

Сбалансированная анестезия на основе ингаляции изофлюрана при реконструктивных операциях на сонных артериях

В.Х.Тимербаев¹, М.Г.Афонасьев¹, Е.В.Кислухина³, А.В.Макаревич², А.Н.Бондаренко², И.П.Михайлов²

¹Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В.Склифосовского, отделение анестезиологии и реанимации № 1, Москва (зав. отделением — проф. В.Х.Тимербаев);

²Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В.Склифосовского, отделение неотложной сосудистой хирургии, Москва (зав. отделением — проф. И.П.Михайлов);

³Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В.Склифосовского, лаборатория автоматизированной системы управления лечебно-диагностическим процессом, Москва (зав. лабораторией — к.ф.-м.н. В.А.Васильев)

Цель исследования — изучить влияние ингаляции изофлюрана на гемодинамику, мозговой кровотока и кислородный баланс головного мозга больных при каротидной эндартерэктомии. Были обследованы 26 больных. Определяли параметры центральной и системной гемодинамики, скорость кровотока по средней мозговой артерии на участке M₁, результаты транскраниальной церебральной оксиметрии. Начальные этапы операции, этап временного прекращения кровообращения в бассейне пораженной сонной артерии сопровождались умеренным снижением показателей гемодинамики. При возобновлении кровотока реперфузия головного мозга проявлялась умеренно. Анестезия с применением изофлюрана в концентрации до 1 МАК (минимальная альвеолярная концентрация) в сочетании с фентанилом позволяет поддерживать адекватное обезболивание, стабильную гемодинамику и своевременное пробуждение у пациентов во время каротидной эндартерэктомии.

Ключевые слова: изофлюран, каротидная эндартерэктомия, гемодинамика, реперфузия, церебральная оксиметрия

Balanced Anesthesia Based on Isoflurane Inhalation in Reconstructive Operations on the Carotid Arteries

V.Kh.Timerbaev¹, M.G.Afonasyev¹, E.V.Kislukhina³, A.V.Makarevich², A.N.Bondarenko², I.P.Mikhaylov²

¹N.V.Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Department of Anesthesiology and Resuscitation № 1, Moscow (Head of the Department — Prof. V.Kh.Timerbaev);

²N.V.Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Department of Vascular Surgery, Moscow (Head of the Department — Prof. I.P.Mikhaylov);

³N.V.Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Laboratory of Automated Control System for Treatment and Diagnostic Process, Moscow (Head of the Laboratory — CandPhys-MathSci V.A.Vasiliev)

The aim of the research was to examine the influence of isoflurane inhalation on the circulatory dynamics, encephalic bloodstream and oxygen balance of the patients' brain during the carotid endarterectomy. 26 patients were examined. There were detected the parameters of central and systemic circulatory dynamics, the speed of the bloodstream in the middle encephalic artery in M₁ sector, the results of transcranial cerebral oxymetry. The first stages of the operation, the stage of temporary breakoff of the blood circulation in damaged artery territory were accompanied with moderate lowering of indicators of circulatory dynamics. In the process of reinitiation of the bloodstream the reperfusion of brain declared itself moderately. Isoflurane anesthesia to 1 MAK (minimum alveolar concentration) in combination with phentanyl allows to maintain appropriate pain management, stable circulatory dynamics and well-timed awakening of patients during carotid endarterectomy.

Key words: isoflurane, carotid endarterectomy, circulatory dynamics, reperfusion, cerebral oxymetry

Для корреспонденции:

Тимербаев Владимир Хамидович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий научным отделением анестезиологии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В.Склифосовского

Адрес: 129010, Москва, Б.Сухаревская пл., 3

Телефон: (495) 621-7430

E-mail: timerbaev56@inbox.ru

Статья поступила 04.02.2014, принята к печати 20.02.2014

На сегодняшний день в мире около 9 млн человек страдают цереброваскулярными болезнями. Основное место среди них занимают инсульты, каждый год поражающие от 5,6 до 6,6 млн человек [1]. По данным ВОЗ, 85% всей цереброваскулярной патологии приходится на ишемические поражения головного мозга [2].

По данным различных авторов, причиной развития ишемического мозгового инсульта от 30–40% [3] до 80–90% [4] случаев является атеросклероз брахиоцефальных сосудов. Большое значение имеет вторичная профилактика нарушений мозгового кровообращения и лечение хронической ишемии головного мозга [5]. Хирургическая коррекция стеноза сонных артерий является одним из самых радикальных средств профилактики мозгового инсульта [6, 7]. По данным Европейского объединенного исследования хирургии сонных артерий (ECSTCG), частота инсультов у больных, которым выполнена каротидная эндартерэктомия, составила 2,8%, в то время как в сопоставимой группе пациентов, леченных медикаментозно, — 16,8% [8].

Клиническими отечественными и зарубежными исследованиями доказано, что на частоту интра- и послеоперационных осложнений при выполнении каротидной эндартерэктомии влияет стабильность показателей системной гемодинамики на всех этапах анестезии и операции, особенно в период индукции и пробуждения [9].

Кроме того, доказано, что большую роль в результатах хирургического вмешательства играет характер изменений мозгового кровотока во время и после манипуляций на сонных артериях. Во время таких манипуляций чередуются ишемия и резкое возобновление кровотока, которые, в свою очередь, провоцируют резкое повышение потребности головного мозга в кислороде и реперфузионное повреждение головного мозга [10, 11].

В этой связи при каротидной эндартерэктомии необходим поиск перспективных путей снижения числа интраоперационных осложнений и совершенствование анестезиологического пособия, которое должно обеспечить оптимальную центральную гемодинамику, мозговой кровотока, адекватную потребность головного мозга в кислороде, а также не должно нарушать ауторегуляцию мозгового кровотока. Одним из современных средств, предназначенных для ингаляционной анестезии и отвечающих данным требованиям, является изофлюран.

Несмотря на ранее проводимые исследования, в доступной отечественной и зарубежной литературе мы не обнаружили данных, освещающих комплексное воздействие изофлюрана на системную и регионарную церебральную гемодинамику, кислородный баланс мозга при оперативных вмешательствах на сонных артериях.

Цель настоящего исследования — изучить влияние ингаляции изофлюрана в составе сбалансированной анестезии на гемодинамику, мозговой кровотока и кислородный баланс головного мозга больных при реконструктивных операциях на сонных артериях.

Пациенты и методы

Течение анестезии исследовали у 26 больных — 19 (73%) мужчин и 7 (27%) женщин. Средний возраст пациентов составил $63 \pm 1,2$ года. Показанием к хирургическому лечению патологии внутренней сонной артерии послужили транзиторные ишемические атаки у 4 (15,4%) больных, хроническая ишемия головного мозга — у 22 (84,6%) человек. В анамнезе у всех больных отмечали ги-

пертоническую болезнь с высокими величинами артериального давления, ишемическую болезнь сердца — у 23 (88,5%) человек, из них с постинфарктным кардиосклерозом — у 3 (13,1%), со стабильной стенокардией — у 5 (21,7%), с нарушениями сердечного ритма — у 4 (17,4%). Сахарным диабетом 2 типа страдали 3 (11,5%) пациента, у одного больного была хроническая обструктивная болезнь легких.

При обследовании односторонний стеноз сонных артерий выявили у 3 (11,5%) больных. По данным доплерографии, степень стеноза у этих пациентов не превышала 60%. Двусторонний стеноз обнаружили у 16 (61,5%) пациентов. При обследовании сужение сонной артерии на стороне предполагаемой операции у них составляло от 60 до 70% просвета сосуда, а на противоположной стороне — от 40 до 50%. Стеноз и окклюзию сонных артерий диагностировали у 7 (27%) обследованных, при этом степень стеноза достигала 70–80%.

Учитывая гетерогенность атеросклеротических бляшек и риск развития острого нарушения мозгового кровообращения, от проведения пробы Матаса было решено воздержаться. Именно поэтому до операции кровотока по виллизиеву кругу не оценивался. Были выполнены следующие операции: эндартерэктомия из внутренней сонной артерии — у 23 (88,5%) больных, эндартерэктомия с реддрессацией внутренней сонной артерии — у 3 (11,5%) пациентов.

Параметры системной гемодинамики (ЧСС, АД) контролировали в динамике с помощью анестезиологического монитора «Infinity Draeger» (Германия). Сердечный индекс (СИ) измеряли инвазивным способом с помощью монитора «Vigileo FloTrac» (Edwards Lifesciences Corporation, USA). Скорость кровотока (СК) по средней мозговой артерии на участке M_1 определяли методом доплерографии прибором «Сономед 300» (Спектромед, РФ). Кислородный баланс головного мозга в динамике оценивали методом церебральной оксиметрии (ЦОМ), используя монитор «INVOS Cerebral Oximetr» (Somanetics, USA).

Схема анестезии. Все операции выполнялись под комбинированным эндотрахеальным наркозом. Премедикация включала промедол (20 мг), который вводился внутримышечно за 30–60 мин до операции в отделении сосудистой хирургии. После поступления в операционную больным проводилась преинфузия кристаллоидами в объеме 520 ± 55 мл.

Индукцию анестезии проводили внутривенным болюсным введением пропофола в дозе 100–150 мг, а также болюсным введением фентанила (200–300 мкг). Трахею интубировали после введения эсмерона в дозе $0,54 \pm 0,03$ мг/кг. Анестезию поддерживали ингаляцией изофлюрана в дозе до 1 об. %. Искусственную вентиляцию легких проводили газовой смесью с содержанием кислорода 40–45% в режиме нормовентиляции аппаратом «Draeger Primus» (Draeger, Германия). После завершения операции подачу изофлюрана прекращали. При восстановлении спонтанного дыхания и сознания больных экстубировали на операционном столе и продолжали ингаляцию кислорода со скоростью 4–6 л/мин.

Всех больных переводили в палату послеоперационной интенсивной терапии для наблюдения в течение первых послеоперационных суток.

Учитывая различные механизмы регуляции, мозговой кровотока, кислородный баланс мозга и системную гемодинамику изучали на следующих этапах: до операции (I), после индукции анестезии (II), после интубации трахеи (III), при выделении сонной артерии (IV), после пережатия сонной артерии (V), перед пуском кровотока (VI), после пуска кровотока (VII) и после завершения операции (VIII).

Статистическую обработку материала осуществляли в лаборатории автоматизированной системы управления лечебно-диагностическим процессом НИИ СП им. Н.В.Склифосовского с помощью программы для статистических расчетов «Statistica 6.0». Вычисляли среднее значение (M), стандартное отклонение (σ), ошибку средней величины (m). Для сравнения значений внутри группы использовали критерий Вилкоксона, для сравнения двух групп — критерий Манна–Уитни. Различия признавали достоверными при вероятности $p < 0,05$. Зависимости между анализируемыми показателями оценивали с помощью коэффициента Пирсона r , признавая выявляемые связи достоверными при вероятности $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

После поступления в операционную у больных в начале мониторинга регистрировались показатели гемодинамики, характерные для выраженной гипердинамической реакции системы кровообращения, что было обусловлено психоэмоциональным напряжением и сопутствующей гипертонической болезнью (таблица): ЧСС составила 88 ± 17 мин⁻¹, среднее артериальное давление (AD_{cp}) — 130 ± 18 мм рт.ст., СИ — $6,9 \pm 2,4$ л/(мин×м²). СК по средней мозговой артерии на стороне поражения составляла $58 \pm 12,3$ см/с, а показатель ЦОМ был $68 \pm 6,6\%$. Было отмечено, что у больных, находящихся в сознании, СК в средней мозговой артерии и показатель ЦОМ не зависели от показателей гемодинамики.

Выключение сознания происходило быстро на фоне болюсного введения пропофола и фентанила. Введение в анестезию сопровождалось статистически значимым

снижением диастолического артериального давления (ДАД) — до 87 ± 15 мм рт.ст. и AD_{cp} — до 110 ± 17 мм рт.ст. ($p < 0,05$). Показатель СК умеренно снизился ($p < 0,05$), а ЦОМ незначимо увеличился до $70 \pm 8,4\%$ (таблица). Следовательно, индукция при помощи внутривенного введения пропофола и фентанила не сопровождалась существенным угнетением системной и центральной гемодинамики — наиболее частых факторов, провоцирующих ишемию и повреждение головного мозга при операциях на сонных артериях [12]. Более того, на фоне стабильных показателей мозгового кровотока отмечалось небольшое и статистически незначимое увеличение показателя ЦОМ.

Интубация трахеи — один из опасных этапов анестезиологического пособия при вмешательстве на сонных артериях, так как она может сопровождаться значительными изменениями системной гемодинамики (тахикардией, нарушениями ритма сердца, гипертонией), ухудшающими кровоснабжение головного мозга. Интубация трахеи проводилась нами через 95 ± 21 с после введения эсмерона. Из всех исследованных параметров гемодинамики после интубации трахеи статистически значимо, но не существенно увеличились ДАД и AD_{cp} . СК на средней мозговой артерии не изменилась, а показатели ЦОМ продолжили тенденцию к увеличению, т.е. интубация трахеи далее не вызывала нежелательных реакций — высокой артериальной гипертонии и тахикардии.

Разрез кожи и выделение сонных артерий также не сопровождалось гемодинамическими реакциями: ЧСС равнялась 94 ± 36 мин⁻¹, AD_{cp} — 120 ± 16 мм рт.ст., СИ значимо снизился до нормальных значений — $3,9 \pm 1,6$ л/(мин×м²), СК оставалась стабильной, но манипуляции с сонными артериями привели к умеренному значимому снижению показателя ЦОМ до $67 \pm 7,6\%$.

С целью изучения влияния целевой концентрации изофлюрана на системную, церебральную гемодинамику и кислородный баланс мозга больных на начальных этапах операции в условиях еще сохраняющейся недостаточности кровоснабжения головного мозга мы объединили этапы III и IV в единое наблюдение. Анализ показал, что в период операции до выключения кровотока по оперируемой сонной артерии концентрация изофлюрана в выдыхаемой газовой смеси не оказывала существенного

Таблица. Интраоперационные изменения гемодинамики, ЦОМ и СК ($M \pm m$, $n = 26$)

| Этапы исследования | Концентрация изофлюрана, об. % | ЧСС, мин ⁻¹ | САД, мм рт.ст. | ДАД, мм рт.ст. | AD_{cp} , мм рт.ст. | СИ, л/(мин×м ²) | ЦОМ, % | СК, см/с |
|--------------------|--------------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| I | 0 | 88 ± 17 | 189 ± 31 | 97 ± 14 | 130 ± 18 | $6,9 \pm 2,4$ | $68,0 \pm 6,6$ | 58 ± 12 |
| II | 0 | 85 ± 19 | 152 ± 25 | $87 \pm 15^*$ | $110 \pm 17^*$ | $6,6 \pm 2,6$ | $70,0 \pm 8,4$ | $55 \pm 14^*$ |
| III | $0,40 \pm 0,20$ | 94 ± 33 | $160 \pm 29^*$ | $96 \pm 18^{\#}$ | $119 \pm 21^{\#\#}$ | $6,1 \pm 2,5$ | $72,0 \pm 8,9^{\#\#}$ | 56 ± 15 |
| IV | $0,68 \pm 0,30$ | 94 ± 36 | $154 \pm 22^*$ | 99 ± 15 | $120 \pm 16^*$ | $3,9 \pm 1,6^{\#\#}$ | $67,0 \pm 7,6^{\#}$ | 54 ± 16 |
| V | $0,73 \pm 0,25$ | 97 ± 39 | $152 \pm 26^*$ | 96 ± 19 | $113 \pm 20^*$ | $3,4 \pm 0,9^*$ | $60,0 \pm 6,9^{\#\#}$ | $46 \pm 17^{\#\#}$ |
| VI | $0,63 \pm 0,20$ | $91 \pm 33^{\#}$ | $149 \pm 20^*$ | 91 ± 13 | $108 \pm 15^*$ | $3,3 \pm 0,9^*$ | $58,0 \pm 8,6^{\#\#}$ | $48 \pm 15^*$ |
| VII | $0,63 \pm 0,20$ | 94 ± 38 | $146 \pm 15^*$ | 91 ± 13 | $107 \pm 13^*$ | $3,1 \pm 1,0^*$ | $65,0 \pm 9,5^{\#}$ | $56 \pm 23^{\#}$ |
| VIII | $0,63 \pm 0,20$ | 91 ± 32 | $151 \pm 24^*$ | 92 ± 16 | $108 \pm 19^*$ | $3,1 \pm 0,7^*$ | $65,0 \pm 7,8$ | 55 ± 12 |

* — $p < 0,05$ по сравнению с первым этапом; # — $p < 0,05$ по сравнению с предыдущим этапом

влияния на показатели системной гемодинамики больных, СК и показатели ЦОМ. Мы выявили также, что на величину показателей СК и ЦОМ не влияли параметры системной гемодинамики.

Следовательно, на начальных этапах операции применение изофлюрана в концентрации не более 1 МАК (минимальная альвеолярная концентрация) в сочетании с фентанилом сопровождалось умеренным снижением показателей гемодинамики. Стабильными оставались также скорость кровотока в средней мозговой артерии на стороне поражения и показатель ЦОМ. Таким образом, в условиях анестезии с применением изофлюрана в концентрации до 1 МАК сохраняются механизмы ауторегуляции кровоснабжения головного мозга [13].

Основную опасность для пациента во время операций на сонных артериях представляет ишемическое и затем, возможно, реперфузионное повреждение головного мозга [14, 15]. Поэтому мы отдельно выделили еще 3 этапа — непосредственно после пережатия сонной артерии, перед пуском кровотока после периода длительной ишемии и после пуска кровотока. На этапе временного прекращения кровообращения в бассейне пораженной сонной артерии показатели системной гемодинамики больных изменялись в незначительной степени и статистически незначимо (таблица). Было отмечено снижение СК на стороне операции до 46 ± 17 см/с и показателей ЦОМ до $60 \pm 6,9\%$ (по сравнению с исходными данными и предыдущим этапом $p < 0,05$). Однако абсолютные значения исследуемых параметров не были критическими, что позволило хирургам не использовать в период прекращения кровотока по сонным артериям временное шунтирование.

Продолжительность манипуляций на сонных артериях составляла $25,5 \pm 6,5$ мин (13–52 мин). Непосредственно перед окончанием сосудистого этапа операции и пуском кровотока у больных сохранялись стабильные показатели гемодинамики: ЧСС — 91 ± 33 мин⁻¹, АД_{ср} — 108 ± 15 мм рт.ст., СИ — $3,3 \pm 0,9$ л/(мин×м²). СК оставалась сниженной до 48 ± 15 см/с, как и показатели ЦОМ — до $58 \pm 8,6\%$ ($p < 0,05$ по сравнению с исходными данными).

В период выключения кровотока в сонных артериях мы обнаружили прямую и достаточно выраженную зависимость между концентрацией изофлюрана в выдыхаемой газовой смеси и ЧСС ($0,609$ при $p < 0,05$). Концентрация изофлюрана не влияла на показатели скорости мозгового кровотока и ЦОМ. СК по средней мозговой артерии и ЦОМ не зависели от показателей гемодинамики.

Таким образом, несмотря на неблагоприятные технологические аспекты операции (прекращение кровотока, ишемия, механическое воздействие на рефлексогенные зоны), при анестезии с применением изофлюрана в концентрации до 1 МАК в сочетании с фентанилом показатели гемодинамики оставались стабильными. Скорость мозгового кровотока на стороне вмешательства была умеренно сниженной и не зависела от показателей системной гемодинамики и, в свою очередь, не влияла на кислородный баланс головного мозга заинтересованной стороны.

После возобновления кровотока по сонной артерии (этап VII) показатели системной гемодинамики изменились незначительно: ЧСС — 94 ± 38 мин⁻¹, АД_{ср} — 107 ± 13 мм рт.ст.,

СИ — $3,1 \pm 1,0$ л/(мин×м²). СК на средней мозговой артерии значимо увеличилась до 56 ± 23 см/с ($p < 0,05$ по сравнению с предыдущим этапом). Показатели ЦОМ значимо увеличились до $65 \pm 9,5\%$.

На данном этапе мы также не выявили взаимосвязи между концентрацией изофлюрана в выдыхаемой газовой смеси больными и показателями гемодинамики, СК и ЦОМ. Скорость кровотока на средней мозговой артерии имела обратную зависимость от АД_{ср} ($-0,437$ при $p < 0,05$). Кислородный баланс мозга (ЦОМ) не зависел от показателей гемодинамики и СК.

Полученные результаты подтверждают, что при возобновлении кровотока по реконструированной сонной артерии в условиях анестезии с применением изофлюрана реперфузия головного мозга проявляется умеренно, так как механизмы ауторегуляции кровоснабжения головного мозга на этом этапе остаются сохранными.

В период завершения операции подачу изофлюрана прекращали с наложением последних кожных швов (этап VIII). Сознание и двигательная активность пациентов восстанавливались через $14,9 \pm 5,6$ мин. Этому периоду не сопутствовали серьезные изменения гемодинамики (см. таблицу). Показатели ЦОМ и СК также существенно не отличались от предыдущего этапа и исходных данных. На этапе завершения операции линейная скорость кровотока в средней мозговой артерии по-прежнему не зависела от показателей системной гемодинамики. Кислородный баланс мозга также не зависел от гемодинамических показателей. Течение послеоперационного периода у больных было гладкое, осложнений отмечено не было.

Выводы

1. Анестезия с применением изофлюрана в концентрации до 1 МАК в сочетании с фентанилом позволяет поддерживать адекватное обезболивание, стабильную гемодинамику и своевременное пробуждение у пациентов во время реконструктивных операций на сонных артериях.
2. В период выключения кровотока в реконструируемой сонной артерии при анестезии с применением изофлюрана гемодинамика остается стабильной, мозговой кровотока находится в рамках ауторегуляции и линейная скорость кровотока на стороне вмешательства не зависит от показателей системной гемодинамики.
3. При возобновлении кровотока по реконструированной сонной артерии в условиях анестезии с применением изофлюрана реперфузия головного мозга проявляется умеренно, так как механизмы ауторегуляции кровоснабжения головного мозга на этом этапе остаются сохранными.

Литература

1. Гусев Е.И., Скворцова В.И., Киликовский В.В. и др. Проблема инсульта в Российской Федерации // Кач. жизни. Медицина. 2006. №2 (13). С.10–14.
2. Calligaro K.D., Dougherty M.J. Correlation of carotid artery stump pressure and neurologic changes during 474 carotid endarterectomies performed in awake patients // J Vase Surg. 2005. V.42 (4). P.684–689.

3. Erickson K.M., Cole D.J. Review of developments in anesthesia for carotid endarterectomy // *Curr Opin Anaesthesiol.* 2005. V.18 (5). P.466–470.
4. Rothwell P.M., Eliasziw M., Gutnikov S.A. et al. Analysis of pooled data from randomized controlled trials of endarterectomy for symptomatic carotid stenosis // *Lancet.* 2003. V.361 (9352). P.107–116.
5. Barnett H.J., Meldrum H.E., Eliasziw M. The appropriate use of carotid endarterectomy // *CMAJ.* 2002. V.166 (9). P.1169–1179.
6. Скворцова В.И., Леменов В.Л., Ахметов В.В. и др. Эффективность хирургических и консервативных методов вторичной профилактики каротидного ишемического инсульта // *Журн. неврол. и психиатр.* 2005. Прил.: Инсульт. Вып.13. С.3–7.
7. Nguyen L.L., Conte M.S., Reed A.B. et al. Carotid endarterectomy: who is the high-risk patient? // *Semin Vasc Surg.* 2004. V.17 (3). P.219–223.
8. Покровский А.В., Кияшко В.А. Ишемический инсульт можно предупредить // *РМЖ.* 2003. №12. С.7–10.
9. Гольдина И.М., Шамшилин А.А., Никулин Б.И. Транскраниальная доплерография в режиме мониторинга в оценке толерантности головного мозга к ишемии при проведении каротидной эндартерэктомии // *Бюлл. НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН: Материалы 10-й сессии. М., 2006. Т.7. №3. С.198.*
10. Komoribayashi N., Ogasawara K., Kobayashi M. et al. Cerebral hyperperfusion after carotid endarterectomy is associated with preoperative hemodynamic impairment and intraoperative cerebral ischemia // *J Cereb Blood Flow Metab.* 2006. V.26 (7). P.878–884.
11. Melgar M.A., Mariwalla N., Madhusudan H. et al. Carotid endarterectomy without shunt: the role of cerebral metabolic protection // *Neurol Res.* 2005. V.27 (8). P.850–856.
12. Van Mook W.N., Rennenberg R.J., Schurink G.W. et al. Cerebral hyperperfusion syndrome // *Lancet Neurol.* 2005. V.4 (12). P.877–888.
13. Морган-мл. Дж.Э., Михаил Мэгид С. Клиническая анестезиология: В 3 кн. Кн. 2 / Пер. с англ. М.–СПб.: БИНОМ, 2013. 296 с.
14. Telman G., Kouperberg E., Nitecki S. et al. Cerebral hemodynamics in symptomatic and asymptomatic patients with severe unilateral carotid stenosis before and after carotid endarterectomy // *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2006. V.32 (4). P.375–378.
15. Vanninen E., Kuikka J.T., Aikiä M. et al. Heterogeneity of cerebral blood flow in symptomatic patients undergoing carotid endarterectomy // *Nucl Med Commun.* 2003. V.24 (8). P.893–900.

Информация об авторах:

Афонасьев Михаил Георгиевич, врач отделения анестезиологии и реанимации № 1 Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В.Склифосовского
Адрес: 129010, Москва, Б.Сухаревская пл., 3
Телефон: (495) 625-8018
E-mail: iafona@mail.ru

Кислухина Евгения Викторовна, научный сотрудник лаборатории автоматизированной системы управления лечебно-диагностическим процессом Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В.Склифосовского
Адрес: 129010, Москва, Б.Сухаревская пл., 3
Телефон: (495) 621-1986
E-mail: kislusha@mail.ru

Макаревич Александр Викторович, врач отделения неотложной сосудистой хирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В.Склифосовского
Адрес: 129010, Москва, Б.Сухаревская пл., 3
Телефон: (495) 620-1244
E-mail: av.makar.@lenta.RU

Бондаренко Александр Николаевич, младший научный сотрудник отделения неотложной сосудистой хирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В.Склифосовского
Адрес: 129010, Москва, Б.Сухаревская пл., 3
Телефон: (495) 620-1244
E-mail: bondshaman@mail.ru

Михайлов Игорь Петрович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий научным отделением неотложной сосудистой хирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В.Склифосовского
Адрес: 129010, Москва, Б.Сухаревская пл., 3
Телефон: (495) 625-3626
E-mail: dr-mip@rambler.ru