

© ДОВБЫШ Н. Ю., ГРИЦАН А. И., КУРНОСОВ Д. А., СТЕПАНЕНКО Н. А.

УДК 616-089.5-036.6

DOI: 10.20333/2500136-2020-3-86-91

## Влияние ингаляционных анестетиков на югулярную оксиметрию при операциях клипирования аневризм интракраниальных артерий

Н. Ю. Довбыш<sup>1,2</sup>, А. И. Грицан<sup>1,2</sup>, Д. А. Курносов<sup>2</sup>, Н. А. Степаненко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск 660022, Российская Федерация

<sup>2</sup>Красноярская краевая клиническая больница, Красноярск 660022, Российская Федерация

**Цель исследования.** Оценить влияние ингаляционных анестетиков – десфлюрана и севофлюрана, применяемых во время общей анестезии, на изменение параметров югулярной венозной оксиметрии.

**Материал и методы.** Проведен анализ показателей центральной гемодинамики, кровопотери и югулярной венозной оксиметрии на различных этапах клипирования у пациентов с разорвавшимися аневризмами интракраниальных артерий в 2-х группах, всего у 30 пациентов: 1 группа пациентов, где во время общей анестезии применялся десфлюран и 2 группа пациентов – общая анестезия с применением севофлюрана.

**Результаты.** Пациенты обеих групп были сопоставимы по тяжести субарахноидального кровоизлияния, его выраженности. При проведении общей анестезии как с применением десфлюрана, так и с применением севофлюрана отмечались одинаковые изменения гемодинамики, не имеющие статистически достоверной разницы, объем интраоперационной кровопотери и уровень гемоглобина у пациентов в этих группах так же не имел статистически достоверной разницы. В то же время у пациентов в 1 группе на II-V этапах значения югулярной оксиметрии были статистически достоверно выше, чем у пациентов во 2 группе.

**Заключение.** Применение десфлюрана при общей анестезии во время оперативных вмешательств клипирование разорвавшихся интракраниальных аневризм, по сравнению с севофлюраном, сопровождается более высокими значениями показателей югулярной оксиметрии, что соответствует большему снижению метаболической активности нейронов головного мозга. Более выраженное снижение метаболической активности нейронов головного мозга имеет благоприятный протективный эффект и должно учитываться при выборе ингаляционного анестетика.

**Ключевые слова:** общая анестезия, десфлюран, севофлюран, клипирование интракраниальных аневризм, субарахноидальное кровоизлияние, югулярная оксиметрия.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Довбыш НЮ, Грицан АИ, Курносов ДА, Степаненко НА. Влияние ингаляционных анестетиков на югулярную оксиметрию при операциях клипирования аневризм интракраниальных артерий. *Сибирское медицинское обозрение*. 2020;(3):86-91. DOI: 10.20333/2500136-2020-3-86-91

## The effect of inhaled anesthetics on jugular oximetry during aneurysms clipping of intracranial arteries

N. Yu. Dovbysh<sup>1,2</sup>, A. I. Gritsan<sup>1</sup>, D. A. Kurnosov<sup>2</sup>, N. A. Stepanenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

<sup>2</sup>Krasnoyarsk regional hospital, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

**The aim of the research** is to assess the effect of inhalation anesthetics, such as desflurane and sevoflurane, used during general anesthesia, on jugular venous oximetry parameters change.

**Material and methods.** The analysis of indicators of central hemodynamics, blood loss and jugular venous oximetry at various stages of clipping in patients with ruptured intracranial arteries aneurysms in 2 groups, 30 patients in total: 1 group of patients, where desflurane was used during general anesthesia and 2 group of patients – general anesthesia with sevoflurane.

**Results.** Patients from both groups were compared according to severity of subarachnoid hemorrhage and its intensity. When conducting general anesthesia with both desflurane and sevoflurane, common hemodynamic changes were observed that were not statistically different; the volume of intraoperative blood loss and hemoglobin level in patients of these groups also did not have statistically significant difference. At the same time, in patients of group 1 at II-V stages, jugular oximetry indexes were statistically significantly higher than in patients of group 2.

**Conclusion.** The use of desflurane as general anesthesia during such surgical intervention as clipping of ruptured intracranial aneurysms, compared with sevoflurane, is accompanied by higher jugular oximetry indexes, which corresponds to greater decrease in brain neurons metabolic activity. A more pronounced decrease in brain neurons metabolic activity has favorable protective effect and should be taken into account when choosing inhalant anesthetic.

**Key words:** general anesthesia, desflurane, sevoflurane, clipping of intracranial aneurysms, subarachnoid hemorrhage, jugular oximetry.

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Citation:** Dovbysh NYu, Gritsan AI, Kurnosov DA, Stepanenko NA. The effect of inhaled anesthetics on jugular oximetry during aneurysms clipping of intracranial arteries. *Siberian Medical Review*. 2020;(3):86-91. DOI: 10.20333/2500136-2020-3-86-91

## Введение

Препараты для общей анестезии, влияя на мозговой кровоток, потребление кислорода нейронами головного мозга, эпилептиформную активность, показатели центральной гемодинамики, могут оказывать существенное влияние на развитие вторичной ишемии у пациентов с субарахноидальными кровоизлияниями (САК), связанными с разрывом аневризм интракраниальных артерий.

Метод югулярной оксиметрии основан на определении насыщения гемоглобина кислородом в оттекающей от головного мозга венозной крови. Для измерения данного показателя в луковицу внутренней яремной вены ретроградно устанавливается фиброоптический датчик, что позволяет проводить измерение в постоянном режиме. Так же возможно дискретное определение  $SatO_2j$  в пробах крови, забираемых несколько раз в сутки, установив ретроградно обычный катетер. Обязательным условием является расположение его кончика в луковице внутренней яремной вены, что исключает примешивания венозной крови из системы наружной яремной вены и появления из-за этого недостоверности оцениваемого параметра [1,2].

Показатель  $SatO_2j$  позволяет определить взаимоотношения между доставкой и потреблением кислорода в головном мозге, что выражается формулой  $CMRO_2 = CBF(CaO_2 - CvO_2)$ , где  $CaO_2 = [1,34 \times Hb \times SatO_2a + pO_2a \times 0,031] / 100$ , а  $CvO_2 = [1,34 \times Hb \times SatO_2j + pO_2j \times 0,031] / 100$ , где  $CMRO_2$  – метаболический индекс потребления кислорода головным мозгом,  $CBF$  – мозговой кровоток,  $CaO_2$  – содержание кислорода в артериальной крови,  $CvO_2$  – содержание кислорода во внутренней яремной вене,  $Hb$  – гемоглобин,  $SatO_2a$  – насыщение кислородом артериальной крови,  $pO_2a$  – напряжение кислорода в артериальной крови,  $pO_2j$  – содержание кислорода во внутренней яремной вене. В норме значения  $SatO_2j$  находятся в пределах 55 %-75 % [3].

$CBF$  снижается при повреждении головного мозга, тромбоэмболии, наличии повышенного внутричерепного давления, гипотонии, гипервентиляции, развитии вазоспазма. При отсутствии изменений в метаболической активности головного мозга при выше перечисленных состояниях или повышении метаболической потребности нейронов  $SatO_2j$  будет снижаться. Развитие артериальной гипоксемии, анемии или повышении метаболической активности головного мозга, например при лихорадке, эпиактивности, так же будет сопровождаться десатурацией в луковице яремной вены. В свою очередь, гипотермия, снижение метаболических потребностей головного мозга при седации/общей анестезии сопровождается повышением уровня  $SatO_2j$ . Патологическое

повышение  $SatO_2j$  отмечается при наличии патологического артерио-венозного шунта, смерти головного мозга [4,5,6].

Таким образом, насыщение гемоглобина кислородом во внутренней яремной вене является интегральным показателем, отражающим как состояние метаболической активности нейронов головного мозга, так и состояние центральной гемодинамики и уровень гемоглобина.

Югулярная оксиметрия, в отличие от церебральной оксиметрии, не настолько часто применяется для оценки состояния метаболизма нейронов головного мозга во время анестезиологических пособий [7,8].

Цель: оценить изменения значений югулярной оксиметрии, параметров центральной гемодинамики и оксигенации при операциях клипирования разрывных аневризм интракраниальных артерий в условиях общей анестезии с применением ингаляционных анестетиков – десфлюрана и севофлюрана.

## Материал и методы

Было обследовано 2 группы пациентов с САК на фоне разрыва аневризм интракраниальных артерий, которым были выполнены оперативные вмешательства под общей анестезией. В 1 группу вошло 15 пациентов, у которых в качестве основного ингаляционного анестетика был использован десфлюран. Во 2 группу так же вошло 15 пациентов, которые были оперированы с применением в качестве основного ингаляционного анестетика севофлюрана. Пациенты 1 и 2 групп не имели статистически значимых различий в возрасте, локализации причинной аневризмы, степени тяжести состояния пациента по шкале Н-Н и степени выраженности САК по шкале Фишер (табл. 1).

Индукция проводилась в 1 и во 2 группах внутривенным (в/в) введением пропофола 2,0-2,5 мг/кг и фентанила 0,025-0,03 мг/кг, прекураризация пипекуроний 1 мг и миорелаксация на интубацию – лисефон 2-3 мг/кг. Основной наркоз в 1 группе проводился ингаляцией десфлюрана с МАК 0,8 и в/в инфузией фентанила 0,02 мг/кг\*ч; во 2 группе – севофлюран с МАК 0,8 и в/в инфузией фентанила 0,02 мг/кг\*ч. Релаксация и в 1 и во 2 группе проводилась пипекурониумом в дозе 0,06 мг/кг\*ч.

Контроль югулярной оксиметрии проводился с применением монитора CeVOX (Pulsion Medical Systems, Германия), фиброоптический датчик устанавливался через катетер в яремной вене на уровне луковицы под УЗ контролем. У всех пациентов было получено письменное согласие на проведение манипуляции – установку катетера во внутреннюю яремную вену. Регистрировались данные югулярной оксиметрии на следующих этапах оперативного вмешательства: I – перед проведением индукции;

Таблица 1

**Характеристика пациентов**

Table 1

**Patient description**

	Пол	Возраст/ лет, М±σ	Локализация аневризмы	Hunt-Hess, Me [0.25;0.75]	Fisher Me [0.25;0.75]
1 группа	мужчины 11 (73 %) женщины 4 (27 %)	52,4±7,3	СМА/ МСА 7 (47 %) ПМА/ АСА 2 (12 %) ПСА/ АСомА 6 (41 %)	2 [2.0; 2.5]	3 [3;3]
2 группа	мужчины 10 (67 %) женщины 5 (33 %)	51,4±10,7	СМА/ МСА 7 (47 %) ПМА/ АСА 1 (6 %) ПСА 7/ АСомА (47 %)	2 [2.0; 2.5]	3 [3;3]
р	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05

*Примечание: ПМА – переднемозговая артерия; ПСА – передняя соединительная артерия; СМА – среднемозговая артерия.*

*Note: FBA – forebrain artery; PSA – anterior communicating artery; SMA – midbrain artery.*

II – после начала подачи ингаляционного анестетика перед кожным разрезом; III – во время операции, перед клипированием аневризмы; IV – во время операции, после клипирования аневризмы и V – после прекращения подачи ингаляционного анестетика по окончании операции.

Проводилась оценка уровня гемоглобина на I и V этапах, оценивался объем кровопотери за время операции.

Оценка гемодинамики проводилась на всех этапах исследования, контролировали: среднее АД (артериальной давление) (как интегральный показатель значений систолического и диастолического АД, а так же учитывая, что ЦПД = АДср-ВЧД, где ЦПД – церебральное перфузионное давление, АДср – среднее артериальное давление и ВЧД – внутричерепное давление), частоту сердечных сокращений (ЧСС). Так же на всех этапах исследования проводилась оценка насыщения артериальной крови кислородом SataO<sub>2</sub> (от данного показателя зависит СаO<sub>2</sub>). На II-V этапах проводилась капнометрия – EtCO<sub>2</sub> (влияние гипер- и гипокпапии на тонус интракраниальных сосудов). Мониторинг всех данных параметров проводился с применением монитора PhillipsMP20 (Philips, Нидерланды).

Данные приведены в виде Me±σ и Me [25 %; 75 %], абсолютных значений и процентов.

Статистическая проверка для параметрических данных проводилась с использованием критерия Манна-Уитни, непараметрических данных – χ-критерия с помощью программы IBMSTSSv.20. Изменения считали статистически значимыми при p≤0,05.

**Результаты и обсуждение**

Показатели среднего артериального давления и ЧСС на этапах исследования представлены в таблице 2.

На всех этапах исследования не отмечалось статистически значимых различий в АДср и в ЧСС между пациентами 1 группы и 2 группы. Наши данные подтверждают литературные данные о том, что севофлюрану и десфлюрану характерно обеспечение высокой гемодинамической стабильности у пациентов [9]. Направленность изменений параметров АДср и ЧСС обусловлены хорошо известными эффектами десфлюрана и севофлюрана – снижением ОПСС и минимальным влиянием на сердечный выброс (СВ) [10]. В то же время, согласно литературным данным десфлюран, по сравнению с севофлюраном, в большей степени снижает АД и общее сосудистое сопротивление (ОПСС), незначительно повышая, либо не оказывая влияния на ЧСС, в то время как севофлюран обладает более выраженным влиянием на ЧСС, приводя к ее увеличению. Десфлюран либо не оказывает

Таблица 2

**Показатели АДср мм рт ст.; ЧСС, уд. в мин., Me[25 %; 75 %]**

Table 2

**Average AP-indices, mm Hg; heart beat rate per minute, Me [25 %; 75 %]**

	I		II		III		IV		V	
	АДср	ЧСС	АДср	ЧСС	АДср	ЧСС	АДср	ЧСС	АДср	ЧСС
1 группа	77 [73; 79]	81 [77; 87]	76 [71; 78]	74 [70; 77]	71 [70; 72]	62 [61; 65]	72 [68; 74]	61 [60; 63]	74 [71; 77]	71 [66; 74]
2 группа	78 [73; 79]	81 [77; 88]	76 [70; 78]	72 [70; 76]	70 [68; 71]	62 [60; 65]	73 [68; 75]	61 [60; 63]	75 [71; 78]	72 [67;74]
р	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05

существенного влияния на СВ, либо приводит к его незначительному снижению, в то время как при анестезии севофлюраном происходит снижение сердечного выброса [11,12]. Связь между АДср, сердечным выбросом и ОПСС определяется формулой  $ОПСС = АДср \times 1333 \times 60 / СВ$ . Таким образом, при отсутствии статистически значимых изменений в АДср между 1 и 2 группой можно заключить о том, что при проведении анестезиологического пособия с применением севофлюрана и десфлюрана в концентрации не большей 1 МАК их влияние на гемодинамические параметры у пациентов при клипировании разрывных интракраниальных аневризм одинаково.

Значения гемоглобина на I и V этапах исследования и объем кровопотери за операцию представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Показатели гемоглобина, г/л  
и объем кровопотери, мл  
Me [25 %; 75 %]**

Table 3

**Hemoglobin, g / l and blood loss, ml  
Me [25 %; 75 %]**

	Гемоглобин, г/л		Объем кровопотери, мл
	I	V	
1 группа	134 [122;139]	111 [104;119]	150 [100;250]
2 группа	130 [127;145]	113 [104;120]	200 [199;300]
p	≥0,05	≥0,05	≥0,05

Нами не было найдено статистически значимых различий в изменении уровней гемоглобина, объема кровопотери у пациентов 1 и 2 групп. Как у пациентов в 1 группе, так и у пациентов во 2 группе к окончанию операции (V этап исследования) отмечалось снижение уровня гемоглобина, что связано как с интраоперационной кровопотерей, так и с проведением интраоперационной инфузионной терапии. Полученные нами данные не противоречат имеющимся сведениям об объеме кровопотери и об изменении уровня гемоглобина во время клипирования аневризм интракраниальных сосудов [13,14].

Полученные данные югулярной оксиметрии представлены в таблице 4.

Говоря об изменениях  $SatO_2j$  у пациентов 1 и 2 групп на этапах исследования, учитывая отсутствие статистически значимых различий в показателях гемодинамики и гемоглобина, необходимо говорить об изменении метаболической активности нейронов под действием севофлюрана и десфлюрана, что и приводит к изменению  $SatO_2j$ .

Повышение  $SatO_2j$  на II и III этапах исследования у пациентов 1 и 2 групп связано с влиянием как десфлюрана, так и севофлюрана на состояние метаболизма нейронов головного мозга, которое выражается снижением метаболической активности нейронов [15,16].

Понижение  $SatO_2j$  на IV и V этапах исследования в обеих группах обусловлено снижением на IV этапе и прекращением подачи на V этапе ингаляционных анестетиков, что приводит к нарастанию метаболической активности нейронов, повышению их потребности в кислороде и снижению  $SatO_2j$ . Более выраженное нарастание  $SatO_2j$  у пациентов в I группе можно объяснить более быстрым пробуждением пациентов после прекращения подачи ингаляционного анестетика, что объясняется разницей в фармакодинамических свойствах десфлюрана и севофлюрана [17]. Понижение  $SatO_2j$  у пациентов при бодрствовании закономерно, так более низкие показатели  $SatO_2j$  у пациентов при операциях эндартерэктомии были отмечены при проведении операций под местной анестезией с сохраненным сознанием по сравнению с этими же операциями проведенными под общей анестезией [7].

При сходных эффектах на состояние церебрального метаболизма [18] севофлюран, в отличие от десфлюрана, способен вызывать эпилептоформную активность. При общей анестезии севофлюраном частота эпилептоморфной активности может достигать 31 % [19,20].

Таким образом, для пациентов в группе десфлюрана характерно более высокое значение  $SatO_2j$  на II-V этапах исследования по сравнению с севофлюраном, что в отсутствие статистически значимой разницы в показателях гемодинамики и уровнях гемоглобина свидетельствует о меньшей метаболической активности нейронов и меньшей потребности головного мозга в кислороде. Более высокая

Таблица 4

**$SatO_2j$ , %, Me [25 %; 75 %]**

Table 4

**$SatO_2j$ , %, Me [25 %; 75 %]**

	I	II	III	IV	V
1 группа/1 <sup>st</sup> group	64 [63; 65]	78 [79; 80]	81 [80; 82]	69 [68; 70]	63 [61; 65]
2 группа/2 <sup>nd</sup> group	63 [61; 65]	72 [70; 73]	74 [73; 75]	67 [66; 68]	62 [61; 63]
p	≥0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,05



метаболическая активность при общей анестезии с применением севофлюрана может быть объяснена, учитывая имеющиеся литературные данные, наличием эпилептоформной активности у данного препарата, что приводит к увеличению метаболических потребностей нейронов.

#### Заключение

Не смотря на то, что у пациентов как в 1, так и во 2 группе уровень SatO<sub>2j</sub> не был меньше 55 % (снижение SatO<sub>2j</sub> ниже данной цифры свидетельствует о развитии ишемии головного мозга), для пациентов с повреждением головного мозга, в том числе и обусловленном САК, желательнее иметь как можно большее снижение метаболической активности головного мозга, а из 2-х представленных препаратов именно десфлюран обладает таким свойством.

При окончании оперативного вмешательства, на фоне прекращенной подачи ингаляционных анестетиков, не смотря на то, что для десфлюрана по сравнению с севофлюраном, характерно более быстрое пробуждение, уровень SatO<sub>2j</sub> так же был выше у пациентов в 1 группе, что также можно объяснить отсутствием эпилептоформной активности у десфлюрана.

Исходя из полученных результатов, для решения вопроса о выборе ингаляционного анестетика у пациентов с САК – десфлюран или севофлюран, может быть полезно проведение в предоперационном периоде ЭЭГ и при обнаружении эпилептической активности проведение общей анестезии с применением десфлюрана.

#### Литература / References

1. Крылов ВВ. Нейрореаниматология: практическое руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2017. 176 с. [Krylov VV. Neuro-resuscitation: a practical guide. Moscow: GEOTAR-Media; 2017. 176 p. (In Russian)]
2. Миербеков ЕМ, Флеров ЕВ, Деметьева ИИ, Яворовский АГ, Шмырин ММ. Фиброоптическая оксигеметрия крови верхней луковичи внутренней яремной вены при кардиохирургических операциях. *Анестезиология и реаниматология*. 1997;(1):35-38. [Mierbekov YeM, Flerov YeV, Dementyeva II, Yavorovsky AG, Shmyrin MM. Fiber optic oxymetry of the blood in the upper bulb of the internal jugular vein in cardiosurgery. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 1997;(1):35-38. (In Russian)]
3. Dearden NM. Jugular bulb venous oxygen saturation in the management of severe head injury. *Current Opinion in Anaesthesiology*. 1991;4(2):279-286.
4. Bhardwaj A, Bhagat H, Grover VK. Jugular venous oximetry. *Journal of Neuroanaesthesiology and Critical Care*. 2015;2(3):225-231. DOI: 10.4103/2348-0548.165046

5. Maloney-Wilensky E, Gracias V, Itkin A, Hoffman K, Bloom S, Yang W, Christian S, LeRoux PD. Brain tissue oxygen and outcome after severe traumatic brain injury: a systematic review. *Critical Care Medicine*. 2009;37(6):2057–2063. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a009f8
6. Steiner LA, Andrews PJ. Monitoring the injured brain: ICP and CBF. *British Journal of Anaesthesia*. 2006;97(1):26-38. DOI: 1093/bja/ael110
7. Dias NV, Kölbel T, Gonçalves I, Chew M, Wistrand J, Brunkwall PS Hemodynamics and jugular venous oxygen saturation during carotid endarterectomy: a comparison between general and locoregional anesthesia. *International Angiology*. 2010; 29(3):232-8.
8. Jeong H, Lee SH, Jang EA, Chung SS, Lee J, Yoo KY. Hemodynamics and cerebral oxygenation during arthroscopic shoulder surgery in beach chair position under general anaesthesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2012;56(7):872-9. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2012.02716.x
9. Tanaka S, Tsuchida H, Nakabayashi K, Seki S, Namiaki A. The effects of sevoflurane, isoflurane, halothane, and enflurane on hemodynamic responses during an inhaled induction of anesthesia via a mask in humans. *Anesthesia and Analgesia*. 1996;82(4):821-826. DOI: 1097/00000539-199604000-00025
10. Magni G, Rosa IL, Melillo G, Savio A, Rosa G. A comparison between sevoflurane and desflurane anesthesia in patients undergoing craniotomy for supratentorial intracranial surgery. *Anesthesia and Analgesia*. 2009;109(2):567-71. DOI: 1213/ane.0b013e3181ac1265
11. Brioni JD, Varughese S, Ahmed R, Bein B. A clinical review of inhalation anesthesia with sevoflurane: from early research to emerging topics. *Journal of Anesthesia*. 2017;31(5):764-778. DOI: 1007/s00540-017-2375-6
12. Landoni G, Biondi-Zoccai GG, Zangrillo A, Big-nami E, D'Avolio S, Marchetti C, Calabrò MG, Fochi O, Guarracino F, Tritapepe L, De Hert S, Torri G. Desflurane and sevoflurane in cardiac surgery: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2007;21(4):502-511. DOI: 1053/j.jvca.2007.02.013
13. Le Roux PD, Elliott JP, Winn HR. Blood transfusion during aneurysm surgery. *Neurosurgery*. 2001;49(5):1068–1074. DOI: 10.1097/00006123-200111000-00009
14. Oppitz PP, Stefani MA. Acute normovolemic hemodilution is safe in neurosurgery. *World Neurosurgery*. 2013;79(5-6):719-24. DOI: 10.1016/j.wneu.2012.02.041
15. Holmstrom A, Akeson J. Cerebral blood flow at 0.5 and 1.0 Minimal Alveolar Concentrations of desflurane or sevoflurane compared with isoflurane in normoventilated pigs. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. 2003;15(2):90-7.

16. Dube SK, Pandia MP, Chaturvedi A, Bithal P, Dash HH. Comparison of intraoperative brain condition, hemodynamics and postoperative recovery between desflurane and sevoflurane in patients undergoing supratentorial craniotomy. *Saudi Journal of Anaesthesia*. 2015;9(2):167-173. DOI: 4103/1658-354X.152866

17. Rörtgen D, Kloos J, Fries M, Grottke O, Rex S, Ros-saint R, Coburn M. Comparison of early cognitive function and recovery after desflurane or sevoflurane anesthesia in the elderly: a double-blinded randomized controlled trial. *British Journal of Anaesthesia*. 2010;104(2):167-174. DOI: 1093/bja/aep369

18. Sponheim S, Skraastad Ø, Helseth E, Due-Tønnesen B, Aamodt G, Breivik H. Effects of 0.5 and 1.0 MAC isoflurane, sevoflurane and desflurane on intracranial and cerebral perfusion pressures in children. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2003;47(8):932-938. DOI: 1034/j.1399-6576.2003.00199.x

19. Terasako K, Ishii S. Postoperative seizure-like activity following sevoflurane anesthesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 1996;40(8 Pt 1):953-4. DOI: 1111/j.1399-6576.1996.tb04566.x

20. Vakkuri A, Yli-Hankala A, Sarkela M, Lindgren L, Mennander S, Korttila K, Saarnivaara L, Jäntti V. Sevoflurane mask induction of anaesthesia is associated with epileptiform EEG in children. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2001;45(7):805-11. DOI: 1034/j.1399-6576.2001.045007805.x

## Сведения об авторах

Довбыш Николай Юрьевич, к.м.н., ассистент, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; заведующий отделением нейрореанимации, Красноярская краевая клиническая больница; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 3а; тел.: +7(923)2913193; e-mail: nikol.dovbish@yandex.ru

Грицан Алексей Иванович, д.м.н., профессор, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; тел.: +7(903)9205304; e-mail: gritsan67@mail.ru

Курнос Дмитрий Александрович, врач, Красноярская краевая клиническая больница; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 3а; тел.: +7(923)2912744; e-mail: Kurnosov.D.A@yandex.ru

Степаненко Наталья Андреевна, студент, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; тел.: +7(913)5280980; e-mail: s.tepanenko\_n.atalya@mail.ru

## Author information

Nikolay Yu. Dovbysh, Cand.Med.Sci., Assistant, Prof. V. F. Voino-Yasenyetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; chief neurointensive department, Krasnoyarsk regional hospital; Address: 3a, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(923)2913193; e-mail: nikol.dovbish@yandex.ru

Aleksey I. Gritsan, Dr.Med.Sci., Professor, Prof. V. F. Voino-Yasenyetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(903)9205304; e-mail: gritsan67@mail.ru

Dmitriy A. Kurnosov, doctor, neurointensive department, Krasnoyarsk regional hospital; Address: 3a, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(923)2912744; e-mail: Kurnosov.D.A@yandex.ru

Natalya A. Stepanenko, student, Prof. V. F. Voino-Yasenyetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(913)5280980; e-mail: s.tepanenko\_n.atalya@mail.ru

Дата поступления: 17.10.2019 г.

Дата рецензирования: 11.04.2020 г.

Принята к печати: 13.05.2020 г.

Received 17 October 2019

Revision Received 11 April 2020

Accepted 13 May 2020



This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.