



## Влияние атропина на точность пупиллометрии, как метода диагностики анальгетического компонента общей анестезии

Ю. А. ИВАНИЩЕВА<sup>1,\*</sup>, А. Ю. ЗАЙЦЕВ<sup>1,2</sup>, А. А. КАВОЧКИН<sup>1,2</sup>, Д. Г. КАБАКОВ<sup>1,2</sup>, М. А. ВЫЖИГИНА<sup>1,2</sup>, К. В. ДУБРОВИН<sup>1,2</sup>, Д. В. БАЗАРОВ<sup>1</sup>, С. О. ПОПОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский научный центр хирургии им. акад. Б. В. Петровского ННЦ № 1, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 03.04.2025 г.; дата рецензирования 19.06.2025 г.

РЕЗЮМЕ

**Введение.** Современные подходы к оценке ноцицепции включают методы мониторинга вегетативного ответа организма на повреждающий стимул. Пупиллометрия – методика, основанная на регистрации изменений диаметра зрачка, возникающих в ответ на болевую стимуляцию и отражающих активность симпатической нервной системы. Преимущество данной технологии заключается в высокой скорости реакции и точной регистрации зрачкового рефлекса. Однако диагностические сложности возникают у пациентов, получающих холинолитики, такие как атропин, поскольку они вызывают мидриаз.

**Цель** – выяснить эффективность пупиллометрии для оценки анальгезии после введения атропина в интраоперационном периоде.

**Материалы и методы.** Было проведено слепое, плацебо-контролируемое, проспективное, одноцентровое, рандомизированное (метод конвертов) исследование для анализа влияния атропина на пупиллометрическую оценку анальгезии. Диаметр зрачка оценивали у 100 пациентов в условиях комбинированной общей или сочетанной анестезии, которые были разделены на две группы в зависимости от применения атропина: 1-я группа – пациенты, которым на вводной анестезии вводили атропин 0,5 мг; 2-я группа (контрольная) – на индукцию в анестезию вводили NaCl 0,9%. Пациентам обеих групп проводили однотипную индукцию: пропофол 1,5–2 мг·кг<sup>-1</sup>; цисатракурия бесилат 0,15 мг·кг<sup>-1</sup>; фентанил (Ф) 200–300 мкг. Поддержание анестезии: севофлуран (0,7–1,5 МАК). У всех пациентов оценивали показатели гемодинамики (АДср., ЧСС) и данные изменения диаметра зрачка на следующих этапах: I – после индукции (исходные данные); II – кожный разрез. Измерения диаметра зрачка осуществляли видеопупиллометром для мониторинга анальгезии AlgiScan. Точность измерения – 0,1 мм.

**Результаты.** После кожного разреза отмечалось увеличение диаметра зрачка от исходного (диаметр зрачка после индукции в анестезию) в обеих группах, что может указывать на симпатическую стимуляцию в ответ на повреждающее воздействие и недостаточность анальгетического компонента анестезии.

**Заключение.** Проведенное исследование демонстрирует, что реакция зрачка на болевой стимул сохраняется. Это делает пупиллометрию ценным инструментом в анестезиологической практике оценки анальгетического компонента анестезии.

**Ключевые слова:** анестезиология, атропин, пупиллометрия, ноцицепция, анальгезия

**Для цитирования:** Иванищева Ю. А., Зайцев А. Ю., Кавочкин А. А., Кабаков Д. Г., Выжигина М. А., Дубровин К. В., Базаров Д. В., Попов С. О. Влияние атропина на точность пупиллометрии, как метода диагностики анальгетического компонента общей анестезии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2025. – Т. 22, № 5. – С. 15–20. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-5-15-20>.

## The effect of atropine on the accuracy of pupillometry as a method of diagnosing the analgesic component of general anaesthesia

YULYA A. IVANISHCHEVA<sup>1,\*</sup>, ANDREY YU. ZAITSEV<sup>1,2</sup>, ALEXEY A. KAVOCHKIN<sup>1,2</sup>, DMITRY G. KABAKOV<sup>1,2</sup>, MARGARITA A. VYZHIGINA<sup>1,2</sup>, KIRILL V. DUBROVIN<sup>1,2</sup>, DMITRY V. BAZAROV<sup>1</sup>, SERGEY O. POPOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Petrovsky National Research Center of Surgery, Moscow, Russia

<sup>2</sup> I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Received 03.04.2025; review date 19.06.2025

ABSTRACT

**Introduction.** Modern approaches to the assessment of nociception include methods of monitoring the vegetative response of the body to a damaging stimulus. Pupillometry – the technique is based on the registration of changes in the diameter of the pupil that occur in response to pain stimulation and reflect the activity of the sympathetic nervous system. The advantage of this technology is the high reaction rate and accurate registration of the pupillary reflex. However, diagnostic difficulties arise in patients receiving cholinolytics such as atropine, as it causes mydriasis.

**The objective** was to determine the effectiveness of pupillometry for assessing analgesia after atropine administration during the intraoperative period.

**Materials and methods.** A blinded, placebo-controlled, prospective, single-center, randomized (envelope method) study was conducted to analyze the effect of atropine on pupillometric assessment of analgesia. Pupil diameter was measured in 100 patients under combined anesthesia, divided into two groups based on atropine administration: Group 1 – patients who received 0.5 mg of atropine during anesthesia induction; Group 2 (control) – patients who received 0.9% NaCl during induction. Both groups underwent the same induction protocol: propofol 1.5–2 mg/kg, cisatracurium besylate 0.15 mg/kg, and fentanyl (F) 200–300 mcg. Anesthesia was maintained with sevoflurane (0.7–1.5 MAC). No fentanyl was administered before skin incision. Hemodynamic parameters (mean arterial pressure [MAP], heart rate [HR]) and changes in pupil diameter were assessed at the following stages: 1 – after induction (baseline); 2 – skin incision. Pupil diameter was measured using the AlgiScan videopupillometer for analgesia monitoring, with an accuracy of 0.1 mm.

**Results.** After skin incision, an increase in pupil diameter from baseline (post-induction pupil diameter) was observed in both groups, suggesting sympathetic stimulation in response to nociceptive stimulation and insufficient analgesic depth. The pupillometry findings were supported by increases in MAP and HR in response to skin incision.

**Conclusion.** The conducted study shows that the pupil's reaction to the pain stimulus persists. This makes pupillometry a valuable tool in the anaesthetic practice of assessing the analgesic component of anaesthesia.

**Keywords:** anesthesiology, atropine, pupillometry, nociception, analgesia

**For citation:** Ivanishcheva Yu. A., Zaitsev A. Yu., Kavochkin A. A., Kabakov D. G., Vyzhigina M. A., Dubrovin K. V., Bazarov D. V., Popov S. O. The effect of atropine on the accuracy of pupillometry as a method of diagnosing the analgesic component of general anaesthesia. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2025, Vol. 22, № 5, P. 15–20. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-5-15-20>.

\* Для корреспонденции:  
Юлия Андреевна Иванищева  
E-mail: Ivanishcheva\_yulya@mail.ru

\* Correspondence:  
Yulya A. Ivanishcheva  
E-mail: Ivanishcheva\_yulya@mail.ru

## Введение

Пупиллометрия – это метод объективного количественного определения ноцицепции, который учитывает симпатическую реакцию организма на повреждающие стимулы [3, 15]. Данный способ позволяет оценить реакцию расширения зрачка (PP3) в ответ на ноцицептивную стимуляцию и обеспечивает более быстрый ответ на болевой стимул, чем параметры гемодинамики [13]. Индивидуальный подход к достижению анальгезии может обеспечить более стабильное состояние пациента во время операции, предотвратить появление неблагоприятных интраоперационных явлений, ускорить выздоровление и снизить риск послеоперационных осложнений [11, 19].

Однако важным остается факт влияния фармакопрепаратов на диаметр и реактивность зрачков. Все фармакологические вещества, влияющие на зрачок, подразделяют на препараты, вызывающие миоз или мидриаз [1, 12]. Интерпретация реакции зрачка в ответ на ноцицептивный стимул затруднена у пациентов, которые получали барбитураты [12], кроме того, многие исследования исключают пациентов, получающих атропин, основываясь на мидриатическом изменении диаметра зрачка [2, 9]. В этом исследовании оценивали наличие или отсутствие реакции зрачка в ответ на ноцицептивную стимуляцию – кожный разрез у пациентов, которые получали атропин или NaCl 0,9% в ответ на раздражающий стимул.

## Материалы и методы

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского» (протокол № 11 от 20 декабря 2024 г.). Было проведено слепое, плацебо-контролируемое, проспективное, одноцентровое, рандомизированное (метод конвертов) исследование для анализа влияния атропина на пупиллометрическую оценку анальгезии.

**Критерии включения:** пациенты в возрасте от 18 лет включительно, которым планируются оперативные вмешательства под общей или сочетанной анестезией, при наличии информированного согласия пациентов на проведение исследования и доступ к информации.

**Критерии не включения:** отказ пациента от участия в исследовании, наличие сопутствующей патологии зрительного аппарата, сахарного диабета, нарушение ритма сердца, синусовой тахикардии, аллергии и/или индивидуальной непереносимости атропина.

Исследование начинали с рандомизации, что позволило распределить пациентов на две группы. В 1-ю группу вошли пациенты ( $n = 50$ ), которым

перед вводной анестезией внутривенно болюсно был введен атропин 0,5 мг, 2-ю группу составили участники, которым вводили NaCl 0,9% (мл). Вероятность попадания в группу – 50/50.

Рандомизацию осуществляли методом конвертов. Оценку диаметра зрачка и показателей гемодинамики (АД ср., ЧСС) проводили врачи, ослепленные по отношению к применяемому перед индукцией в анестезию препарату (атропин/NaCl). Все шприцы были маркированы как «атропин».

Первичная точка исследования – оценка диаметра зрачка.

Вторичная точка исследования – оценка ЧСС, артериального давления.

Пациентам обеих групп проводили однотипную индукцию: пропофол  $1,5\text{--}2\text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ; цисатракурия бесилат  $0,15\text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ; фентанил 200–300 мкг. Далее пациентам 1-й группы вводили атропин. Концентрат препарата разводили 0,9% раствором натрия хлорида, получая раствор, содержащий 1 мг атропина на 10 мл 0,9% NaCl. Перед вводной анестезией вводили 0,5 г атропин в/в болюсно, учитывая ЧСС. Допустимыми считались ЧСС ниже 80 уд. Пациенты 2-й группы получали NaCl 0,9%. Поддержание анестезии: севофлуран (0,7–1,5 МАК). У всех пациентов оценивали показатели гемодинамики (АД ср., ЧСС) и данные изменения диаметра зрачка на следующих этапах: I – после индукции (исходные данные); II – кожный разрез. Измерения диаметра зрачка осуществляли видеопупиллометром для мониторинга анальгезии AlgiScan. Точность измерения 0,1 мм.

**Методика пупиллометрии.** В основе пупиллометрии лежит передача изображения с помощью аналогового видеосигнала, осуществляемого без дополнительной подсветки глазного яблока. Предусмотрено два режима измерений прибором AlgiScan: дискретное измерение и динамическое измерение. Дискретные измерения представляют собой непосредственное считывание врачом в реальном времени размера зрачка на экране пупиллометра. Динамические измерения состоят из серии измерений с цифрами и кривой, представляющей вариацию размеров зрачка.

В данном исследовании у всех пациентов после индукции в анестезию и интубации трахеи осуществляли измерения диаметра зрачка в динамическом режиме пупиллометра. Это первое значение принимали за эталонное, следующее измерение на кожный разрез (30–40 мин от вводной анестезии) интерпретировалось прибором в сравнении с эталонным. Также на этих этапах фиксировали показатели гемодинамики. Мониторинг включал регистрацию ЧСС, измерение АД неинвазивным методом.

Для осуществления измерения у пациентов в анестезии врачу необходимо поднять веки больного так,

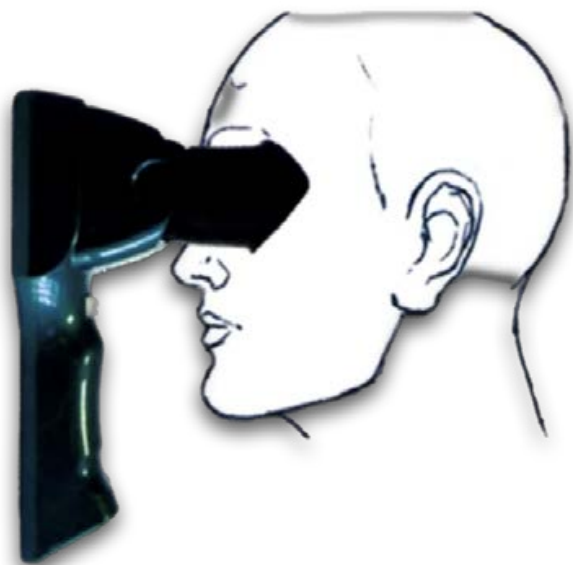


Рис. 1. Правильное позиционирование видеопупиллометра  
Fig. 1. Correct positioning of the videopupillometer



Рис. 2. Корректное позиционирование и обнаружение зрачка  
Fig. 2. Correct pupil positioning and detection

Показатели диаметра зрачка, АДср. и ЧСС в зависимости от атропина  
Indicators of pupil diameter, blood pressure and heart rate depending on atropine

| Группа               | Этап    | РРЗ, мм      | Дельта РРЗ  | АДср, мм рт. ст. | ЧСС, мин <sup>-1</sup> |
|----------------------|---------|--------------|-------------|------------------|------------------------|
| 1-я группа Атропин   | I этап  | 4,50 ± 0,75  | 0,65 ± 0,30 | 81,30±7,28       | 70,15±11,33            |
|                      | II этап | 5,15 ± 0,80* |             | 82,09±7,42       | 74,09±11,32            |
| 2-я группа NaCl 0,9% | I этап  | 2,40 ± 0,60  | 0,70 ± 0,25 | 82,09±7,42       | 69,72±9,67             |
|                      | II этап | 3,10 ± 0,85* |             | 83,57±4,74       | 72,31±9,58             |

Примечание: \* –  $p < 0,05$  по сравнению с предыдущим этапом.

чтобы зрачок, измерение которого осуществляется, был ничем не заслонен, и переместить черную манжету-окуляр к глазу пациента, не создавая при этом давления (рис. 1).

Зрачок пациента должен быть сцентрирован на экране и полностью окрашен в зеленый цвет, что свидетельствует о правильном позиционировании пупиллометра, после чего на мониторе отображается как изображение глаза, так и диаметр зрачка в мм (рис. 2).

Статистический анализ полученных данных осуществляли при помощи программы IBM SPSS Statistics 17.0. Для определения вида распределения использовали тест Колмогорова – Смирнова. Данные между двумя группами сравнивали однофакторным дисперсионным анализом (ANOVA) (если будет правильное распределение), U-тестом по методу Манна – Уитни (если неправильное). Различия между группами считали статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ . Для внутригруппового сравнения использовали парный t-критерий Стьюдента.

## Результаты

Как видно из данных таблицы, у пациентов обеих групп на кожный разрез не наблюдалось избыточного РРЗ. АД ср. и ЧСС не показали значимых

изменений. Это может указывать на адекватную ноцицептивную защиту.

## Обсуждение

Реакция зрачка на ноцицептивный стимул (кожный разрез) сохраняется после введения атропина. В обеих группах наблюдалось увеличение диаметра зрачка в ответ на хирургический разрез, несмотря на мидриатический эффект атропина. Это свидетельствует о том, что симпатическая активация в ответ на болевой стимул не блокируется полностью, даже при фармакологическом расширении зрачка.

При этом анализ гемодинамических параметров не выявил значимых изменений. Изменения диаметра зрачка не сопровождалось повышением АД ср. и ЧСС (82,09–83,57 мм рт. ст. в группе NaCl; 81,30–82,09 мм рт. ст. в группе атропина), (69,72–72,31 в мин<sup>-1</sup> в группе NaCl; 70,15–74,09 в мин<sup>-1</sup> в группе атропина). Это может указывать на то, что гемодинамические параметры обладают меньшей скоростью реакции и специфичностью по сравнению с пупилметрией, делая реакцию зрачка более чувствительным методом оценки ноцицепции.

Традиционно считается, что атропин, вызывая мидриаз, может затруднять интерпретацию реакции

зрачка. Однако данное исследование показывает, что относительное изменение диаметра зрачка (дельта РРЗ) остается информативным маркером ноцицепции. Это открывает возможность использования пупиллометрии у пациентов, которым атропин вводится для профилактики брадикардии или снижения секреции. Результаты согласуются с работами, демонстрирующими, что пупиллометрия остается надежным методом оценки ноцицепции даже при использовании препаратов, влияющих на холинергическую систему [12, 17]. Однако в отличие от некоторых исследований, исключаящих пациентов, получающих атропин [2, 9], настоящее

исследование подтверждает, что реакция зрачка на боль сохраняется.

### Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что реакция зрачка на болевой стимул сохраняется, несмотря на мидриаз, вызванный действием атропина. Это делает пупиллометрию ценным инструментом в анестезиологической практике для оценки анальгетического компонента анестезии. Дальнейшие исследования должны уточнить оптимальные алгоритмы интерпретации данных у таких пациентов.

**Конфликт интересов.** Выжигина М. А. является членом редакционной коллегии журнала «Вестник анестезиологии и реаниматологии» с 2017 г., но к решению об опубликовании данной статьи отношения не имеет. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

**Conflict of Interests.** Vyzhigina M. A. has been a member of the editorial board of the Messenger of Anesthesiology and Resuscitation since 2009, but has nothing to do with the decision to publish this article. The article has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interest.

**Вклад авторов.** Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов А. Ю., Иванов Д. Ю., Петрова М. В. Пупиллометрия как метод мониторинга ноцицепции в анестезиологии // Региональная анестезия и лечение боли. – 2019. – Т. 13, № 3. – С. 347–352.
2. Беляев Д. Л., Шифман Е. М. Современные методы мониторинга ноцицепции в анестезиологии // Анестезиология и реаниматология. – 2018. – № 4. – С. 78–85.
3. Гельфанд Б. Р., Прохоренко В. М., Белоусов А. В. Мониторинг адекватности анестезии: современные возможности // Вестник интенсивной терапии. – 2020. – № 3. – С. 12–20.
4. Кузнецов В. Л., Морозов А. Н. Фармакология атропина и его влияние на вегетативную нервную систему // Фармакология и токсикология. – 2016. – Т. 79, № 3. – С. 45–50.
5. Ошоров А. В., Александрова Е. В., Мурадян К. Р. и др. Пупиллометрия как метод мониторинга фотореакции в нейрореанимации // «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко. – 2021. – Т. 85, № 3. – С. 117–123. <http://doi.org/10.17116/neiro202185031117>.
6. Achamallah N., Fried J., Love R. et al. Light reflex is not abolished by epinephrine and atropine given during advanced cardiac life support in patients who achieve return of spontaneous circulation // J Intensive Care Med. – 2020. – Vol. 36, № 4. – P. 459–465. <http://doi.org/10.1177/0885066620906802>.
7. Barvais L., Engelman E., Eba J. M. et al. Effect site concentrations of remifentanyl and pupil response to noxious stimulation // Br J Anaesth. – 2003. – Vol. 91, № 13. – P. 347–352. <http://doi.org/10.1093/bja/aeg178>.
8. Constant I., Sabourdin N. Pupillometry in anesthesia and critical care // Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation. – 2012. – Vol. 31, № 6. – P. 155–159.
9. Eilers H., Larson M. D. The effect of ketamine and nitrous oxide on the human pupillary light reflex during general anesthesia // Auton Neurosci. – 2010. – Vol. 152, № 1. – P. 108–114. <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2009.10.004>.
10. Evrard B., Lefebvre C., Spiry P. et al. Evaluation of the Analgesia Nociception Index and videopupillometry to predict post-tonsillectomy morphine requirements in children: a single-centre, prospective interventional study // Elsevier Ltd on behalf of British Journal of Anaesthesia. – 2022. – Vol. 3. – P. 100024. <http://doi.org/10.1016/j.bjao.2022.100024>.

### REFERENCES

1. Anisimov A. Yu., Ivanov D. Yu., Petrova M. V. Pupillometry as a method of nociception monitoring in anesthesiology. *Regional Anesthesia and Pain Management*, 2019, no. 3, pp. 347–352. (In Russ.).
2. Belyaev D. L., Shifman E. M. Modern methods of nociception monitoring in anesthesiology. *Anesthesiology and Reanimatology*, 2018, no. 4, pp. 78–85. (In Russ.).
3. Gelfand B. R., Prokhorenko V. M., Belousov A. V. Monitoring the adequacy of anesthesia: modern possibilities. *Bulletin of Intensive Care*, 2020, no. 3, pp. 12–20. (In Russ.).
4. Kuznetsov V. L., Morozov A. N. Pharmacology of atropine and its effect on the autonomic nervous system. *Pharmacology and Toxicology*, 2016, no. 3, pp. 45–50. (In Russ.).
5. Oshorov A. V., Aleksandrova E. V., Muradyan K. R. et al. Pupillometry as a method for monitoring photoreaction in neurocritical care. *Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko*, 2021, no. 3, pp. 117–123. <http://doi.org/10.17116/neiro202185031117>. (In Russ.).
6. Achamallah N., Fried J., Love R., Matusov Y., Sharma R. Pupillary Light reflex is not abolished by epinephrine and atropine given during advanced cardiac life support in patients who achieve return of spontaneous circulation. *Journal of Intensive Care Medicine*, 2020, no. 4, pp. 459–465. [Doi:10.1177/0885066620906802](http://doi.org/10.1177/0885066620906802).
7. Barvais L., Engelman E., Eba J. M. et al. Effect site concentrations of remifentanyl and pupil response to noxious stimulation. *British Journal of Anaesthesia*, 2003, no. 13, pp. 347–352. <http://doi.org/10.1093/bja/aeg178>.
8. Constant I., Sabourdin N. Pupillometry in anesthesia and critical care. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, 2012, no. 6, pp. 155–159. (In French).
9. Eilers H., Larson M. D. The effect of ketamine and nitrous oxide on the human pupillary light reflex during general anesthesia. *Autonomic Neuroscience*, 2010, no. 1, pp. 108–114. <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2009.10.004>.
10. Evrard B., Lefebvre C., Spiry P. et al. Evaluation of the Analgesia Nociception Index and videopupillometry to predict post-tonsillectomy morphine requirements in children: a single-centre, prospective interventional study. *British Journal of Anaesthesia*, 2022. <http://doi.org/10.1016/j.bjao.2022.100024>.

11. Guinard J. P., Carpenter R. L., Chassot P. G. Epidural anesthesia worsens diaphragmatic function in rabbits // *Anesthesiology*. – 1992. – Vol. 76, № 6. – P. 1050–1058.
12. Heller P. H., Perry F., Jewett D. L. Autonomic components of the human pupillary light reflex // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 1990. – Vol. 31, № 1. – P. 173–180.
13. Isnardon S., Vincclair M., Genty C. et al. Pupillometry to detect pain response during general anaesthesia following unilateral popliteal sciatic nerve block // *European Journal of Anaesthesiology*. – 2013. – Vol. 30, № 7. – P. 429–434. <http://doi.org/10.1097/EJA.0b013e32835f0030>.
14. Larson M. D., Behrends M. Portable infrared pupillometry: a review // *Anesthesia & Analgesia*. – 2015. – Vol. 120, № 6. – P. 1242–1253. <http://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000314>.
15. Larson M. D., Kurz A., Sessler D. I. et al. Alfentanil blocks reflex pupillary dilation in response to noxious stimulation but does not diminish the light reflex // *Anesthesiology*. – 1997. – Vol. 87, № 4. – P. 849–855. <http://doi.org/10.1097/00000542-199710000-00019>.
16. Larson M. D. Mechanism of opioid-induced pupillary effects // *Clin Neurophysiol*. – 2008. – Vol. 119, № 6. – P. 1358–1364. <http://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.01.106>.
17. Larson M. D., Talke P. O. Effect of dexmedetomidine, an alpha2-adrenoceptor agonist, on human pupillary reflexes during general anaesthesia // *Br J Clin Pharmacol*. – 2001. – Vol. 51, № 1. – P. 27–33. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2125.2001.01311.x>.
18. McDougal D. H., Gamlin P. D. Autonomic control of the eye // *Compr Physiol*. – 2015. – Vol. 5, № 1. – P. 439–73. <http://doi.org/10.1002/cphy.c140014>.
19. Sabourdin N., Arnaout M., Louvet N. et al. Pain monitoring in anesthetized children: first assessment of skin conductance and analgesia-nociception index at different infusion rates of remifentanyl // *Paediatric Anaesthesia*. – 2013. – Vol. 23, № 2. – P. 149–155. <http://doi.org/10.1111/pan.12071>.
20. Sabourdin N., Diarra C., Wolk R. et al. Pupillary pain index changes after a standardized bolus of alfentanil under sevoflurane anesthesia: first evaluation of a new pupillometric index to assess the level of analgesia during general anesthesia // *Anesth Analg*. – 2019. – Vol. 128, № 3. – P. 467–474. <http://doi.org/10.1213/ANE.00000000000003681>.
21. Storm H., Myre K., Rostrup M. O. et al. Raeder Skin conductance correlates with perioperative stress // *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. – 2002. – Vol. 46, № 7. – P. 887–895. <http://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2002.460721>.
11. Guinard J. P., Carpenter R. L., Chassot P. G. Epidural anesthesia worsens diaphragmatic function in rabbits. *Anesthesiology*, 1992, no. 6, pp. 1050–1058.
12. Heller P. H., Perry F., Jewett D. L. Autonomic components of the human pupillary light reflex. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 1990, no. 1, pp. 173–180.
13. Isnardon S., Vincclair M., Genty C. et al. Pupillometry to detect pain response during general anaesthesia following unilateral popliteal sciatic nerve block. *European Journal of Anaesthesiology*, 2013, no. 7, pp. 429–434. <http://doi.org/10.1097/EJA.0b013e32835f0030>.
14. Larson M. D., Behrends M. Portable infrared pupillometry: a review. *Anesthesia & Analgesia*, 2015, no. 6, pp. 1242–1253. <http://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000314>.
15. Larson M. D., Kurz A., Sessler D. I. et al. Alfentanil blocks reflex pupillary dilation in response to noxious stimulation but does not diminish the light reflex. *Anesthesiology*, 1997, no. 4, pp. 849–855. <http://doi.org/10.1097/00000542-199710000-00019>.
16. Larson M. D. Mechanism of opioid-induced pupillary effects. *Clinical Neurophysiology*, 2008, no. 6, pp. 1358–1364. <http://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.01.106>.
17. Larson M. D., Talke P. O. Effect of dexmedetomidine, an alpha2-adrenoceptor agonist, on human pupillary reflexes during general anaesthesia. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 2001, no. 1, pp. 27–33. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2125.2001.01311.x>.
18. McDougal D. H., Gamlin P. D. Autonomic Control of the Eye. *Comprehensive Physiology*, 2015, no. 1, pp. 439–73. <http://doi.org/10.1002/cphy.c140014>.
19. Sabourdin N., Arnaout M., Louvet N. et al. Pain monitoring in anesthetized children: first assessment of skin conductance and analgesia-nociception index at different infusion rates of remifentanyl. *Paediatric Anaesthesia*, 2013, no. 2, pp. 149–155. <http://doi.org/10.1111/pan.12071>.
20. Sabourdin N., Diarra C., Wolk R. et al. Pupillary pain index changes after a standardized bolus of alfentanil under sevoflurane anesthesia: first evaluation of a new pupillometric index to assess the level of analgesia during general anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*, 2019, no. 3, pp. 467–474. <http://doi.org/10.1213/ANE.00000000000003681>.
21. Storm H., Myre K., Rostrup M. et al. Skin conductance correlates with perioperative stress. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 2002, no. 7, pp. 887–895. <http://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2002.460721>.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ГНЦ ФГБУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б. В. Петровского» Минобрнауки России, 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

#### Иванищева Юлия Андреевна

младший научный сотрудник, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ, ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского. E-mail: [ivanishcheva\\_yulya@mail.ru](mailto:ivanishcheva_yulya@mail.ru)

#### Зайцев Андрей Юрьевич

д-р мед. наук, зав. отделением анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ, ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ИКМ им. Н. В. Склифосовского, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет). E-mail: [rabotaz1@yandex.ru](mailto:rabotaz1@yandex.ru), ORCID: 0000-0001-9425-202X, SPIN: 3013-9774 Author ID: 168722

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Petrovsky National Research Center of Surgery, 2, Abrikosovsky lane, Moscow, Russia, 119435

I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia, 8, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

#### Ivanishcheva Yulia A.

Junior Research Fellow, Anesthesiologist and Intensivist, Department of Anesthesiology and Intensive Care, I Scientific and Clinical Center, 1 State Scientific Center of the Russian Federation, Petrovsky National Research Center of Surgery. E-mail: [ivanishcheva\\_yulya@mail.ru](mailto:ivanishcheva_yulya@mail.ru)

#### Zaytsev Andrey Yu.

Dr. of Sci. (Med.), Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, I Scientific and Clinical Center, 1 State Scientific Center of the Russian Federation, Petrovsky National Research Center of Surgery, Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the N. V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). E-mail: [rabotaz1@yandex.ru](mailto:rabotaz1@yandex.ru), ORCID: 0000-0001-9425-202X, SPIN: 3013-9774 Author ID: 168722

**Кавочкин Алексей Алексеевич**

младший научный сотрудник, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ, ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии ИКМ им. Н. В. Склифосовского, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова.

E-mail: spayker-med@mail.ru

**Кабаков Дмитрий Геннадьевич**

канд. мед. наук, старший научный сотрудник, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ, ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии ИКМ им. Н. В. Склифосовского, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова.

E-mail: doctermma@yandex.ru

**Выжигина Маргарита Александровна**

д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ, ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского.

E-mail: nauka\_fppo@mail.ru

**Дубровин Кирилл Викторович**

канд. мед. наук, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ, ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии ИКМ им. Н. В. Склифосовского, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова.

E-mail: tts801@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4677-0508, SPIN: 3102-4356 Author ID: 701800

**Базаров Дмитрий Владимирович**

д-р мед. наук, зав. отделением торакальной хирургии и онкологии НКЦ 1 ГНЦ РФ, ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, ведущий научный сотрудник.

E-mail: dbazarov@rambler.ru

**Попов Сергей Олегович**

канд. мед. наук, главный врач НКЦ № 1 ГНЦ РФ, ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, член ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России, член европейской ассоциации кардио-торакальных хирургов.

E-mail: Popov@med.ru

**Kavochkin Aleksey A.**

Junior Research Fellow, Anesthesiologist and Intensivist, Department of Anesthesiology and Intensive Care, I Scientific and Clinical Center, 1 State Scientific Center of the Russian Federation, Petrovsky National Research Center of Surgery, Assistant of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

E-mail: spayker-med@mail.ru

**Kabakov Dmitry G.**

Cand. of Sci. (Med.), Senior Research Fellow, Anesthesiologist and Intensivist, Department of Anesthesiology and Intensive Care, I Scientific and Clinical Center, 1 State Scientific Center of the Russian Federation, Petrovsky National Research Center of Surgery, Assistant of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

E-mail: doctermma@yandex.ru

**Vyzhigina Margarita A.**

Dr. of Sci. (Med.), Professor, Chief Research Fellow of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, I Scientific and Clinical Center, 1 State Scientific Center of the Russian Federation, Petrovsky National Research Center of Surgery.

E-mail: nauka\_fppo@mail.ru

**Dubrovin Kirill V.**

Cand. of Sci. (Med.), Anesthesiologist and Intensivist, Department of Anesthesiology and Intensive Care, I Scientific and Clinical Center, 1 State Scientific Center of the Russian Federation, Petrovsky National Research Center of Surgery, Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

E-mail: tts801@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4677-0508, SPIN: 3102-4356, Author ID: 701800

**Bazarov Dmitry V.**

Dr. of Sci. (Med.), Head of the Department of Thoracic Surgery and Oncology, I Scientific and Clinical Center, 1 State Scientific Center of the Russian Federation, Petrovsky National Research Center of Surgery, Leading Research Fellow.

E-mail: dbazarov@rambler.ru

**Popov Sergey O.**

Cand. of Sci. (Med.), Chief Physician of the Scientific and Clinical Center № 1 of the Russian State Scientific Center, Petrovsky National Research Center of Surgery, Member of the Association of Cardiovascular Surgeons of Russia, Member of the European Association of Cardiothoracic Surgeons.

E-mail: Popov@med.ru