ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ОКСИМЕТРИИ НА ЭТАПАХ РАННЕЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ

В.М. Женило[1], А.В. Хрипун[1,2], И.В. Кладова[2], Д.В. Мартынов[1], Д.С. Костюков[1,2], К.А. Бондаренко[2]

[1] ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону
[2] ГБУ РО «Ростовская областная клиническая больница», Ростов-на-Дону

Инсульт как причина смертности стабильно занимает второе место в мировых отчетах Всемирной организации здравоохранения. В последнее время одной из самых актуальных проблем является реабилитация этой категории пациентов. Авторы проанализировали реалии современного подхода к вертикализации пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения и проверили возможность усовершенствования контроля за ней. В статье обсуждается возможность применения метода церебральной оксиметрии у пациентов с ишемическим инсультом на этапе ранней вертикализации для возможного предотвращения перфузионных осложнений, связанных с нарушением оксигенации мозговой ткани во время вертикализации. Проведено исследование группы пациентов с ишемическими инсультами в каротидных бассейнах. Получены данные о значимом снижении показателей церебральной оксиметрии при проведении ранней вертикализации у данной категории больных. Сделаны выводы о необходимости дальнейшего изучения с целью внедрения данной технологии в рекомендации по реабилитации больных с ишемическим инсультом.

- ***Ключевые слова*:** церебральная оксиметрия, реабилитация, ишемический инсульт, вертикализация

Для корреспонденции: Костюков Дмитрий Станиславович — врач анестезиолог-реаниматолог отделения острых нарушений мозгового кровообращения Областного сосудистого центра Государственного бюджетного учреждения Ростовской области «Ростовская областная клиническая больница», Ростов-на-Дону; e-mail: kostykov.md@gmail.com

Для цитирования: Женило В.М., Хрипун А.В., Кладова И.В., Мартынов Д.В., Костюков Д.С., Бондаренко К.А. Опыт использования церебральной оксиметрии на этапах ранней реабилитации пациентов с ишемическим инсультом. Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2018;3:67–71.

EXPERIENCE IN THE USE OF CEREBRAL OXIMETRY AT THE STAGES OF EARLY REHABILITATION OF PATIENTS WITH ISCHEMIC STROKE

V.M. Zhenilo[1], A.V. Khripun[1,2], I.V. Kladova[2], D.V. Martynov[1], D.S. Kostyukov[1,2], K.A. Bondarenko[2]

[1] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Rostov State Medical University" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Rostov-on-Don
[2] State budgetary institution of the Rostov region "Rostov Regional Clinical Hospital", Rostov-on-Don

Stroke as the cause of death stably ranks second in world reports of the World Health Organization. Recently, one of the most pressing problems is the rehabilitation of this category of patients. The authors analyzed the realities of the modern approach to the verticalization of patients with acute disorders of the cerebral circulation and checked the possibility of improving control over it. The article condemns the possibility of using the method of early vertical introspection at the stage of early verticalization for possible prevention of perfusion complications with disturbance of oxygenation of the brain tissue during verticalization. A study of groups with ischemic strokes in carotid basins was carried out. Data were obtained on a significant decrease in cerebral oximetry indices during early verticalization in this category of patients. Conclusions are drawn on the need for further study with the purpose of introducing this technology into recommendations for the rehabilitation of patients with ischemic stroke.

- ***Keywords*:** cerebral oximetry, rehabilitation, ischemic stroke, verticalization.

For correspondence: Dmitriy S. Kostyukov — anesthesiologist-resuscitator of Acute cerebral injury department, Regional Vascular Center of Rostov Regional Clinical Hospital, Rostov-on-Don; e-mail: kostykov.md@gmail.com

For citation: Zhenilo VM, Khripun AV, Kladova IV, Martynov DV, Kostyukov DS, Bondarenko KA. Experience in the use of cerebral oximetry at the stages of early rehabilitation of patients with ischemic stroke. Alexander Saltanov Intensive Care Herald. 2018;3:67–71.

DOI: 10.21320/1818-474X-2018-3-67-71

■■■

Введение. Во всем мире около 15 млн человек страдают от инсульта ежегодно; двое из шести пациентов умирают и один из трех навсегда остается инвалидом. Острые нарушения мозгового кровообращения являются важнейшей медико-социальной проблемой. Заболеваемость инсультом составляет 2,5–3 случая на 1 тыс. населения в год, смертность — 50–121 случай на 100 тыс. населения в год в зависимости от уровня дохода [1]. Статистика в России весьма серьезна: 550 тыс. новых случаев в год, 3360 событий на каждый миллион жителей и около 200 тыс. смертей ежегодно, при том, что в нашей стране по данным на 2017 год проживает 146,8 млн человек. Несмотря на то что решающее значение в снижении смертности и инвалидизации вследствие инсульта принадлежит первичной профилактике, существенный эффект в этом отношении дает оптимизация системы помощи больным с острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК), введение лечебных и диагностических стандартов для этих больных, включая реабилитационные мероприятия и профилактику повторных инсультов. Весьма важным из развивающихся сегодня аспектов помощи больным с ишемическим инсультом является ранняя реабилитация. Согласно седьмому пункту приказа Минздрава России от 29 декабря 2012 г. № 1705н «О порядке организации медицинской реабилитации», «первый этап медицинской реабилитации осуществляется в острый период течения заболевания или травмы в отделениях реанимации и интенсивной терапии медицинских организаций по профилю основного заболевания при наличии подтвержденной результатами обследования перспективы восстановления функций (реабилитационного потенциала) и отсутствии противопоказаний к методам реабилитации» [2]. Условно разделив на три части подпункт о первом этапе, получаем составляющие, на которые следует обращать внимание, а именно: а) реабилитация должна начинаться в отделениях реанимации и интенсивной терапии; б) должна быть обоснована перспективой восстановления; в) не должна быть противопоказана конкретному пациенту. Вертикализация и мобилизация пациента — это неотъемлемая часть первого этапа реабилитации, без которой невозможен переход на следующие этапы. Вот почему при вертикализации пациентов в условиях реанимации необходимо усовершенствование протоколов и STOP-сигналов. Одним из таких методов может стать церебральная оксиметрия. Церебральная оксиметрия изучается уже более 30 лет и была коммерчески доступным для врачей методом в течение более двух десятилетий. Тем не менее, в то время как пульсоксиметрия стала стандартом диагностики в течение многих десятилетий, церебральная оксиметрия только недавно начала широко изучаться и адаптироваться для изучения изменений в доставке кислорода к мозгу и мониторинга «первого предупреждения» неминуемой дисфункции органов [2, 3]. Эта быстроразвивающаяся технология обладает значительным потенциалом для технического совершенствования. Улучшение методологии, точности и специфичности поможет расширить ее применение в клинике. В частности, в нейрореаниматологии данный метод обещает стать не только дешевым неинвазивным способом прикроватного измерения объемного мозгового кровотока, но и основой для подробного описания структуры и функции мозга [4]. Так как же именно способна церебральная оксиметрия способствовать прогнозированию возможности ранней вертикализации пациентов в остром периоде ишемического инсульта и способна ли вообще?

Техника церебральной оксиметрии основана на эффекте проникновения света длиной волны от 680 до 1000 нм через ткани человеческого тела и поглощения естественными хромофорами: оксигемоглобином, дезоксигемоглобином и цитохромоксидазой. Инфракрасное излучение доставляется от источника через оптоволоконный кабель (так называемый оптод) к кожным датчикам, расположенным симметрично относительно средней линии и состоящим из эмиттера и трансмиттера, расположенных на расстоянии 3,5–6 см друг от друга [5]. Метод церебральной оксиметрии позволяет оценить динамическое изменение содержания кислорода в венозной крови, оттекающей из головного мозга. Снижение абсолютных значений церебральной сатурации (rSO_2) связано с последующими неблагоприятными неврологическими результатами [6]. Множество рецензируемых исследований показывают, что, несмотря на возможное наличие артефактов и другие проблемы, надежность мониторинга значений rSO_2 можно получить во многих аспектах ухода за пациентами [7–9]. Однако при определенных обстоятельствах значения rSO_2 могут неточно отражать кровоснабжение головного мозга. Поэтому мониторинг церебральной оксиметрии является дополнением к клиническому суждению, а не заменяет его. Экстремальными примерами этого физиологического ограничения являются отчеты нормативных значений rSO_2, которые были получены при анализе человеческих трупов или хромофорсодержащих неодушевленных объектов, таких как тыквы [10, 11]. Значения rSO_2 у трупов могут быть нормальными, потому что посмертное содержание кислорода в мозговой ткани варьирует от 5 до 95 % в зависимости от причины смерти и условий хранения тела [11]. Аналогичным образом нормальное чтение rSO_2 может возникнуть из тыкв, потому что значение зависит просто от спектрофотометрического измерения непульсивного отраженного света. Исходя из достаточно широкого диапазона нормальных исходных значений, следует вывод, что не столько важны абсолютные значения, сколько их изменения в динамике. Однако не стоит забывать и о снижении абсолютных исходных значений этого показателя ниже 50 % или изменение rSO_2 на 25 % от исходного уровня. Исследования в ряде клиник показали, что снижение абсолютных значений до 40 % и/или уменьшение rSO_2 более чем на 25 % от исходной величины (независимо от его уровня) является фактором высокого риска развития неврологических расстройств [12, 13]. Вместе с тем некоторые авторы в качестве пороговых значений выбирали снижение абсолютных значений до 50 % или уменьшение на 20 % от исходных значений [14, 15].

Методы исследования. С августа 2015 г. по май 2017 г. в условиях неврологического отделения для больных

Таблица 1

Показатели пациентов по группам

Параметры	Показатели по группам	
	группа 1	группа 2 (контрольная)
$АД_{сист}$, мм рт. ст.	135+/−6,1	136+/−5
$АД_{диаст}$, мм рт. ст.	75+/−5	77+/−3
ЧСС, уд./мин	73+/−3	72+/−2
Возраст, лет	64+/−8	64+/−5
rSO_2, %, левое полушарие	69,6+/−2,8	69,2+/−4
rSO_2, %, правое полушарие	69,5+/−3,7	69,3+/−3,5
NIHSS	6+/−2	5+/−2
Пол, мужской/женский	38/22	40/20

NIHSS — Шкала инсульта Национального института здоровья; rSO_2 — показатель церебральной оксиметрии; $АД_{диаст}$ — диастолическое артериальное давление; $АД_{сист}$ — систолическое артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений.

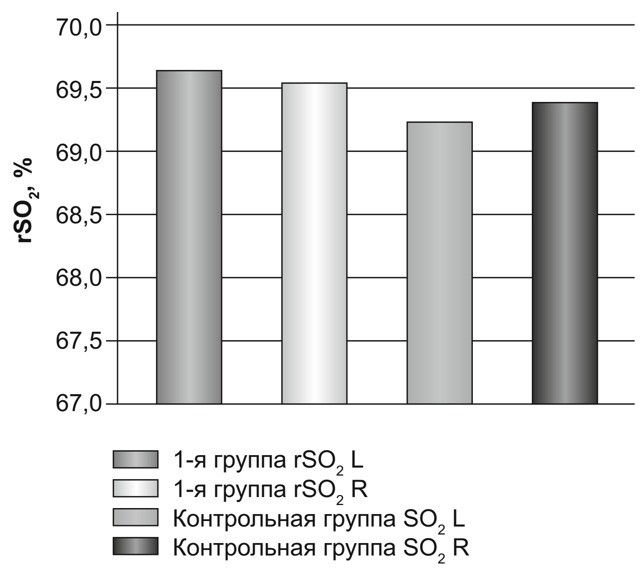

РИС. 1. Исходные значения rSO_2
rSO_2 L — показатель церебральной оксиметрии, левое полушарие; rSO_2 R — показатель церебральной оксиметрии, правое полушарие.

с острыми нарушениями мозгового кровообращения областного сосудистого центра Ростовской областной клинической больницы проводилось лечение более 2 тысяч пациентов с ишемическим инсультом, из которых было отобрано 120 больных. Критериями включения стали: наличие ишемического инсульта в каротидном бассейне; возраст меньше 75 лет, поступление в первые 24 ч с момента развития симптоматики. Критерии исключения: наличие геморрагической трансформации ишемического очага; наличие острого инфаркта миокарда или нестабильной стенокардии; NIHSS > 8 баллов; нарушение функции печени (повышение АЛТ/АСТ/щелочной фосфатазы > 3 раз от верхней границы нормы); наличие хронической или острой дыхательной недостаточности, требующее оксигенотерапии; наличие гемодинамически значимых стенозов каротидного бассейна по данным ультразвукового исследования брахицефальных артерий и транскраниального допплеровского сканирования; грубая сенсорная афазия; нарушение функции почек (креатинин сыворотки > 200 мкмоль/л); наличие постоянной формы фибрилляции предсердий. В процессе исследования проводилась вертикализация пациентов в условиях блока интенсивной терапии и реанимации, условно разделенных на две группы (табл. 1).

Процедура церебральной оксиметрии проводилась аппаратом Invos-5100C. Для осуществления мониторинга сенсоры SomaSensor прикреплялись к обеим сторонам лобной области пациента посредством специального медицинского клеящего вещества и подсоединялись к модулю INVOS посредством кабеля предварительного усилителя. Обновление показателей уровней rSO_2 осуществлялось каждые 4 с. Артериальное давление, периферическая сатурация и частота сердечных сокращений измерялись при помощи прикроватных мониторов МИТАР-1. Полученные данные были обработаны при помощи средств Microsoft Office Excel и Invos Analytic Tools. С помощью программ был произведен вариационный анализ групп по параметру rSO_2 на предмет однородности с вычислением коэффициента вариации (4 и 6 % соответственно). Также была оценена вариабельность ЧСС, АД, пульса при вертикализации, где не было выявлено клинически значимых изменений (p = 0,81; при α = 0,05). Была проведена оценка нормальности распределения, а затем произведен расчет двустороннего t-распределения Стьюдента, в результате которого и была подтверждена нулевая теория о значимости изменений rSO_2 ($p < 0,05$).

Пациентам 1-й группы проводилась вертикализация под стандартным мониторингом (частота сердечных сокращений, сатурация, неинвазивное измерение артериального давления) + церебральная оксиметрия, пациентам контрольной группы — только стандартный мониторинг. Активизация пациентов проводилась в 1-е сутки от момента поступления в стационар. Процедура вертикализации производилась на 45 градусов в 1-е сутки и 60 градусов — во 2-е сутки. Вертикализация проводилась посредством поднятия головного конца кровати на 45 и 60 градусов соответственно в течении пяти минут. Всем пациентам процедура вертикализации проводилась первично.

Выполнение данного исследования было одобрено Локальным независимым этическим комитетом ФГБОУ ВО РостГМУ МЗ России в качестве научно-квалификационной работы.

Результаты. Исходные значения rSO_2 были сопоставимы в обеих группах (рис. 1).

Коэффициент вариации по rSO_2 в исходном состоянии в 1-й группе составил 4 %, во 2-й — 6 %, что позволяет говорить об однородности обеих групп. В процессе исследования у всех пациентов наблюдались изменения частоты сердечных сокращений, сатурации и неинвазивного артериального давления (рис. 2.), которые не были клинически значимыми (p = 0,81) и варьировали в пределах 3–6 %.

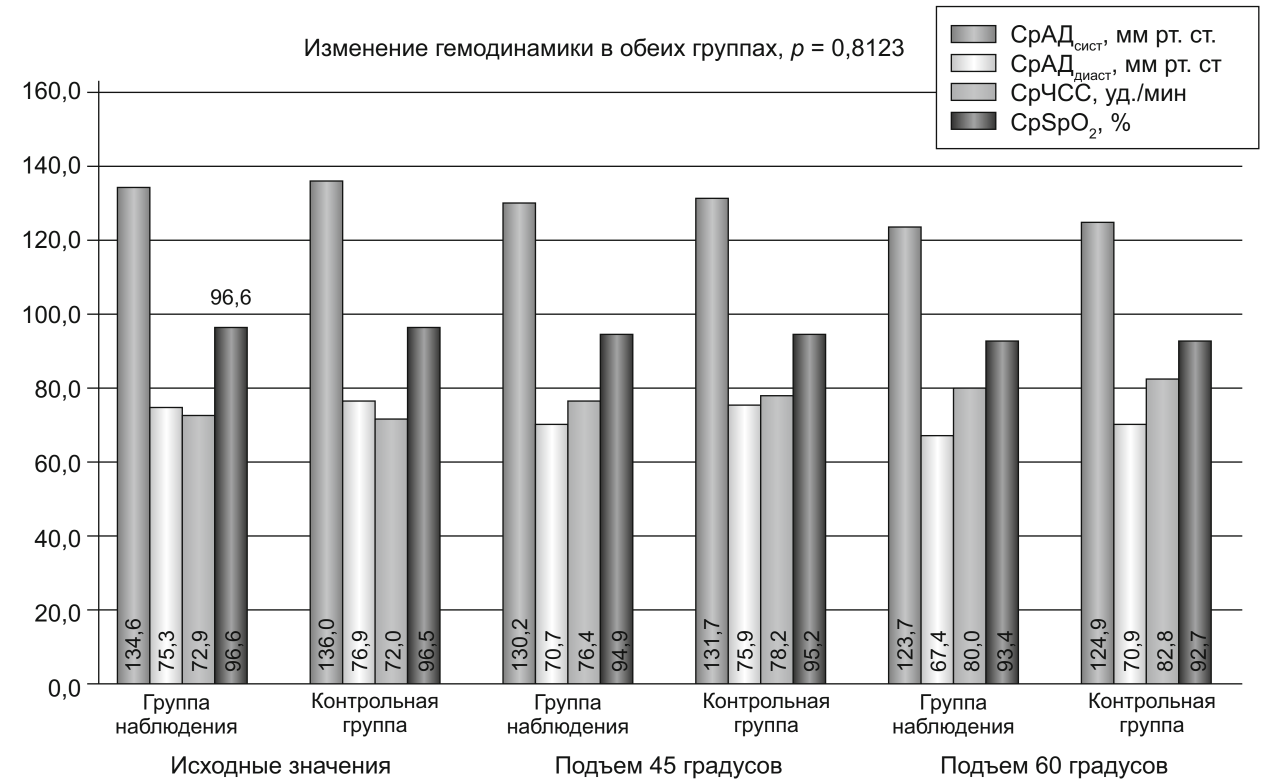

РИС. 2. Динамика показателей гемодинамики
$CpSpO_2$ — среднее насыщение крови кислородом; $СрАД_{диаст}$ — среднее диастолическое артериальное давление; $СрАД_{сист}$ — среднее систолическое артериальное давление; СрЧСС — средняя частота сердечных сокращений.

Однако нами было отмечено, что у 35 пациентов из группы наблюдения при допустимых значениях частоты сердечных сокращений, артериального давления и сатурации были выявлены значимые снижения показателей церебральной оксиметрии. Изменения rSO_2 варьировали от 3 до 17 % (p < 0,05).

При подъеме головного конца кровати на 60 градусов у 8 пациентов наблюдалось значимое снижение показателей церебральной оксиметрии до 50 % (p < 0,05) (рис. 3), процедура вертикализации была прекращена, а пациенты возвращены в горизонтальное положение. Показатели rSO_2 восстанавливались в течение 5–10 мин после возвращения в горизонтальное положение (рис. 4).

В связи с этим был произведен анализ исследуемой группы по гемодинамическим показателям. Не было выявлено существенной разницы в гемодинамике у пациентов со снижением rSO_2 и без такового (p = 0,77; n = 60).

Обсуждение. Основной целью нашего исследования было описать обнаруженный нами феномен значимого изменения показателей rSO_2 у относительно стабильных пациентов при вертикализации в отсутствие гемодинамических сдвигов. В связи с обнаруженными данными возникла гипотеза о том, что «стандартных» гемодинамических показателей недостаточно для оценки «потенциала вертикализации». Обнаружив явную отрицательную динамику в показателях rSO_2, мы не рискнули продолжать процедуру вертикализации, посчитав это негуманным

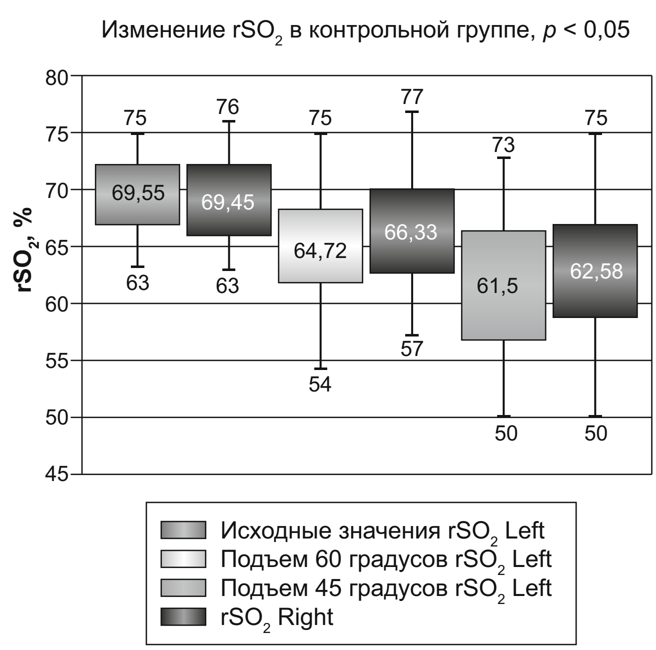

РИС. 3. Динамика rSO_2
rSO_2 Left — показатель церебральной оксиметрии, левое полушарие; rSO_2 Right — показатель церебральной оксиметрии, правое полушарие.

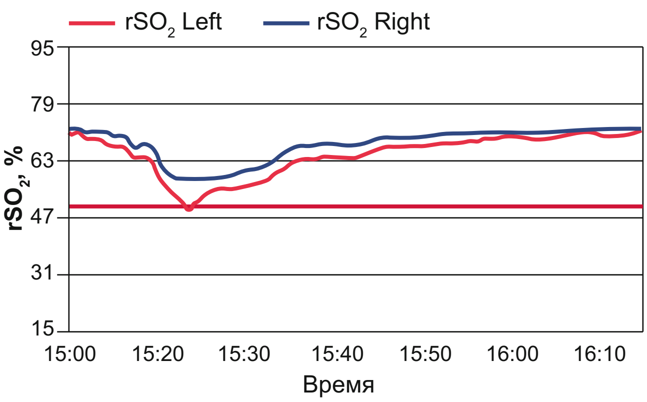

РИС. 4. Снижение rSO_2 при вертикализации в 60 градусов Ch1BL — величина церебральной оксиметрии 50 %; rSO_2 Left — показатель церебральной оксиметрии, левое полушарие; rSO_2 Right — показатель церебральной оксиметрии, правое полушарие.

и неэтичным в отношении пациентов. Пациенты не доводились до неврологических расстройств, процедуры вертикализации прекращались при достижении выбранного авторами порога (до 50 %).

Мы считаем, что изменение показателей rSO_2 является важным фактором оценки реабилитационного потенциала пациентов на этапах ранней реабилитации пациентов с ишемическим инсультом. Возможно, критичные изменения этого показателя могут послужить основой для разработки рекомендаций по оценке STOP-сигналов при вертикализации пациентов с ишемическим инсультом в каротидных бассейнах. Проведенное исследование обнаружило недостаточность современного мониторинга при ведении данной категории больных (значимые снижения оксиметрии головного мозга при допустимых изменениях частоты сердечных сокращений, артериального давления и сатурации). Вероятно, выявление подобных изменений будет способствовать своевременной диагностике вторичного повреждения головного мозга на ранних этапах реабилитации, что приведет к увеличению количества благоприятных исходов.

Выводы. Метод неинвазивной церебральной оксиметрии можно использовать в диагностике и прогнозировании исходов при проведении ранней реабилитации больных с ОНМК в каротидных бассейнах. Однако необходимо проведение большего количества наблюдений для внесения в рекомендации по реабилитации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Женило В.М. — научное руководство, редактирование статьи; Хрипун А.В. — научное руководство, редактирование статьи; Кладова И.В. — научное руководство, отбор материала, редактирование статьи; Мартынов Д.В. — научное руководство, редактирование статьи; Костюков Д.С. — набор и обработка материала, написание статьи; Бондаренко К.А. — набор материала, написание статьи.

ORCID авторов
Женило В.М. — 0000-0003-0576-1565
Хрипун А.В. — 0000-0001-9904-7682
Кладова И.В. — 0000-0002-4133-5080
Мартынов Д.В. — 0000-0003-3644-5274
Костюков Д.С. — 0000-0002-8983-097X
Бондаренко К.А. — 0000-0001-9640-9801

Литература/References

1. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). [Электронный ресурс]. URL: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/ru/index1.html. (Дата обращения: 14 марта 2018 г.)
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 1705н «О Порядке организации медицинской реабилитации», Москва, 2013. [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of December 29, 2012 No. 1705n “On the Order of Organization of Medical Rehabilitation», Moscow, 2013. (In Russ)]
3. *Frost E.A.M.* Cerebral oximetry: Emerging Applications for an Established Technology. Anestesiology News. Special edition. October 2012. 27–34.
4. *Budohovski K*., *Zwejfel C*., *Kasprowicz M*. What come first? The dynamics of cerebral oxygenation and blood flow in response to changes in arterial pressure and intracranial pressure after head injury. Br. J. Anesth. 2012; 108(1): 89–99.
5. *Rodriguez A*., *Lisboa T*., *Martin-Loeches I*. Mortality and regional oxygen saturation index in septic shock patients: a pilot study. Trauma. 2011; 70(5): 1145–1152.
6. *Harilall Y*., *Adam J*., *Biccard B*., *Reddi A*. The effect of optimising cerebral tissue oxygen saturation on markers of neurological injury during coronary artery bypass graft surgery. Heart Lung Circulation. 2014; 1(23): 68–74.
7. *Edmond H.J*. Kaplan’s Cardiac Anesthesia. 6th ed. New York: Elsevier Saunders, 2011: 466–495.
8. *Edmond H.J*., *et al*. Monitoring the Nervous System for Anesthesiologists and Other Health Care Professionals. New York: Springer, 2011: 219–240.
9. *Vohra H.A*., *Modi A*., *Ohri S.K*. Does use of intra-operative cerebral regional oxygen saturation monitoring during cardiac surgery lead to improved clinical outcomes? Interactive cardiovascular and thoracic surgery. 2009; 9(2): 318–322.
10. *Litscher G*., *Schwarz G*. Transcranial cerebral oximetry — is it clinically useless at this moment to interpret absolute values obtained by the INVOS 3100 cerebral oximeter? Biomedizinische Technik. Biomedical engineering. 1997; 42(4): 74–77.
11. *Schwarz G*., *Litscher G*., *Kleinert R*., *Jobstmann R*. Cerebral oximetry in dead subjects. Journal of neurosurgical anesthesiology. 1996; 8(3): 189–193.
12. *Kim M.B*., *Ward C.R*. Estimation of jugular venous O2 saturation from cerebral oximetry or arterial O2 saturation isocapnic hypoxia. Journal of Clinical Monitoring and Computing. 2000; 16(3): 191–199.
13. *Fun-Sun F.Y*., *Chia-Chih A.T*., *Chee-Yueh A.H*. Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia. 2004; 18(5): 552–558.
14. *Zogogiannis I*., *Iatrou C*., *Lazarides M*., *et al*. Evaluation of an intraoperative algorithm based on near-infrared refracted spectroscopy monitoring, in the intraoperative decision for shunt placement, in patients undergoing carotid endarterectomy. Middle East Journal of Anesthesiology. 2011; 21(3): 367–373.
15. *Colak Z*., *Borojevic M*., *Bogovic A*., *et al*. Influence of intraoperative cerebral oximetry monitoring on neurocognitive function after coronary artery bypass surgery: a randomized, prospective study. European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2015; 47(3): 447–454.

Поступила 06.05.2018