 (70:30)-(60:40) нами выделено 4 стадии, быстро сменяющие друг друга. 1-я стадия – парестезии и гипоальгезии (1-2 мин), 2-я стадия – эйфории и психомоторной активности (2-3 мин). 3-я стадия – альгезии и частичной амнезии (4-5 мин), 4-я стадия – анестезии (полной альгезии и амнезии) – на 5-7 мин. Третья стадия по концентрации Хе находится в достаточно широких пределах (35-65%) и может быть разделена на 2 уровня. При стадии 3.1 на фоне выраженной альгезии сохраняется сознание пациента, и он может поддерживать ингаляцию Хе: O_2 в режиме «аутоанальгезии». При достижении стадии 3.2 на фоне выраженной альгезии появляются признаки неадекватности в поведении пациента, нарастает заторможенность, и поддержание режима аутоанальгезии прерывается, поскольку рука уснувшего пациента не может удерживать лицевую маску. Однако после нескольких вдохов воздуха наступает пробуждение, и пациент может снова продолжить режим «аутоанальгезии».

При масочном варианте ксеноновой анестезии так же, как и при эндотрахеальном варианте, выдыхаемый ксенон собирается и утилизируется с помощью блока адсорбции с последующим повторным использованием газа после десорбции и очищения в производственных условиях.

Масочная анестезия ксеноном нами использовалась при венэктомиях, грыжесечении, секторальных резекциях молочной желе-

зы, при сеансах химиотерапии, снятии болевого синдрома различного происхождения.

Для широкого применения ксенона в лечебных целях более приемлем метод масочной анестезии с сохранением спонтанного дыхания. Ингаляционные воздействия смесью Хе: O_2 в лечебных целях производятся при концентрации Хе ниже величины 1 МАК. В зависимости от вида патологии используют ксенон-кислородную смесь от 20 до 50% Хе. Для достижения аналгезии и сохранения сознания при использовании ингаляционного воздействия в лечебных целях достаточно поддерживать концентрацию Хе на уровне 30% (< 0,5 МАК). При этом больной информируется о проводимой методике ингаляции и начинает вдыхать сначала низкие концентрации смеси Хе: O_2 с постепенным повышением FiХе к уровню 0,4-0,5. Продолжительность сеанса ингаляционного воздействия – от 15 до 30 мин. При этом на сеанс ингаляционного воздействия затрачивается не более 3-4 л Хе.

Таким образом, масочный вариант анестезии ксеноном может выполняться как врачом-анестезиологом, так и самим пациентом в режиме аутоанальгезии при наличии портативных дыхательных контуров. Простота и безопасность масочного метода ксеноновой анестезии открывает широкую перспективу для применения ксенона в различных областях медицины.

Ксенон в других областях медицины

Применения ксенона в других областях клинической медицины патогенетически обосновано в связи с наличием у него целого ряда физиологических и фармакологических свойств, которые позволяют использовать его в лечебных целях.

Ксенон обладает следующими эффектами:

1. Анальгетическим
2. Антигипоксическим
3. Иммуностимулирующим
4. Противовоспалительным
5. Анаболическим
6. Нейрогуморальным
7. Вазоплегическим
8. Спазмолитическим
9. Кардиотоническим
10. Нейропротекторным
11. Антистрессовым

Анальгетический эффект ксенона

Одним из основных лечебных эффектов медицинского ксенона является его способность уже в малых концентрациях вызывать анальгезию. Причем анальгетический эффект, как показали многочисленные исследования в клинике и аутоэксперименте, наступает уже через несколько глубоких вдохов 70% Xe с O₂. Через 1-2 мин порог боли возрастает в 2 раза. Это позволяет применять ксенон-кислородную смесь (50:50) в режиме лечебной ингаляционной аутоанальгезии, совершенно безопасной для больного при лечении болевых синдромов на догоспитальном и госпитальном этапах, а также в бытовых домашних условиях. Для этой цели может использоваться портативный респиратор с подачей аэрозольной смеси путем распыления из баллончика [15].

Область применения режима аутоанальгезии смесью Xe:O₂ весьма обширна: начиная с догоспитального этапа, при транспортировке пациента и в стационарных условиях. Показаниями для аутоанальгезии служат травматические повреждения, стенокардия, печеночная и почечная колики, болезненные перевязки, обработка ожоговой поверхности. Практика показала, что анальгезия при вдыхании ксенон-кислородной смеси (50:50) наступает уже через 2-3 мин.

Лечение острого инфаркта миокарда

Анальгетический эффект ксенона успешно используется в комплексной терапии острого инфаркта миокарда (ИМ) на клинических базах кафедры анестезиологии и реаниматологии РМАПО. Предварительные данные показывают, что при сеансах ксенотерапии в остром периоде ИМ отмечено устранение болей, сокращение болевого периода, уменьшение зоны ишемии миокарда, положительное изменение ЭКГ, стабилизация гемодинамики и показателей метаболизма, улучшение нейрорпсихического состояния пациентов. Клинические исследования в этом важном направлении начались и в КБ № 83 ФМБА России.

Антитоксический эффект ксенона используется с весьма положительным результатом при сеансах химиотерапии у онкологических больных на базе клиники РМАПО и кафедры анестезиологии и реаниматологии. Масочная ингаляция смеси Xe:O₂ (70:30)-(50:50) производится сеансом по 15-30 мин в

период появления побочных явлений в день введения химиопрепаратов и на следующий день. Отмечено резкое ослабление или полное исчезновение отрицательных побочных эффектов химиопрепаратов, улучшение общего состояния больных в данной группе по сравнению с контрольной.

Положительный нейропротекторный эффект ксенотерапии отмечен при лечении больных реанимационного профиля в нейрореанимации (при тяжелой черепно-мозговой травме, коматозных состояниях, инсульте, энцефалопатии) на базе отделений реанимации. Сеансы ксенон-кислородной терапии с лечебной целью приводили к заметному улучшению электроэнцефалографической картины, стабилизации нейровегетативных реакций, сокращению периода коматозного состояния. Механизмы антигипоксического и нейропротекторного эффекта ксенона полностью еще не изучены, но активные поиски на клеточном, субклеточном и молекулярном уровне продолжаются в различных научных центрах Западной Европы.

Противовоспалительный и иммунопротекторный эффекты ксенона достаточно убедительно показаны в исследованиях у хирургических больных [20, 21]. По сравнению с однотипной низкопоточной анестезией закисью азота с фентанилом у хирургических больных при холецистэктомии ксенон обеспечивал надежную нейровегетативную защиту, сохранение показателей гомеостаза, стабильное состояние лейко- и лимфопоэза, оказывал явный противовоспалительный и иммуномодулирующий эффект (по состоянию гуморальных и цитокиновых показателей). Количество воспалительных осложнений в группе закиси азота оказалось в 4 раза больше, чем при анестезии ксеноном. Общая продолжительность лечения в группе ксенона была на 5 дней меньше, а общая стоимость лечения на 38% ниже, чем при лечении закисью азота. Ксенон обладает выраженным противовоспалительным эффектом и резко снижает продукцию фактора некроза опухоли-α по сравнению с закисью азота, которая вызывает провоспалительную реакцию.

Органопротекторный эффект ксенотерапии при обширных операциях – резекции печени – подтвердил С.В. Авдеев. На большом клиническом материале он убедительно показал, что кислородная доставка к

печени и печеночный кровоток при ксенонозой анестезии были наивысшими по сравнению с анестезией закисью азота + нейролептанальгезия (НЛА) или при анестезии кетамин [22]. Ксенон повышает печеночный и почечный кровоток и обеспечивает лучшую доставку кислорода, что делает перспективным его применение при критических состояниях и признаках органной дисфункции.

Ксенон умеренно повышает мозговой кровоток, по данным церебральной оксиметрии и селективной доплерографии, по сравнению с наркозом фторотаном, при котором повышение мозгового кровотока значительно выше и продолжительней [23]. Умеренное повышение мозгового кровотока на фоне ксенонозой анестезии, управляемого и скорректированного с помощью легкой гипервентиляции при наличии нейропротекторного действия ксенона и отсутствия у него токсичности, открывает благоприятные перспективы применения ксенона в нейрохирургии и нейрореанимации, а также в сосудистой хирургии бассейна сонной артерии. Нейропротекторный эффект ксенона значительно улучшается на фоне легкой и умеренной гипотермии.

Органопротекторный эффект ксенона заслуживает интерес и при лечении больных хирургического профиля при операциях на органах брюшной полости, заболеваниях печени, почек, поджелудочной железы.

При кишечной непроходимости, парезах, атонии кишечника применение ксенон-кислородных смесей теоретически может быть ограничено в связи с быстрой диффузией газа в просвет кишечника или в другие замкнутые ограниченные полости, например при пневмотораксе, воздушной эмболии. Однако все операции на органах брюшной полости практически проводятся под комбинированной анестезией закисью азота + НЛА, и большой проблемы в этом отношении практикующие анестезиологи не видят. Вместе с тем Хе в 3-4 раза медленнее диффундирует в свободные пространства кишечника, чем закись азота, и проблем от ретенции ксенона практически также не создается.

Кардиотонический эффект ксенона

В многочисленных работах отечественных и зарубежных авторов убедительно показан положительный гемодинамический эффект ксенона. Ксенон гемодинамически удивительно стабилен и лишен кардиотоксического

действия по сравнению с другими ингаляционными общими анестетиками. По некоторым данным, ксенон является лучшей альтернативой в кардиоанестезиологии. Ксенон не создает основы для возникновения поздних желудочковых потенциалов, что свидетельствует об отсутствии у него скрытого аритмогенного действия [3, 24]. Ксенон не оказывает заметного влияния на фазовую структуру сердечного цикла и периферический тонус, нормализует функцию вегетативной регуляции сердечного ритма, не изменяет возбудимость и сократительную способность миокарда. Он повышает сердечный индекс (СИ), улучшает коронарный кровоток и является лучшим анестетиком у больных с компромированным миокардом [3, 10]

Перспективы ксенона в пульмонологии

Целый ряд положительных физиологических эффектов ксенона позволяют применять его при различных состояниях в практической пульмонологии:

1. Ксенон – мощный анальгетик и оказывает седативный и гипнотический эффект, что является важным компонентом в комплексной терапии острой дыхательной недостаточности травматического генеза [10].

2. Ксенон повышает дыхательный объем и урежает дыхание при неизменном минутном объеме, что снижает работу дыхания, сохраняет резервы и обеспечивает нормальный газообмен при ингаляции смеси Хе:О₂ [10].

3. Теоретически ксенон-кислородная смесь, как более плотная (в 4,5 раза превышает плотность воздуха), может создавать проблему у пациентов со сниженным комплайansom. Однако, создавая естественное положительное давление в конце выдоха, смесь Хе:О₂ у больных этой категории уменьшит шунт, повысит оксигенацию, улучшит легочный кровоток. В этом отношении становится перспективным применение ксенон-кислородно-гелиевых смесей.

4. Ксенон гемодинамически стабилен, повышает СИ, создает вазоплегию, что у пациентов с дыхательной недостаточностью является весьма полезным [10].

5. Ксенон-кислородная смесь усиливает органный кровоток (мозговой, легочный, печеночный, почечный, кишечный, кожный), что при повышенном СИ и вазоплегии обеспечивает лучшие условия для доставки кислорода тканям [10].

6. Ксенон может сочетаться с бронхолитиками, вазопрессорами и другими медикаментозными средствами, применяемыми в пульмонологии.

7. Ксенон создает анаболический фон метаболизма и уменьшает потребность тканей в кислороде, он снижает потребление кислорода. Это обстоятельство важно учитывать при всех критических состояниях, сопровождающихся гиперкатаболизмом.

8. Ксенон обладает противовоспалительным и иммуномодулирующим действием, что важно учитывать при воспалительных заболеваниях органов дыхания [10].

9. У ксенона выражен антигипоксический эффект за счет гиперпродукции токоферола, что важно иметь в виду при наличии у пациентов «окислительного стресса».

Нейровегетативная и психогенная стабилизация

Благоприятное впечатление оказывают работы многих исследователей в отношении применения сеансов ксеноновой терапии при лечении алкогольной интоксикации, профилактики алкогольного делирия, абстинентного синдрома, а также лечении наркомании, психических расстройств, тревожно-депрессивных состояний [25]. Отмечается положительный эффект терапии ксеноном, сокращение периода лечения, быстрое восстановление функциональных показателей.

Учитывая благотворное действие ксенона в эксперименте и клинике на многочисленные рецепторные структуры ЦНС, применение его как мощного природного антидепрессанта представляется заманчивой перспективой в неврологии и психиатрии [25].

Стимулирующий и антистрессовый эффект ксенона

Целый ряд больных, особенно онкологического профиля, которые находились под нашим наблюдением в радиологической клинике, а также сообщения очевидцев, которые по тем или иным причинам были под воздействием терапии ксеноном, единодушно отмечают благотворный антистрессовый эффект ксенона. Все они испытывают необычный подъем жизненных сил, повышение физической активности, улучшение общего настроения. Онкологические больные, до этого ослабленные и немощные, отмечали в себе разительные перемены, начинали сами себя обслуживать и настаи-

вали на проведение операций или манипуляций только под ксеноновой анестезией.

Аналогичное мнение появляется у всех лиц, которые подвергались сеансу ксеноновой терапии при вегето-сосудистой дистонии, неврозах, депрессивных состояниях, физическом утомлении, болезненных ощущениях в мышцах, суставах. На фоне ксенон-кислородной терапии заметно улучшаются психофизиологические параметры эмоционально-волевой сферы пациентов, отмечен явный детоксикационный эффект.

В основе анестезиологических и лечебных свойств ксенона, согласно нашей гипотезе, лежит феномен «супрамолекулярной детоксикации» на основе эволюционно сложившегося механизма клатратообразования за счет сил межмолекулярного взаимодействия Ван-дер-Ваальса между молекулами структурированной воды нервной ткани и молекулами ксенона с образованием гидрата ксенона – рыхлого и нестойкого клатрата с многочисленными полостями, которые адсорбируют токсические продукты метаболизма и ограждают клетку от прямого повреждения. После выделения молекулы ксенона из «молекулярных объятий воды» лечебный эффект продолжает настроенный ксеноном «ассоциат воды» в течение от 6 ч до 3 сут. На этом примере можно видеть, какую жизненно важную роль играет эндогенная вода в сохранении гомеостаза и поддержании функции нервных структур [14].

Новые формы применения на основе «КсеМед»

В последние годы (2005-2007 гг.) сотрудники ООО Акела-Н (В.Н. Потапов, С.М. Козлов, А.В. Коробов), а также Б.Н. Павлов, Л.Л. Николаев, Н.Е. Буров проводят исследования эффективности жидкостных форм ксенона (молоко, сливки, вода, мази), основанных на барботаже и насыщении жидких сред. Ксенон растворим в липидах (коэффициент 1,47), и это дает основание использовать его при различных состояниях в целях седации и обезболивания (гастрит, дуоденит, язва желудка, стрессовые состояния, переутомление, депрессии и т.д.) [26]. Энтеральный прием 30 г масла или 200 мл сливок, насыщенных ксеноном, через 15-20 мин вызывает у онкологических больных анальгетический, седативный анальгетический, седативный и энергетический эффекты, повышает качество жизни.

Экологическая безопасность

Одним из важных и социально значимых свойств ксенона является его экологическая безопасность в отличие от закиси азота и галогеносодержащих соединений нового поколения (фторотан, этран, изофлуран севофлуран и десфлуран). Согласно международному Киотскому протоколу (1997), производство указанных средств должно быть прекращено к 2030 г. В этом отношении самому безопасному анестетику XXI века ксенону открываются более благоприятные перспективы на службе человечеству.

Заключение

Таким образом, на рубеже XXI века новый уникальный анестетик природного происхождения – инертный газ ксенон достаточно прочно вошел в арсенал анестезиологических средств. По своим фармакологическим свойствам он имеет явные преимущества перед другими анестетиками, созданными умом и руками человека.

В России впервые в мире разработана нормативно-правовая база для широкого применения ксенона в медицинской практике в качестве анестетика.

Создана уникальная технология ксенон-сберегающей анестезии, на основе которой

разработана наркозно-дыхательная аппаратура, увеличивается число хирургических операций под ксеноновой анестезией в общей хирургии, включая и кардиохирургию. В России планомерно ведется подготовка кадров по освоению технологии ксеноновой анестезии. Накоплен достаточный клинический опыт по применению ксенона не только в анестезиологии, но и других областях медицинской науки с лечебной целью. Лечебный эффект ксеноновой анестезии основан на механизме клатратообразования и адсорбции на основе Ван-дер-Ваальсовых сил токсических продуктов метаболизма молекулами структурированной воды.

Медицинская наука находится на самом начальном этапе применения ксенона и других инертных газов (Kr, Ar, He) в лечебных целях. В этом отношении расширение методов ксеноновой терапии в кардиологии, пульмонологии, неврологии, психотерапии, наркологии, детской хирургии, акушерской анестезиологии является весьма перспективным направлением в медицине.

Не исключено, что инертные газы займут более достойное место в медицинской науке, подобно тому революционному прорыву, которое они совершили в мировом научно-техническом прогрессе ушедшего XX века.

Литература

1. Буров Н.Е., Миронова И.И., Корниенко Л.Ю. и др. Влияние анестезии ксеноном на морфологию и свертывающую систему крови // Анестезиол. и реаниматол. 1993. № 6. С. 14-17.
2. Буров Н.Е., Джабаров Д.А., Остапченко Д.А. и др. Клинические стадии и субъективные ощущения при ксеноновой анестезии // Анестезиол. и реаниматол. 1993. № 4. С. 7-11.
3. Буров Н.Е., Иванов Г.Г., Остапченко Д.А. и др. Гемодинамика и функция миокарда при ксеноновой анестезии // Анестезиол. и реаниматол. 1993. № 5. С. 57-59.
4. Буров Н.Е., Касаткин Ю.Н., Ибрагимова Г.В. и др. Сравнительная оценка гормонального фона при однотипной методике анестезии закисью азота и ксеноном // Анестезиол. и реаниматол. 1995. № 4. С. 57-60.

5. Буров Н.Е., Макеев Г.Н. Способ регенерации ксенона из газонаркотической смеси наркозных аппаратов и устройство для его осуществления. Патент № 2049487 от 12.12.1995. С приоритетом изобретения от 9.07.1992.
6. Буров Н.Е., Ибрагимова Г.В., Шулунов М.В. Нейрогуморальные показатели, как критерии адекватности ксеноновой анестезии // Вестник интенсивной терапии. 1996. № 1. С. 45.
7. Буров Н.Е., Макеев Г.Н. Способ проведения анестезии ксеноном по эндотрахеальному типу. Патент № 2102068 от 20.01.1998. с приоритетом от 27.09.1996.
8. Буров Н.Е., Макеев Г.Н. Способ проведения анестезии ксеноном по масочному типу. Патент № 2102088 от 20.01.1998. с приоритетом от 5.09.1996.
9. Буров Н.Е., Колесова И.П., Макеев Г.Н. и др. Адсорбер (варианты) Патент № 2153638 с приоритетом от 9.07.1999. выдан 27.07.2000.

10. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Макеев Г.Н. Ксенон в анестезиологии. Клинико-экспериментальные исследования. М.: Пульс, 2000. 300 с.
11. Буров Н.Е., Потапов В.Н. Технология ксенон-сберегающей анестезии. Доклад на научно-практической конференции в объединении // Сб. Новые медицинские технологии. "Ксенон в медицине". М.: Атомед, 2002. С. 56-58.
12. Буров Н.Е., Сальников П.С. Особенности BIS-индекса при ксеноновой анестезии // Альманах анестезиол. и реаниматол. 2003, № 3. С. 19.
13. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Молчанов И.В. и др. Наркоз ксеноном. Методические рекомендации. Утверждены Ученым Советом РМАПО. 2003. С. 1-20.
14. Буров Н.Е. Представления о механизме анестезиологических и лечебных свойствах ксенона // Анестезиол. и реаниматол. 2011. № 3. С. 29-32.
15. Буров Н.Е., Антонов А.А. Способ аутоанальгезии ксенон-кислородной смесью. Патент на изобретение № 2271815. Заявка № 2003133804. Приоритет изобретения 21 ноября 2003 г. Зарегистрировано 20 марта 2006 г.
16. Aldrete R.N., Lowe J., Virtue R. Low flow an closed system anaesthesia. New York, 1978.
17. Lachmann B., Armbruster S., Schairer W. et al. Safety and efficacy of xenon in routine use as an inhalation anaesthetic // Lancet. 1990. Vol. 335 (8703). P. 1413-1415.
18. Артюхов. А.А., Буров Н.Е., Елисеев Г.М. и др. Ксеноновая приставка для наркозного аппарата. Патент № 36230, 10.03.2004.
19. Буров Н.Е., Колесова И.П., Коробов А.В. и др. Адсорбер. Патент на изобретение № 2200283 от 10.03.2003. Приоритет от 28.11.2001.
20. Китиашвили И.З., Буров Н.Е., Фрейлин И.С., Хрыкова Е.В. Динамика иммуноглобулинов и цитокинов под влиянием операции и анестезии ксеноном и закисью азота // Вестник интенсивной терапии. 2005. № 4. С. 32-36.
21. Китиашвили И.З., Буров Н.Е., Фрейлин И.С., Хрыкова Е.В. Динамика клеточного иммунитета и цитокинов под влиянием анестезии ксеноном и закисью азота // Анестезиол. и реаниматол. 2005. № 3. С. 22-25.
22. Авдеев С.В. Анестезиологическое обеспечение при операциях резекции печени. Автореф. дис. ... д.м.н. М., 2003.
23. Сальников П.С., Буров Н.Е. Сравнительная оценка "церебральной оксиметрии" при анестезии ксеноном и другими анестетками // Анестезиол. и реаниматол. 2003. № 3. С. 35-37.
24. Ращупкин А.Б., Буров Н.Е. Изменения центральной гемодинамики при анестезии ксеноном и закисью азота у больных с компрометированной сердечно-сосудистой системой // Клин. анестезиол. и реаниматол. 2006. Т. 3, № 4. С. 47-52.
25. Шурыгин В.В., Кутушев О.Т. Применение ингаляции ксенон-кислородной смеси в комплексной терапии тревожно-депрессивных расстройств // Сб. "Ксенон и инертные газы в медицине". М.: ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. 2008. С.171-177.
26. Николаев Л.Л., Буров Н.Е., Потапов В.Н. и др. Применение сливочных и масляных ксеноновых коктейлей у онкологических больных // Сб. "Ксенон и инертные газы в медицине". М.: ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. 2008. С. 79-86.

Контактная информация:

Буров Николай Евгеньевич – профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ГОУ ДПО РМАПО, д.м.н.
125284, Москва, 2-й Боткинский пр-д., 7. Клиника РМАПО
Email: xenon@yauza.ru.

Молчанов Игорь Владимирович – зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии
ГОУ ДПО РМАПО, д.м.н, профессор. E-mail: igor47@mail.ru

Николаев Лев Леонидович – доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии ГОУ ДПО РМАПО.