



¹ ГБОУ ВПО
«Российский
национальный
исследовательский
медицинский
университет
им. Н.И. Пирогова»
Минздрава России

² ФГБУ «Российская
детская клиническая
больница» Минздрава
России

Технология анестезии севофлураном при магнитно-резонансной томографии у детей

В.В. Лазарев¹, В.С. Кочкин², Л.Е. Цыпин¹, Т.Г. Попова¹

Адрес для переписки: Владимир Викторович Лазарев, lazarev_vv@inbox.ru

Применение современных магнитно-резонансных томографов с высокой разрешающей способностью требует от пациента практически идеальной неподвижности во время исследования. В ряде ситуаций трудно создать абсолютные условия для проведения диагностики, например, при обследовании детей, взрослых с лабильной психоэмоциональной сферой, продолжительных по времени (в течение часа и дольше) исследованиях и др. В таких случаях для обеспечения неподвижности пациентов используются различные методики седации и общей анестезии с применением препаратов внутривенного и ингаляционного введения. У детей наиболее предпочтителен по своим характеристикам ингаляционный анестетик севофлуран. Предложенная авторами технология анестезии севофлураном при магнитно-резонансной томографии, апробированная на более чем 5000 пациентов с различной продолжительностью исследования, зарекомендовала себя как надежная, безопасная и экономически эффективная методика.

Ключевые слова: анестезия, севофлуран, седация, магнитно-резонансная томография, дети

Современные технологии магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволяют выполнять сканирование с толщиной среза не более 1,7 мм и шагом сканирования 0,1 мм с продолжительностью от 15 минут до 1 часа и более [1–3]. Эти возможности могут быть реализованы при определенных условиях, наиболее важное из которых – неподвижность пациента в течение всего исследования. Однако высокая лабильность психоэмоциональ-

ной сферы у детей и некоторой категории взрослых пациентов требует определенных усилий, направленных на создание адекватных условий выполнения МРТ. Отвлечь и успокоить пациента можно с помощью психологической подготовки, видео- и звуковой поддержки во время исследования, а также присутствия родственников при выполнении МРТ. Тем не менее подобные мероприятия не позволяют обеспечить абсолютные условия для проведения МРТ и соответ-

ственно гарантировать качество исследования.

Одним из решений проблемы является использование различных методик седации, общей анестезии пациентов, которые осуществляются с помощью препаратов для внутривенного и ингаляционного введения [4, 5]. Между тем это влечет за собой необходимость применения анестезиологического оборудования и мониторинговых систем для обеспечения безопасности пациентов. Однако сочетание интенсивного магнитного поля, применяемого при МРТ-сканировании, и интенсивного радиочастотного поля обуславливает жесткие требования к любому дополнительному, в том числе и анестезиологическому, медицинскому оборудованию. Аппараты искусственной вентиляции легких, специально сконструированные для применения в МРТ-помещениях, имеют ограниченные возможности по высоким потокам газовой смеси и давлению в дыхательных путях. Ограничения касаются также и некоторых функциональных возможностей использования ряда современных режимов вентиляции, мониторинга и системы тревожной сигнализации [6]. Даже при наличии специального анестезиологического оборудования приходится констатировать: большинство существующих сегодня методик седации и общей



анестезии не соответствуют в полной мере требованиям для обеспечения условий выполнения МРТ. К наиболее часто встречающимся недостаткам данных методик относятся плохая управляемость, нестабильность уровня седации, анестезии, возможность угнетения жизненных функций пациента, выраженные побочные эффекты, длительное последствие препаратов анестезии и соответственно необходимость длительного наблюдения пациента после окончания исследования. Это увеличивает время нахождения пациентов в лечебном учреждении и повышает риск возникновения побочных явлений от использованных анестетиков [7].

Выбор препаратов и методик седации при МРТ определяется и экономическими факторами, одним из которых является высокая стоимость МРТ-исследований из-за дорогостоящего оборудования. Безусловно, эффективность эксплуатации такого оборудования напрямую зависит от количества выполненных исследований и обследованных пациентов, что тесно связано с продолжительностью седации и анестезии. Руководствуясь данными положениями, препараты выбора для седации и анестезии при МРТ должны обладать высокой управляемостью, способностью быстро оказывать действие на пациента и быстро удаляться из организма, не вызывая длительного последствие, с незначительным или полным отсутствием побочных явлений. В большей степени в педиатрической практике этим требованиям отвечают ингаляционные анестетики.

Ингаляционные анестетики характеризуются различной продолжительностью наступления анестезии и восстановления после нее, что в большей степени определяется способностью анестетика растворяться в крови и его физико-химическими, органолептическими свойствами. Относительно низкий коэффициент распределения «кровь/газ» обеспечивает высокую управляемость и безопасность анестезии, что определяет продол-

жительность МРТ, включая подготовку к процедуре, адекватность и стабильность обеспечиваемых условий при исследовании, а также безопасность и комфорт для пациента. Из всех имеющихся в настоящее время препаратов ингаляционной анестезии только севофлуран не вызывает раздражающего действия на дыхательные пути и может быть использован в больших безопасных для пациента концентрациях в период индукции анестезии с целью сокращения ее времени, а по окончании его введения в организм пациента обеспечить быстрое пробуждение [8].

В течение восьми лет нами разрабатывались и были апробированы методики седации и анестезии с использованием севофлурана для обеспечения оптимальных условий выполнения МРТ-исследований. В данной статье мы представляем используемую в настоящее время, оптимальную на наш взгляд, технологию анестезии севофлураном при МРТ.

Перед началом выполнения МРТ-исследования готовится дыхательный контур наркозного аппарата, который предварительно заполняется смесью кислорода и севофлурана с концентрацией анестетика на входе 8 об%. Для этого предварительно в контур подается кислород с высоким газотоком (8 л/мин) при клапане избыточного давления, установленном в положении 30 см вод. ст., закрытом клапане выдоха пациента и одновременно включается испаритель с показателем подачи анестетика в концентрации 8 об%. Дыхательный контур наркозного аппарата продувается данной газонаркологической смесью с трехкратным заполнением и опорожнением дыхательного мешка аппарата. Это позволяет обеспечить в контуре наркозного аппарата требуемую

максимальную концентрацию анестетика при первом же вдохе больного. Далее пациент помещается на диагностический стол, где ему через лицевую маску подается газонаркологическая смесь с потоком 2–8 л/мин в зависимости от его минутной вентиляции легких. Если пациент способен выполнять указания анестезиолога, то перед наложением маски его просят сделать сначала глубокий выдох в атмосферу, а потом через маску вдох газонаркологической смеси и далее максимально глубоко ею дышать. К третьему-пятому вдоху (15–20 секунд от начала ингаляции газонаркологической смеси) сознание утрачивается. Преходящая стадия возбуждения возникает через полторы-две минуты от начала ингаляции севофлурана и продолжается не более 20–30 секунд. Быстрая индукция анестезии с максимальной концентрацией севофлурана 8 об% в дыхательном контуре и на рукоятке испарителя наркозного аппарата осуществляется в течение трех-четырёх минут. Далее концентрация севофлурана на испарителе снижается во избежание передозировки (выраженного угнетения дыхания и сердечной деятельности) до 1,5 об% и поддерживается на этом уровне в период всей продолжительности МРТ. За 1,5–2 минуты до окончания МРТ прекращается ингаляция севофлурана, и пациент продолжает дышать только 100%-ным кислородом через дыхательный контур наркозного аппарата при газотоке, соответствующем его минутной вентиляции легких.

По окончании МРТ-исследования пациенты просыпаются, как правило, к 5–12-й минуте после прекращения подачи анестетика. Следует отметить: чем продолжительнее было МРТ-исследование

Таблица 1. Количество анестезий севофлураном во время МРТ у детей в период 2005–2012 гг.

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Количество анестезий, абс.	37	765	967	1021	974	853	829	862
Амбулаторно	54%	56%	63%	71%	51%	44%	36%	55%
Стационарно	46%	44%	37%	39%	49%	56%	64%	45%



Таблица 2. Характер и частота встречаемости осложнений при анестезии севофлураном во время МРТ у детей

Осложнение	Частота, %
Возбуждение при индукции анестезии	32,7
Кашель при индукции анестезии	0,99
Ларингоспазм при индукции анестезии	0,36
Апноэ при индукции анестезии	0,18
Головокружение при индукции анестезии	1,25
Тошнота после анестезии	0,78
Рвота после анестезии	0,27
Судороги при индукции анестезии	0,009
Постнаркозное возбуждение (ажитация)	0,43

и соответственно ингаляция анестетика, тем дольше был период пробуждения. Через 25–30 минут после пробуждения пациенты восстанавливаются в полном объеме и при амбулаторном выполнении

МРТ могут безопасно покинуть кабинет и отделение.

Нами было проведено более 5700 МРТ-исследований при ингаляции севофлурана по представленной технологии у детей в возрасте от 5 дней до 18 лет с различными заболеваниями (табл. 1). Во всех случаях исследование выполнялось без премедикации. При исходном негативизме со стороны пациента к окружающей обстановке начало индукции наркоза в алгоритме выполнения технологии проводили в присутствии родственников (как правило, родителей), что положительно влияло на психологическое состояние обследуемого.

Продолжительность МРТ составляла от 15 до 90 минут. МРТ, выполняемая по данной технологии, характеризовалась стабильностью, прогнозируемостью,

высоким уровнем надежности и безопасности (табл. 2). Условия неподвижности в период всего магнитно-резонансного исследования оценивались как отличные и хорошие. Ни в одном случае не потребовалось дополнительного МРТ-исследования вследствие некачественности условий его предыдущего выполнения.

Применение данной технологии позволяет увеличить пропускную способность кабинетов диагностики, сократить время МРТ-исследования за счет уменьшения продолжительности подготовки к нему, обеспечить высокие комфортные условия для пациентов и их родственников (нет необходимости присутствовать в течение всего исследования рядом с обследуемым в МРТ-кабинете).

Литература

1. Jaramillo D., Laor T. Pediatric musculoskeletal MRI: basic principles to optimize success // *Pediatr. Radiol.* 2008. Vol. 38. № 4. P. 379–391.
2. Meyer J.S. Musculoskeletal imaging at 3 T: imaging and optimization // *Pediatr. Radiol.* 2008. Vol. 38. Suppl. 2. P. S243–245.
3. Möller H.E., von Cramon D.Y. Survey of risks related to static magnetic fields in ultra high field MRI // *Rofo.* 2008. Vol. 180. № 4. P. 293–301.
4. Bernal B., Grossman S., Gonzalez R. et al. FMRI under sedation: what is the best choice in children? // *J. Clin. Med. Res.* 2012. Vol. 4. № 6. P. 363–370.
5. Schulte-Uentrop L., Goepfert M.S. Anaesthesia or sedation for MRI in children // *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2010. Vol. 23. № 4. P. 513–517.
6. Matveevskii A.S., Mahmoud M. New airway device for ventilation and monitoring in pediatric patients undergoing MRI study // *J. Clin. Monit. Comput.* 2012. Vol. 26. № 1. P. 17–20.
7. Pedersen N.A., Jensen A.G., Kilmoose L. et al. Propofol-remifentanyl or sevoflurane for children undergoing magnetic resonance imaging? A randomised study // *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2013. Vol. 57. № 8. P. 988–995.
8. Oğurlu M., Orhan M.E., Bilgin F. et al. Efficacy of different concentrations of sevoflurane administered through a face mask for magnetic resonance imaging in children // *Paediatr. Anaesth.* 2010. Vol. 20. № 12. P. 1098–1104.

A technology of using sevoflurane to anesthetize children undergoing MRI examination

V.V. Lazarev¹, V.S. Kochkin², L.Ye. Tsypin¹, T.G. Popova¹

¹ State Budget Educational Institution of the Higher Professional Education 'Pirogov Russian National Research Medical University' of the Ministry of Health of Russia

² Federal State Budgetary Institution 'Russian Children's Clinical Hospital' of the Ministry of Health of Russia

Contact person: Vladimir Viktorovich Lazarev, lazarev_vv@inbox.ru

Contemporary high resolution MRI tomography needs to provide a nearly ideal immobility of patient under examination. In some cases it is difficult to provide absolute conditions for performing such procedures, e.g. during examination of children, adults with psycho-emotional lability, or examinations lasting for an hour or longer. In such cases in order to immobilize patient there are different sedative techniques and approaches of general anesthesia based on using inhalable drugs as well as those applied by i.v. injections. In children the most preferable inhalable anesthetic agent is sevoflurane. The authors proposed a technology of anesthesia by sevoflurane for MRI tomography that was evaluated in more than 5000 patients underwent examination for different periods of time, and proved to be secure, safe and cost effective.

Key words: anesthesia, sevoflurane, sedation, magnetic resonance imaging, children