

## ВЛИЯНИЕ МЕТОДА АНЕСТЕЗИИ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА ПРИ ОПЕРАЦИЯХ В ГИНЕКОЛОГИИ

Е. А. Красенкова<sup>1</sup> ✉, А. Ю. Овечкин<sup>2</sup>, А. В. Пырегов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Педиатрический факультет,

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва

<sup>2</sup> Отделение анестезиологии-реанимации,

Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова, Москва

Послеоперационная когнитивная дисфункция (ПОКД) — расстройство, развивающееся в ранний послеоперационный период, сохраняющееся в течение нескольких дней или недель и проявляющееся снижением высших корковых функций (речи, памяти, внимания и др.). Возникновение ПОКД часто связывают с методом анестезиологического обеспечения и препаратами. В работе изучено влияние общей, нейроаксиальной и сочетанной анестезии на развитие ПОКД у женщин пожилого и старческого возраста при операциях в гинекологии. В исследование включили 43 пациентки (средний возраст — 65,0 ± 2,2 года). В группе с общей анестезией было 12 женщин, с нейроаксиальной — 23, с сочетанной — 8. Интраоперационный мониторинг включал снятие электрокардиограммы, неинвазивное измерение артериального давления, определение уровня насыщения крови кислородом (rSO<sub>2</sub>), определение биспектрального индекса (BIS-мониторинг). За день до операции и на 5-й день после нее проводили нейропсихологическое тестирование с помощью теста слежения, краткой шкалы оценки психического статуса и батареи оценки лобной функции. Все интраоперационные показатели у всех пациенток были в норме. ПОКД была диагностирована у 3 женщин, находившихся под общей анестезией, у 7 — под нейроаксиальной и у 2 — под сочетанной (25, 30 и 25 % относительно общего числа пациенток в группах соответственно). Среднее значение показателя rSO<sub>2</sub> во всех группах было ниже исходного уровня: при общей анестезии — на 6 %, при нейроаксиальной — на 15 %, при сочетанной — на 10 %, однако различия были статистически незначимыми (p > 0,05). Связь между типом анестезии и развитием ПОКД не была выявлена.

**Ключевые слова:** послеоперационная когнитивная дисфункция, когнитивное расстройство, общая анестезия, нейроаксиальная анестезия, сочетанная анестезия, пожилой возраст

✉ Для корреспонденции: Красенкова Екатерина Алексеевна  
121471, г. Москва, ул. Маршала Неделина, д. 34, корп. 1, кв. 99; krasenkova.ea@gmail.com

Статья поступила: 09.06.2016 Статья принята в печать: 16.08.2016

## INFLUENCE OF ANESTHETIC TECHNIQUES ON OCCURRENCE OF POSTOPERATIVE COGNITIVE DYSFUNCTION IN ELDERLY PATIENTS UNDERGOING GYNECOLOGICAL SURGERY

Krasenkova EA<sup>1</sup> ✉, Ovechkin AY<sup>2</sup>, Pyregov AV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Pediatrics,

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Department of Anesthesiology and Resuscitation,

Kulakov Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow, Russia

Postoperative cognitive dysfunction (POCD) is a disorder that develops in the early postoperative period, persisting for several days or weeks and leading to decrease in higher cortical functions (speech, memory, attention, etc.). POCD is often associated with anesthetic techniques and drugs. This paper studied the effect of general, neuraxial and combined anesthesia on POCD development in elderly women undergoing gynecological surgery. The study featured 43 patients (mean age 65,0 ± 2.2 years). There were 12 women in the general anesthesia group, 23 in the neuraxial anesthesia group, and 8 women in the combined anesthesia group. Intraoperative monitoring included electrocardiography, non-invasive blood pressure measurement, determination of blood oxygen saturation level (rSO<sub>2</sub>) and determination of bispectral index (BIS monitoring). A day before surgery and on the 5th day after the surgery, neuropsychological tests were carried out through tracking test, Mini-Mental State Examination and frontal assessment battery. All intraoperative indicators were normal in all the patients. POCD was diagnosed in 3 women who were under general anesthesia, in 7 women under neuraxial anesthesia and 2 under the combined group (25, 30 and 25 % relative to the total number of patients in the groups, respectively). The average rSO<sub>2</sub> value was below the initial level in all groups: below by 6 % in the general anesthesia group, by 15 % in the neuraxial group, and by 10 % in the combined group. However, the differences were statistically insignificant (p > 0.05). The study found no relationship between anesthetic techniques and POCD.

**Keywords:** postoperative cognitive dysfunction, cognitive impairment, general anesthesia, neuraxial anesthesia, combined anesthesia, elderly age

✉ Correspondence should be addressed: Ekaterina Krasenkova  
ul. Marshala Nedelina, d. 34, korp. 1, kv. 99, Moscow, Russia, 121471; krasenkova.ea@gmail.com

Received: 09.06.2016 Accepted: 16.08.2016

Одной из острых проблем современной анестезиологии является послеоперационная когнитивная дисфункция (ПОКД) — расстройство, развивающееся в ранний послеоперационный период, сохраняющееся на протяжении нескольких дней или недель, реже — месяцев, и клинически проявляющееся в виде нарушений памяти, трудности концентрации и длительного удержания внимания, а также нарушений других высших корковых функций (мышления, речи и т. д.). У пациента возникают проблемы с обучением, снижается умственная работоспособность, ухудшается настроение (возникает депрессия) [1]. Все это может повлечь за собой снижение качества жизни [2–4]. Несмотря на большую распространенность расстройства и интерес научного сообщества к нему, ПОКД не включена в Международную статистическую классификацию болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ-10): существует только близкий ей диагноз — легкое когнитивное расстройство (F06.7).

Точный механизм развития послеоперационной когнитивной дисфункции неизвестен. В ряде исследований возникновение данного состояния связывают с действием анестетиков и глубиной анестезии [5–7]. Bianchi и соавт. [8] установили, что применение ингаляционных анестетиков влияет на амилоидогенез в головном мозге, способствуя развитию ПОКД. Monk и соавт. [7] предположили, что ингаляционные анестетики нейротоксичны и вызывают старение мозга, однако точного подтверждения этой гипотезы пока нет. В то же время указывается на влияние операционного стресса [9] и предоперационного состояния пациентов [7, 9] на развитие ПОКД. Так, наличие инфарктов мозга в анамнезе пациента значительно ухудшают течение ранней ПОКД даже при отсутствии остаточных нарушений. Некоторые исследователи также рассматривают послеоперационную когнитивную дисфункцию как фактор риска развития болезни Альцгеймера [10], при этом этиология обоих нарушений остается невыясненной.

Отмечена связь между возникновением ПОКД и показателем насыщения крови кислородом ( $rSO_2$ ): интраоперационное снижение  $rSO_2$  является предиктором расстройства. Li и соавт. [11] показали эту связь в торакальной хирургии при вентиляции одного легкого, Papadopoulos и соавт. [12] — при операциях по поводу переломов шейки бедра у пациентов старше 75 лет. Церебральную оксиметрию предлагается применять не только для выявления риска развития ПОКД, но и для определения тактики послеоперационного ведения пациентов [11, 13–16]. Некоторые исследователи сообщают также о связи показателей церебральной оксиметрии с применением конкретных анестетиков [17, 18] и преморбидным фоном ПОКД [19]. Salazar и соавт. [20] предположили развитие послеоперационной когнитивной дисфункции на фоне снижения  $rSO_2$  при определенном положении пациентов во время операции, и, хотя достоверную связь выявить не удалось, авторы заключили, что протоколы с измерением  $rSO_2$  уменьшают риск развития ПОКД. Другие исследователи отмечают снижение  $rSO_2$  при полусидячем положении пациента с приподнятой верхней частью туловища [21].

Важным фактором риска возникновения ПОКД считается пожилой и старческий возраст, который ассоциирован с естественным снижением когнитивных функций и различными заболеваниями — гипертонической болезнью, атеросклерозом, ишемической болезнью, тромбозами, инсультами и др. [1, 3, 6, 7, 12–15]. При этом количество оперативных вмешательств у пожилых пациентов растет, а вместе с ним — и количество публикаций по проблеме

ПОКД у пожилых людей [4]. Другие факторы риска — наличие у пациента органической патологии мозга и психических расстройств [1, 3]; объем и длительность операции, интра- и послеоперационные осложнения (кровопотеря, гемодинамические реакции и др.) [3–6]; наличие у пациента хронического болевого синдрома [8]; III–IV степень риска по шкале Американской ассоциации анестезиологов [22].

Целью данного исследования являлась оценка воздействия анестезии (метода, препаратов) на когнитивный статус пациентов пожилого и старческого возраста при операциях в гинекологии путем комплексного нейропсихологического обследования.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование провели с участием пациенток Научного центра акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова (НЦАГиП им. В. И. Кулакова) в 2015 г. Критериями включения являлись возраст 60–80 лет и наличие гинекологического заболевания, требующего планового оперативного вмешательства. Критериями исключения являлись отягощенный неврологический анамнез и наличие выраженных цереброваскулярных нарушений; наличие органических поражений ЦНС, эпилепсии, психических заболеваний в анамнезе; тяжелые сотрясения головного мозга, инсульты; тяжелая соматическая патология; деменция (оценка по Краткой шкале оценки психического статуса (Mini-mental State Examination, MMSE) — 24 балла и более); отягощенный алкогольный, наркотический или токсикологический анамнез; расширение объема оперативного вмешательства; декомпенсация экстрагенитальной патологии. В исследование были включены 43 пациентки в возрасте  $65,0 \pm 2,2$  года.

19 пациенткам провели влагалищную гистерэктомию, 8 — лапароскопическую (laparoscopic, LS) гистерэктомию, 7 — LS-аднексэктомию, 6 — лапаротомическую гистерэктомию, 2 — LS-холицистэктомию, 1 — закрытие стомы. Использовали три типа анестезиологического обеспечения: общую анестезию (12 пациенток, средний возраст —  $66,0 \pm 5,6$  года), нейроаксиальную анестезию (23 пациентки, средний возраст —  $66,0 \pm 4,9$  года) и сочетанную анестезию (8 пациенток, средний возраст —  $68,0 \pm 6,4$  года). Дозы препаратов подбирали индивидуально в соответствии с рекомендациями производителей, возрастом и чувствительностью пациенток, необходимым анестезиологическим эффектом. Далее для групп пациенток (по типу анестезии) приведены средние значения доз препаратов.

Общую анестезию проводили по следующей методике. Выполняли премедикацию атропина сульфатом («Дальхимфарм», Россия) и «Дексаметазоном» (Krka, Словения). Для индукции использовали «Пропофол» (AstraZeneca, Великобритания) —  $1,3 \pm 1,5$  мг/кг и «Рокуроний Каби» (Hamein Pharmaceuticals, Германия) —  $0,9$  мг/кг. После индукции интубировали трахею. Для поддержания анестезии использовали наркозно-дыхательную смесь «Севофлурана» (Abbott Laboratories, США) и кислорода с поддержанием минимальной альвеолярной концентрации на уровне  $0,8–1,0$ .

Для проведения нейроаксиальной анестезии использовали метод спинально-эпидуральной анестезии. Пункцию эпидурального и спинального пространств проводили на уровне люмбальных позвонков 2–3 (L2–L3). В спинальное пространство вводили гипербарический «Бупивакаин» (AstraZeneca) в дозе  $8,95 \pm 3,05$  мг, в эпидуральное — «Ропивакаин» (AstraZeneca) в дозе  $68,5 \pm 12,0$  мг.

Пункции предшествовала премедикация атропина сульфатом и «Дексаметазоном».

Сочетанная анестезия включала общую анестезию и установку эпидурального катетера на уровне L1–L3 после стандартной премедикации (атропина сульфат и «Дексаметазон»). Затем выполняли индукцию, интубацию трахеи и проводили общую анестезию. В эпидуральное пространство вводили «Ропивакаин» в дозе 1 мг/кг.

Интраоперационный мониторинг осуществляли согласно Оксфордскому стандарту (ЭКГ, АД, SpO<sub>2</sub>) [23] с помощью монитора InfinityDelta (Draeger, Германия), BIS-мониторинг (измерение биспектрального индекса для оценки уровня анестезии и седации головного мозга) — с помощью приставки к монитору Infinity BISx SmartPod (Draeger). Для церебральной оксиметрии использовали монитор INVOS 5100C (Covidien AG, США).

Когнитивный статус пациенток оценивали за день до операции и на 5-й день после нее с помощью трех нейропсихологических тестов — теста слежения, краткой шкалы оценки психического статуса и батареи оценки лобной функции.

Тест слежения (Trail Making Test, TMT) [24] позволяет оценить внимание, скорость мышления и координацию пациента. Состоит из двух частей: в части А пациенту предлагается последовательно соединить цифры от 1 до 25, в части В — соединить чередующиеся буквы и цифры в порядке возрастания. На тест отводится 300 с, затем оценивается время, за которое пациент выполнил задание, и определяется степень дисфункции в соответствии со шкалой результатов (три степени).

Краткая шкала оценки психического статуса [25] включает 9 проб, оценивающих ориентацию в пространстве и времени, внимание, память и речь пациента. Результат приводится в баллах.

Батарея оценки лобной функции (Frontal Assessment Battery, FAB) [26] состоит из 6 заданий, которые позволяют оценить способность пациента к обобщению, внимательность, умение концентрировать внимание, состояние речевых процессов, двигательную активность. Результат также приводится в баллах.

Для каждой группы пациенток рассчитали средние значения и средние отклонения результатов тестирования до и после операции и сопоставили их для выявления ПОКД: если после операции результат тестирования оказывался хуже результата до операции более чем на 10 %, диагностировали когнитивное расстройство. Также для каждой группы пациенток рассчитали средние значения и средние отклонения показателя rSO<sub>2</sub> до и после операции. Полученные данные обработали статистически с использованием критерия Стьюдента (p < 0,05).

Исследование было одобрено Комитетом по этике биомедицинских исследований НЦАГиП им. В. И. Кулакова

(протокол № 1 от 29.01.2015). Все пациентки дали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Электрокардиограммы, полученные в процессе операции, были характерными для возрастной нормы. Сатурация поддерживалась на уровне 97–99 %. Значение биспектрального индекса оставалось в норме (45–60 %), что позволяет исключить влияние недостаточной или избыточной седации головного мозга на когнитивные функции пациенток.

Среднее значение показателя rSO<sub>2</sub> во время операции во всех трех группах отличалось от исходных значений (снижалось): при общей анестезии — на 6 %, при нейроаксиальной — на 15 %, при сочетанной — на 10 %. Однако различия были незначимыми (p > 0,05).

По результатам оценки когнитивного статуса пациенток с помощью теста слежения и батареи оценки лобной функции ПОКД выявили у 12 человек: 3 женщин, получивших общую анестезию, 7 — нейроаксиальную и 2 — сочетанную. Однако в процентном соотношении число пациенток с ПОКД в каждой группе оказалось приблизительно равным: 25, 30 и 25 % соответственно. Когнитивный дефицит по тесту FAB в группе пациенток с общей анестезией составил в среднем 24,0 %, по тесту TMT — 25,0 % (таблица). Средние значения этих же показателей в группе пациенток с нейроаксиальной анестезией оказались равны 18,6 и 28,0 %, а в группе пациенток с сочетанной анестезией — 25,0 и 23,8 % соответственно. Результаты послеоперационного тестирования с помощью MMSE отличались от дооперационных значений менее чем на 10 %. Данные статистически значимы только для тестов FAB и TMT (p < 0,05). Можно предположить, что тест MMSE наименее чувствителен в отношении послеоперационной когнитивной дисфункции.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Некоторые исследователи отмечают, что общая анестезия ассоциирована с более значительным снижением rSO<sub>2</sub>, чем нейроаксиальная [27–29], другие — что различий нет [30, 31]. Действительно, нейроаксиальный блок приводит к изменению центральной гемодинамики, что может влиять на уровень оксигенации мозгового кровотока. Однако в нашей работе более значительное снижение rSO<sub>2</sub> при нейроаксиальной анестезии было недостоверным. Возможно, это объясняется недостаточным объемом выборки.

Многие авторы связывают возникновение ПОКД с типом анестезиологического обеспечения [1, 2, 5, 7, 17, 28, 30]. Но большинство исследователей формировали

Результаты нейропсихологического тестирования пациенток

Группа (тип анестезии)	n	Выявленная ПОКД, n (доля в группе, %)	Оценка по FAB (баллы)			Оценка по MMSE (баллы)			Оценка по TMT (с)		
			до операции	после операции	изменение, %	до операции	после операции	изменение, %	до операции	после операции	изменение, %
Общая	12	3 (25,0)	14,5 ± 1,7	11,0 ± 1,3	24,0*	26,1 ± 4,0	24,3 ± 3,7	7,0	46,5 ± 6,6	62,0 ± 8,9	25,0*
Нейроаксиальная	23	7 (30,0)	14,3 ± 2,9	11,6 ± 2,4	18,6*	26,5 ± 3,1	24,2 ± 2,2	8,7	48,4 ± 4,5	67,2 ± 6,2	28,0*
Сочетанная	8	2 (25,0)	13,1 ± 3,6	9,8 ± 2,7	25,0*	25,1 ± 2,9	23,4 ± 2,7	6,9	50,2 ± 5,0	65,8 ± 6,5	23,8*

**Примечание.** FAB — Frontal Assessment Battery (батарея оценки лобной функции), MMSE — Mini-mental State Examination (краткая шкала оценки психического статуса), TMT — Trail Making Test (тест слежения). \* — p < 0,05 (при сравнении средних значений признака в группе до и после операции).

опытные группы из пожилых людей, предрасположенных к возникновению когнитивной дисфункции в силу возрастных изменений головного мозга. В нашем исследовании различий между тремя типами анестезии выявить не удалось. Возможно, в большей степени факторами риска возникновения ПОКД являются объем оперативного вмешательства, операционный стресс и качество ведения послеоперационного периода [32, 33].

Косвенные подтверждения отсутствию влияния типа анестезии на возникновение ПОКД можно найти в детской хирургии и кардиологии. В детской анестезиологии проблема когнитивной дисфункции стоит так же остро, как и во взрослой. Но многие исследователи указывают на то, что, несмотря на отдельные случаи послеоперационной когнитивной дисфункции у детей школьного возраста, нельзя утверждать, что какое-либо анестезиологическое пособие влияет более других на развитие данного состояния [34]. Кардиохирургические операции сопряжены с кислородным голоданием мозга, которое должно приводить

к когнитивной дисфункции. Однако некоторые исследователи, изучающие эту проблему, также сообщают, что тип анестезиологического обеспечения не влияет на частоту возникновения ПОКД [35].

## ВЫВОДЫ

Наше исследование показало, что вероятность развития послеоперационной когнитивной дисфункции у женщин пожилого возраста при гинекологических операциях не определяется типом анестезии. Снижение церебральной оксигенации могло бы быть причиной более частого возникновения ПОКД при нейроаксиальной анестезии, но полученные нами данные о снижении  $rSO_2$  при этом типе анестезии статистически недостоверны, и предположение нуждается в дополнительной проверке в группе с большим числом пациенток. Также нами отмечено, что наиболее чувствительными инструментами выявления ПОКД являются тест слежения и батарея оценки лобной функции.

## Литература

1. Соленкова А. А., Бондаренко А. А., Лубнин А. Ю., Дзюбанова Н. А. Послеоперационные когнитивные изменения у больных пожилого и старческого возраста. *Анестезиология и реаниматология*. 2012; 4: 13–9.
2. Newman S, Stygall J, Hirani S, Shaefi S, Maze M. Postoperative cognitive dysfunction after noncardiac surgery: a systematic review. *Anesthesiology*. 2007 Mar; 106 (3): 572–90.
3. Dijkstra JB, Houx PJ, Jolles J. Cognition after major surgery in the elderly: test performance and complaints. *Br J Anaesth*. 1999 Jun; 82 (6): 867–74.
4. Berger M, Nadler JW, Browndyke J, Terrando N, Ponnusamy V, Cohen HJ, et al. Postoperative Cognitive Dysfunction: Minding the Gaps in Our Knowledge of a Common Postoperative Complication in the Elderly. *Anesthesiol Clin*. 2015 Sep; 33 (3): 517–50.
5. Monk TG, Price CC. Postoperative cognitive disorders. *Curr Opin Crit Care*. 2011 Aug; 17 (4): 376–81.
6. Newfield P. Postoperative cognitive dysfunction. *F1000 Med Rep*. 2009 Feb 24; 1: 14.
7. Monk TG, Weldon BC, Garvan CW, Dede DE, van der Aa MT, Heilman KM, et al. Predictors of cognitive dysfunction after major noncardiac surgery. *Anesthesiology*. 2008 Jan; 108 (1): 18–30.
8. Bianchi SL, Tran T, Liu C, Lin S, Li Y, Keller JM, et al. Brain and behavior changes in 12-month-old Tg2576 and nontransgenic mice exposed to anesthetics. *Neurobiol Aging*. 2008 Jul; 29 (7): 1002–10.
9. Zhang C, Li C, Xu Z, Zhao S, Li P, Cao J, et al. The effect of surgical and psychological stress on learning and memory function in aged C57BL/6 mice. *Neuroscience*. 2016 Apr 21; 320: 210–20.
10. Hu X, Xu G. Does anesthesia cause postoperative cognitive decline. *Med Princ Pract*. 2016; 25 (5): 497.
11. Li XM, Li F, Liu ZK, Shao MT. Investigation of one-lung ventilation postoperative cognitive dysfunction and regional cerebral oxygen saturation relations. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2015 Dec; 16 (12): 1042–8.
12. Papadopoulos G, Karanikolas M, Liarmakopoulou A, Papathanakos G, Korre M, Beris A. Cerebral oximetry and cognitive dysfunction in elderly patients undergoing surgery for hip fractures: a prospective observational study. *Open Orthop J*. 2012; 6: 400–5.
13. Li XM, Shao MT, Wang JJ, Wang YL. Relationship between postoperative cognitive dysfunction and regional cerebral oxygen saturation and  $\beta$ -amyloid protein. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2014 Oct; 15 (10): 870–8.
14. Hong SW, Shim JK, Choi YS, Kim DH, Chang BC, Kwak YL. Prediction of cognitive dysfunction and patients' outcome following valvular heart surgery and the role of cerebral oximetry. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008 Apr; 33 (4): 560–5.
15. de Tournay-Jetté E, Dupuis G, Bherer L, Deschamps A, Cartier R, Denault A. The relationship between cerebral oxygen saturation changes and postoperative cognitive dysfunction in elderly patients after coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2011 Feb; 25 (1): 95–104.
16. Ni C, Xu T, Li N, Tian Y, Han Y, Xue Q, et al. Cerebral oxygen saturation after multiple perioperative influential factors predicts the occurrence of postoperative cognitive dysfunction. *BMC Anesthesiol*. 2015 Oct 26; 15: 156.
17. Xu JH, Zhang TZ, Peng XF, Jin CJ, Zhou J, Zhang YN. Effects of sevoflurane before cardiopulmonary bypass on cerebral oxygen balance and early postoperative cognitive dysfunction. *Neurol Sci*. 2013 Dec; 34 (12): 2123–9.
18. Choi JW, JooAhn H, Yang M, Kim JA, Lee SM, Ahn JH. Comparison Between Phenylephrine and Dopamine in Maintaining Cerebral Oxygen Saturation in Thoracic Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Dec; 94 (49): 2212.
19. Kim SY, Chae DW, Chun YM, Jeong KH, Park K, Han DW. Modelling of the Effect of End-Tidal Carbon Dioxide on Cerebral Oxygen Saturation in Beach Chair Position under General Anaesthesia. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2016 Jul; 119 (1): 85–92.
20. Salazar D, Sears BW, Aghdasi B, Only A, Francois A, Tonino P, et al. Cerebral desaturation events during shoulder arthroscopy in the beach chair position: patient risk factors and neurocognitive effects. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013 Sep; 22 (9): 1228–35.
21. Deiner S, Chu I, Mahanian M, Lin HM, Hecht AC, Silverstein JH. Prone position is associated with mild cerebral oxygen desaturation in elderly surgical patients. *PLoS One*. 2014 Sep 12; 9 (9): e106387.
22. American Society of Anesthesiologists. New classification of physical status. *Anesthesiology*. 1963; 24: 111.
23. Sykes MK, Vickers MD, Hull CJ. Principles of measurement and monitoring in anaesthesia and intensive care. 3rd ed. Oxford: Blackwell; 1991. 372 p.
24. Reitan RM. The relation of the trail making test to organic brain damage. *J Consult Psychol*. 1955 Oct; 19 (5): 393–4.
25. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975 Nov; 12 (3): 189–98.
26. Julayanont P, Tangwongchai S, Hemrungron S, Tunvirachaisakul C, Phanthumchinda K, Hongsawat J, et al. The Montreal Cognitive Assessment-Basic: A Screening Tool for Mild Cognitive Impairment in Illiterate and Low-Educated Elderly Adults. *J Am Geriatr Soc*. 2015 Dec; 63 (12): 2550–4.

27. Ozgen ZS, Toraman F, Erkek E, Sungur T, Guclu P, Durmaz S, et al. Cesarean under general or epidural anesthesia: does it differ in terms of regional cerebral oxygenation? *Acta Anaesthesiol Taiwan*. 2014 Dec; 52 (4): 159–62.
28. Kermany MP, Soltani MH, Ahmadi K, Motiee H, Rubenzadeh S, Nejati V. The impact of anesthetic techniques on cognitive functions after urological surgery. *Middle East J Anaesthesiol*. 2015 Feb; 23 (1): 35–42.
29. Silbert BS, Evered LA, Scott DA. Incidence of postoperative cognitive dysfunction after general or spinal anaesthesia for extracorporeal shock wave lithotripsy. *Br J Anaesth*. 2014 Nov; 113 (5): 784–91.
30. Closhen D, Engelhard K, Dette F, Werner C, Schramm P. Changes in cerebral oxygen saturation following prone positioning for orthopaedic surgery under general anaesthesia: a prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2015 Jun; 32 (6): 381–6.
31. Rasmussen LS, Jonson T, Kuipers HM. Does anesthesia cause postoperative cognitive dysfunction? A randomized study of regional versus general anesthesia in 438 elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2003; 47: 1188–94.
32. Casati A, Aldegheri G, Vinciguerra F. Randomized comparison between sevoflurane anaesthesia and unilateral spinal anaesthesia in elderly patients undergoing orthopaedic surgery. *Eur J Anaesth*. 2003; 20: 640–6.
33. Crul BJ, Hulstijn W, Burger IC. Influence of the type of anaesthesia on post-operative subjective physical well-being and mental function in elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1992; 36: 615–20.
34. Aun CS, McBride C, Lee A, Lau AS, Chung RC, Yeung CK, et al. Short-Term Changes in Postoperative Cognitive Function in Children Aged 5 to 12 Years Undergoing General Anesthesia: A Cohort Study. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Apr; 95 (14): e3250.
35. Mayr NP, Hapfelmeier A, Martin K, Kurz A, van der Starre P, Babik B, et al. Comparison of sedation and general anaesthesia for transcatheter aortic valve implantation on cerebral oxygen saturation and neurocognitive outcome. *Br J Anaesth*. 2016 Jan; 116 (1): 90–9.

## References

1. Solenkova AA, Bondarenko AA, Lubnin AYu, Dzyubanov NA. [Postoperative cognitive dysfunction in elderly patients]. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 2012; 4: 13–9. Russian.
2. Newman S, Stygall J, Hirani S, Shaefi S, Maze M. Postoperative cognitive dysfunction after noncardiac surgery: a systematic review. *Anesthesiology*. 2007 Mar; 106 (3): 572–90.
3. Dijkstra JB, Houx PJ, Jolles J. Cognition after major surgery in the elderly: test performance and complaints. *Br J Anaesth*. 1999 Jun; 82 (6): 867–74.
4. Berger M, Nadler JW, Browndyke J, Terrando N, Ponnusamy V, Cohen HJ, et al. Postoperative Cognitive Dysfunction: Minding the Gaps in Our Knowledge of a Common Postoperative Complication in the Elderly. *Anesthesiol Clin*. 2015 Sep; 33 (3): 517–50.
5. Monk TG, Price CC. Postoperative cognitive disorders. *Curr Opin Crit Care*. 2011 Aug; 17 (4): 376–81.
6. Newfield P. Postoperative cognitive dysfunction. *F1000 Med Rep*. 2009 Feb 24; 1: 14.
7. Monk TG, Weldon BC, Garvan CW, Dede DE, van der Aa MT, Heilman KM, et al. Predictors of cognitive dysfunction after major noncardiac surgery. *Anesthesiology*. 2008 Jan; 108 (1): 18–30.
8. Bianchi SL, Tran T, Liu C, Lin S, Li Y, Keller JM, et al. Brain and behavior changes in 12-month-old Tg2576 and nontransgenic mice exposed to anesthetics. *Neurobiol Aging*. 2008 Jul; 29 (7): 1002–10.
9. Zhang C, Li C, Xu Z, Zhao S, Li P, Cao J, et al. The effect of surgical and psychological stress on learning and memory function in aged C57BL/6 mice. *Neuroscience*. 2016 Apr 21; 320: 210–20.
10. Hu X, Xu G. Does anesthesia cause postoperative cognitive decline. *Med Princ Pract*. 2016; 25 (5): 497.
11. Li XM, Li F, Liu ZK, Shao MT. Investigation of one-lung ventilation postoperative cognitive dysfunction and regional cerebral oxygen saturation relations. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2015 Dec; 16 (12): 1042–8.
12. Papadopoulos G, Karanikolas M, Liarmakopoulou A, Papatjanakos G, Korre M, Beris A. Cerebral oximetry and cognitive dysfunction in elderly patients undergoing surgery for hip fractures: a prospective observational study. *Open Orthop J*. 2012; 6: 400–5.
13. Li XM, Shao MT, Wang JJ, Wang YL. Relationship between postoperative cognitive dysfunction and regional cerebral oxygen saturation and  $\beta$ -amyloid protein. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2014 Oct; 15 (10): 870–8.
14. Hong SW, Shim JK, Choi YS, Kim DH, Chang BC, Kwak YL. Prediction of cognitive dysfunction and patients' outcome following valvular heart surgery and the role of cerebral oximetry. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008 Apr; 33 (4): 560–5.
15. de Tournay-Jetté E, Dupuis G, Bherer L, Deschamps A, Cartier R, Denault A. The relationship between cerebral oxygen saturation changes and postoperative cognitive dysfunction in elderly patients after coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2011 Feb; 25 (1): 95–104.
16. Ni C, Xu T, Li N, Tian Y, Han Y, Xue Q, et al. Cerebral oxygen saturation after multiple perioperative influential factors predicts the occurrence of postoperative cognitive dysfunction. *BMC Anesthesiol*. 2015 Oct 26; 15: 156.
17. Xu JH, Zhang TZ, Peng XF, Jin CJ, Zhou J, Zhang YN. Effects of sevoflurane before cardiopulmonary bypass on cerebral oxygen balance and early postoperative cognitive dysfunction. *Neurol Sci*. 2013 Dec; 34 (12): 2123–9.
18. Choi JW, JooAhn H, Yang M, Kim JA, Lee SM, Ahn JH. Comparison Between Phenylephrine and Dopamine in Maintaining Cerebral Oxygen Saturation in Thoracic Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Dec; 94 (49): 2212.
19. Kim SY, Chae DW, Chun YM, Jeong KH, Park K, Han DW. Modelling of the Effect of End-Tidal Carbon Dioxide on Cerebral Oxygen Saturation in Beach Chair Position under General Anaesthesia. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2016 Jul; 119 (1): 85–92.
20. Salazar D, Sears BW, Aghdasi B, Only A, Francois A, Tonino P, et al. Cerebral desaturation events during shoulder arthroscopy in the beach chair position: patient risk factors and neurocognitive effects. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013 Sep; 22 (9): 1228–35.
21. Deiner S, Chu I, Mahanian M, Lin HM, Hecht AC, Silverstein JH. Prone position is associated with mild cerebral oxygen desaturation in elderly surgical patients. *PLoS One*. 2014 Sep 12; 9 (9): e106387.
22. American Society of Anesthesiologists. New classification of physical status. *Anesthesiology*. 1963; 24: 111.
23. Sykes MK, Vickers MD, Hull CJ. Principles of measurement and monitoring in anaesthesia and intensive care. 3rd ed. Oxford: Blackwell; 1991. 372 p.
24. Reitan RM. The relation of the trail making test to organic brain damage. *J Consult Psychol*. 1955 Oct; 19 (5): 393–4.
25. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975 Nov; 12 (3): 189–98.
26. Julayanont P, Tangwongchai S, Hemrungronj S, Tunvirachaisakul C, Phanthumchinda K, Hongsawat J, et al. The Montreal Cognitive Assessment-Basic: A Screening Tool for Mild Cognitive Impairment in Illiterate and Low-Educated Elderly Adults. *J Am Geriatr Soc*. 2015 Dec; 63 (12): 2550–4.
27. Ozgen ZS, Toraman F, Erkek E, Sungur T, Guclu P, Durmaz S, et al. Cesarean under general or epidural anesthesia: does it differ in terms of regional cerebral oxygenation? *Acta Anaesthesiol Taiwan*. 2014 Dec; 52 (4): 159–62.
28. Kermany MP, Soltani MH, Ahmadi K, Motiee H, Rubenzadeh S,

- Nejati V. The impact of anesthetic techniques on cognitive functions after urological surgery. *Middle East J Anaesthesiol.* 2015 Feb; 23 (1): 35–42.
29. Silbert BS, Evered LA, Scott DA. Incidence of postoperative cognitive dysfunction after general or spinal anaesthesia for extracorporeal shock wave lithotripsy. *Br J Anaesth.* 2014 Nov; 113 (5): 784–91.
30. Closhen D, Engelhard K, Dette F, Werner C, Schramm P. Changes in cerebral oxygen saturation following prone positioning for orthopaedic surgery under general anaesthesia: a prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2015 Jun; 32 (6): 381–6.
31. Rasmussen LS, Jonson T, Kuipers HM. Does anesthesia cause postoperative cognitive dysfunction? A randomized study of regional versus general anesthesia in 438 elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2003; 47: 1188–94.
32. Casati A, Aldegheri G, Vinciguerra F. Randomized comparison between sevoflurane anaesthesia and unilateral spinal anaesthesia in elderly patients undergoing orthopaedic surgery. *Eur J Anaesth.* 2003; 20: 640–6.
33. Crul BJ, Hulstijn W, Burger IC. Influence of the type of anaesthesia on post-operative subjective physical well-being and mental function in elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1992; 36: 615–20.
34. Aun CS, McBride C, Lee A, Lau AS, Chung RC, Yeung CK, et al. Short-Term Changes in Postoperative Cognitive Function in Children Aged 5 to 12 Years Undergoing General Anesthesia: A Cohort Study. *Medicine (Baltimore).* 2016 Apr; 95 (14): e3250.
35. Mayr NP, Hapfelmeier A, Martin K, Kurz A, van der Starre P, Babik B, et al. Comparison of sedation and general anaesthesia for transcatheter aortic valve implantation on cerebral oxygen saturation and neurocognitive outcome. *Br J Anaesth.* 2016 Jan; 116 (1): 90–9.