

Неопиоидная мультимодальная анальгезия в ближайшем послеоперационном периоде

А. М. Хосровян¹, Е. А. Максимцева¹, Ф. М. Шветский¹, В. С. Ширяев²,
С. А. Даниелян³

¹ ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2» ДЗМ
Россия, 109475, Москва, Волгоградский пр-т, д. 168

² ФГБУ «Научно-практический центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина» ФМБА России
Россия, 121165, Москва, ул. Студенческая, д. 40

³ ГБПОУ «Медицинский колледж № 5» ДЗМ
Россия, 115093, Москва, ул. Павловская, д. 25, стр. 1а

Контактное лицо: Владимир Сергеевич Ширяев, vovafenan@yandex.ru

Цель исследования — повышение эффективности послеоперационной мультимодальной анальгезии путем контактного светодиодного воздействия российскими браслетами «БАСИ» в области синего диапазона действия 470 ± 10 нм и включением в протокол мультимодальной послеоперационной анальгезии сульфата магния.

Материалы и методы исследования. У пациентов основной группы ($n = 46$) в ближайшем послеоперационном периоде анализировали влияние сеансов контактного светодиодного облучения крови в синем диапазоне действия 470 ± 10 нм на состояние микроциркуляции. Изучали процентное содержание кислорода, а также кислотно-основное состояние венозной крови до и после контактного светодиодного воздействия. В группе сравнения ($n = 42$) у пациентов в ближайшем послеоперационном периоде контактное светодиодное облучение крови не проводилось.

Для изучения влияния сеансов контактного светодиодного облучения крови на параметры ее свертывания были выполнены серии исследований коагулограммы у пациентов обеих групп с забором образцов крови: в предоперационном периоде однократно (перед операцией) и в ближайшем послеоперационном периоде до 6 ч, так как через 6 ч по протоколу проводилась антикоагулянтная терапия. Коагулологические исследования осуществлялись с использованием аппарата Sysmex CA-560 (Япония). Кислотно-основное состояние венозной крови исследовали на аппарате Gem Premier 3000 производства Instrumentation Laboratory.

Результаты исследования. Коагулологические исследования позволили выявить у пациентов основной группы эффективность сеансов контактного светодиодного облучения крови. Эффект влияния сеансов в наших исследованиях проявился сохранением устойчивой тенденции сдвигов показателей гемостаза на всех исследуемых этапах послеоперационного периода в сторону умеренной гипокоагуляции, препятствующей возможности развития в послеоперационном периоде осложнений, обусловленных развитием тромбозов.

Заключение. Применение контактного светодиодного облучения крови в синем диапазоне действия 470 ± 10 нм препятствует развитию в послеоперационном периоде тромбозов и позволяет проводить обезболивание без наркотических анальгетиков в первые сутки послеоперационного периода.

Ключевые слова: контактное светодиодное воздействие, синий диапазон действия, мультимодальная послеоперационная анальгезия, антикоагулянтная терапия, квантовая терапия, светоизлучающие диоды.

Для цитирования: Хосровян А. М., Максимцева Е. А., Шветский Ф. М., Ширяев В. С., Даниелян С. А. Неопиоидная мультимодальная анальгезия в ближайшем послеоперационном периоде. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2023; 10 (1): 46–52.

DOI: 10.25199/2408-9613-2023-10-1-46-52

cc by 4.0

Non-opioid multimodal analgesia in the immediate postoperative period

A. M. Khosrovyan¹, E. A. Maksimtseva¹, F. M. Shvetsky¹, V. S. Shiryaev², S. A. Danielyan³

¹ Hospital for War Veterans No. 2 Moscow Healthcare Department
168 Volgogradsky Prospekt, Moscow, 109475, Russia

² Skobelkin Research and Practical Centre for Laser Medicine, FMBA
40 Studencheskaya Str., Moscow, 121165, Russia

³ Medical College No. 5, Healthcare Department of Moscow
25, building 1a Pavlovskaya Str., Moscow, 115093, Russia

Objective. To increase the effectiveness of postoperative multimodal analgesia using contact LED exposure with Russian BASI bracelets emitting in blue range 470 ± 10 nm and including magnesium sulfate in the multimodal postoperative analgesia protocol.

Material and methods. To achieve the goal set in the work, the effectiveness of contact LED blood irradiation in blue range of 470 ± 10 nm at the microcirculation state was analyzed in patients of the main group ($n = 46$) in the immediate postoperative period. We studied the percentage of oxygen, as well as the acid-base state of venous blood before and after contact LED exposure. In the comparison group ($n = 42$), patients did not have contact LED blood irradiation in the immediate postoperative period.

To study the effectiveness of contact LED blood irradiation at blood coagulation parameters, a series of coagulograms of blood samples taken from patients of both groups was done: once (before surgery) in the preoperative period and once in the immediate postoperative period up to 6 hours, because after 6 hours, anticoagulant therapy was administered according to the protocol. Coagulological testing was performed using Sysmex CA-560 apparatus (Japan). The acid-base state of venous blood was evaluated using Gem Premier 3000 apparatus manufactured by Instrumentation Laboratory.

Research results. Coagulation tests revealed a positive effect of contact LED blood irradiation in patients of the main group. This effect was manifested in the stable trend of shifts towards moderate hypocoagulation in postoperative hemostatic parameters in all studied stages, what indicates the prevention of possible complications like thromboembolism in the postoperative period.

Conclusion. Contact LED blood irradiation in blue range 470 ± 10 nm prevents thromboembolism in the postoperative period and allows to achieve pain relief without narcotic analgesics on the first day after the surgery.

Key words: contact LED exposure, blue range, multimodal postoperative analgesia, anticoagulant therapy, quantum therapy, light-emitting diodes.

For citation: Khosrovyan A. M., Maksimtseva E. A., Shvetsky F. M., Shiryayev V. S., Danielyan S. A. Non-opioid multimodal analgesia in the immediate postoperative period. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2023; 10 (1): 46-52.

Введение

Синий свет способствует регенерации тканей при ожогах, ранах, уменьшает чувство боли, снимает мышечное напряжение, воспаление [1]. Доказано, что синий свет стимулирует гипофиз, при нарушениях в работе которого страдают все функции организма человека. Синий свет — сильный антисептик, показан после перенесенной обширной операции. Прогресс науки — разработка светоизлучающих элементов на совершенно новом принципе люминесценции — обязан русскому ученому О. В. Лосеву. Современные суперлюминесцентные светоизлучающие диоды (СИД) являются продуктами новейших нанотехнологий.

Светодиод — это полупроводниковый прибор, создающий оптическое светодиодное излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении. СИД используют в фототерапевтических приборах нового поколения, в том числе в устройствах для одноразового применения, как в стационарной, так и автономной работе, обладающих направленными лечебными свойствами.

На современном этапе основным принципом послеоперационного обезболивания является мультимодальный подход. В целях снижения побочных эффектов все большее предпочтение отдается концепции мультимодальной анальгезии, предусматривающей одновременное назначение двух и более анальгетиков и методов обезболивания, обладающих разными механизмами действия и позволяющих достичь адекватной анальгезии при минимуме дозировок вводимых препаратов [2, 3].

В последнее время наблюдается отчетливая тенденция к усилению роли неопиоидного компонента в мультимодальной анальгезии. Здесь следует отметить важную роль нестероидных противовоспалительных препаратов, таких как парацетамол в инъекционной форме [4]. При ноцицептивной стимуляции происходят сенситизация и сенсибилизация не только периферических ноцицепторов, но и ноцицепторов сегментарных на уровне задних рогов спинного мозга. Значительную роль в процессе играют циркулирующие в спинномозговой жидкости простагоиды (простагландиноподобные нейромедиаторы). Оказалось, что парацетамол подавляет вторичную гипералгезию, т. е. уменьшает сенситизацию ноцицепторов задних рогов спинного мозга, действуя на центральные механизмы, в отличие от нестероидных противовоспалительных препаратов. Основа его действия — это подавление синтеза медиаторов воспаления и боли в периферических тканях. Открытие механизма центрального действия препарата явилось основополагающим фактором включения данного препарата в современные протоколы обезболивания [2, 3]. В последнее время в многочисленных работах изучается влияние магния на послеоперационную боль. Магний препятствует вхождению ионов Ca^{2+} в клетку посредством неконкурентной блокады NMDA-рецепторов. Таким образом, магний выступает в роли физиологического антагониста кальция, оказывая влияние на разные потенциал-зависимые кальциевые каналы, задействованные в механизмах ноцицепции [5–7]. Установлено, что магния сульфат потенцирует анальгетический

эффект опиоидов, замедляет развитие острой толерантности к ним и снижает ее выраженность [8, 9]. В многочисленных исследованиях было показано, что периоперационное внутривенное введение сульфата магния снижает потребность в анальгетиках в послеоперационном периоде [6, 9]. В послеоперационном периоде фармаконагрузка на больных существенно возрастает, и вопросы лекарственной безопасности, особенно в геронтологической практике, становятся более значимыми [10, 11].

Нефармакологические методы лечения не являются чем-то новым для клинической медицины. В анестезиологии и реаниматологии, например, начали интенсивно разрабатываться методы воздействия оптическим излучением, существенно расширившие арсенал средств. В последнее время все большее внимание уделяется методам неинвазивного воздействия контактного светодиодного излучением на ткани и организм человека. Это связано как с ростом опасности инфицирования пациентов (ВИЧ-инфекция, вирусный гепатит и др.), так и со стремлением избежать осложнения процедуры, ликвидировать болезненные и неприятные ощущения, которые сопровождают внутривенное лазерное облучение крови.



Рисунок. Браслет для светодиодного облучения крови «БАСИ» в синем диапазоне действия 470 ± 10 нм, мощность — 41 мВт

Figure. Bracelet BASI for LED blood irradiation in blue range 470 ± 10 nm, power — 41 mW

Браслет «БАСИ» был изготовлен с учетом того, что рецепторы к синему свету находятся на поверхности кожи человека и при контактном воздействии будут практически полностью поглощать излучение света, исходящего из светодиодной матрицы, расположенной в ремешке браслета (см. рисунок). Энергия, излучаемая «БАСИ» за один сеанс, — 29,2 Дж, мощность — 41 мВт.

Экспериментальные и клинические исследования доказали, что низкоинтенсивное лазерное и

контактное светодиодное излучение в синем диапазоне действия 470 ± 10 нм нормализует микроциркуляцию [12]. При этом увеличивается сердечный выброс, расширяются коронарные сосуды, растет толерантность к нагрузкам. Под воздействием квантового излучения гемоглобин в эритроцитах переходит в более выгодное состояние и переносит больше кислорода. Увеличение переноса кислорода к тканям и органам повышает метаболизм тканей организма. Энергообразование в клетках возрастает, и улучшается микроциркуляция. Активируется обмен внутритканевой жидкости. Развиваются ответные комплексные адаптационные нейрорефлекторные и нейрогуморальные реакции с активацией иммунной системы, увеличивается болевой порог восприятия нервных окончаний [13].

Ряд научных исследований доказывают, что механизм действия синего света основан на повышении энергетических возможностей организма за счет усиления синтеза энергии в митохондриях клетки [13]. Этот спектр света поглощается фоторецепторами биообъекта к синему свету — флавинодержащими соединениями (криптохромами), вызывая фотохимические реакции, обеспечивающие его эффект. Животная клетка очень богата химическими структурами, которые могут поглощать синий свет. В результате исследований было установлено, что сравнительный терапевтический эффект использования квантовой терапии при внутривенном облучении крови и контактным воздействием на организм пациента практически одинаков [14].

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) считается одним из грозных послеоперационных осложнений. Она занимает основное место среди причин, вызывающих внезапную смерть после хирургического вмешательства, иногда на фоне относительного благополучия пациента. Конечно, не каждый тромбоз в системе нижней полой вены осложняется эмболией. Статистические данные в основном учитывают массивную эмболию, приведшую к летальному исходу. В общехирургической практике она регистрируется в 0,8 % всех наблюдений и прочно удерживает 2–3-е место в структуре послеоперационной летальности. Однако развитие ТЭЛА возможно и в первые 24–48 ч после операции, и даже на операционном столе [13]. Именно поэтому поиск вариантов профилактики развития гиперкоагуляционных состояний крайне актуален.

Цель работы — повышение эффективности послеоперационной мультимодальной анальгезии путем контактного светодиодного воздействия российскими браслетами «БАСИ» в области синего диапазона действия 470 ± 10 нм на организм и включением в протокол мультимодальной послеоперационной анальгезии сульфата магния.

Новизна исследования заключается в потенцировании мультимодальной послеоперационной анальгезии контактным воздействием оптического излучения на организм с помощью светоизлучающих приборов, выполненных в виде браслетов на руку, в синем диапазоне действия 470 ± 10 нм в ближайшем послеоперационном периоде до 6 ч, так как в послеоперационном периоде через 6 ч по протоколу начинается антикоагулянтная терапия. Дополнительное потенцирование контактным светодиодным воздействием на организм пациентов оптическим излучением синего диапазона действия 470 ± 10 нм способствовало сохранению устойчивой тенденции сдвигов показателей гемостаза на всех исследуемых этапах послеоперационного периода в сторону умеренной гипокоагуляции.

Материал и методы исследования

Мультимодальная анальгезия в ближайшем послеоперационном периоде была проведена у пациентов с сопутствующими заболеваниями в возрасте от 42 до 86 лет.

У всех больных в ближайшем послеоперационном периоде исследовали влияние сеансов контактного светодиодного облучения крови в синем диапазоне действия (длина волны 470 ± 10 нм) на состояние микроциркуляции, процентное содержание кислорода в крови до воздействия на организм и после светодиодного воздействия, кислотно-основное состояние венозной крови до и после контактного светодиодного воздействия, которое проводили в течение 24 мин (2 сеанса по 12 мин).

Следует отметить, что при исследовании основных показателей коагулограммы, в том числе активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ), протромбинового времени (ПТВ) и международного нормализованного отношения (МНО), у всех пациентов в предоперационном периоде указанные показатели были в пределах допустимой нормы и практически отражали состояние нормокоагуляции. Коагулологические исследования были выполнены с использованием аппарата Sysmex CA-560 (Япония).

Качество анальгезии изучали в ближайшем послеоперационном периоде (до 6 ч) по вербальной рейтинговой шкале (VRS):

- нет боли — 0;
- слабая боль — 1;
- умеренная боль — 2;
- сильная боль — 3;
- невыносимая боль — 4.

Статистическую обработку всех полученных данных осуществляли с использованием сред Windows XP и пакетов компьютерных программ Excel 2007, Biostat и Statistica 6.0. При обработке данных применяли характеристики выборочных распределений (среднее арифметическое (M), ошибка средней (m), среднее

квадратичное отклонение (σ)). Результаты рассматривали как достоверные, если вероятность случайного их происхождения по t-критерию Стьюдента была менее 5 % ($p < 0,05$).

В основной группе (46 пациентов) после перенесенных плановых оперативных вмешательств послеоперационную мультимодальную анальгезию проводили исключительно парацетамолом в инъекционной форме 1 г в/в в течение 15 мин, кеторолом 30 мг в/в и сульфатом магния 4 г (25,0 % $MgSO_4$) в 500 мл 0,9 % раствора NaCl в/в капельно. На гемодинамику применение этой дозы сульфата магния никакого влияния не оказывало. Потенцирование мультимодальной анальгезии проводили контактным светодиодным воздействием в синем диапазоне действия (длина волны 470 ± 10 нм) в области кожных покровов длительно — 24 мин (2 сеанса по 12 мин).

В ближайшем послеоперационном периоде в группе сравнения (42 пациента) использовали такую же схему проведения и лечения общехирургических больных, но без потенцирования контактным светодиодным воздействием и применением сульфата магния.

Для изучения влияния сеансов контактного светодиодного облучения крови на состояние ее свертывающей системы были проведены серии исследований коагулограмм у всех пациентов обеих групп с забором образцов крови: в предоперационном периоде однократно (перед операцией) и в ближайшем послеоперационном периоде до 6 ч, так как через 6 ч по протоколу проводилась антикоагулянтная терапия.

Результаты исследования и обсуждение

При исследовании основных показателей коагулограммы, в том числе АЧТВ, протромбина по Квику и МНО, у пациентов обеих групп в предоперационном периоде указанные показатели были в пределах допустимой нормы и отражали состояние нормокоагуляции. У пациентов основной группы в ближайшем послеоперационном периоде (до 6 ч) после контактного светодиодного облучения крови в синем диапазоне действия (длина волны 470 ± 10 нм) мощностью 41 мВт в течение 24 мин наблюдали тенденцию к гипокоагуляции. Протромбин по Квику увеличивался в среднем на 35,67 %. АЧТВ — на 27,38 %. МНО — на 41,25 %. Вероятность случайного происхождения этих данных при статистической обработке — $p < 0,05$. Но надо отметить, что все показатели слегка превышали верхнюю границу нормы. Увеличение любого из этих показателей указывает на дефицит одного или нескольких свертывающих факторов, что в дальнейшем приводит к гипокоагуляции. Во всех анализах отмечалась тенденция к гипокоагуляции. У оперированных пациентов мы отмечали удлинение времени АЧТВ на всех этапах регистрации результатов.

У всех пациентов основной группы на этапах ближайшего послеоперационного периода показатель МНО демонстрировал тенденцию к увеличению, свидетельствуя о наличии у оперированных больных тенденции к гипокоагуляции.

У пациентов основной группы в ближайшем послеоперационном периоде измеряли процентное содержание кислорода в крови на верхних конечностях до и после светодиодного воздействия. После воздействия светодиодным излучением на организм пациентов сатурация (Sp_aO_2) увеличивалась с $79,8 \pm 1,2$ до $94,5 \pm 0,9$ % ($p < 0,05$). И в течение последующих суток нахождения пациентов в госпитале сатурация сохранялась примерно на этом уровне — от $92,3 \pm 2,6$ до $96,1 \pm 1,3$ % ($p < 0,05$).

В анализах кислотно-основного состояния венозной крови в основной группе парциальное давление кислорода pO_2 с $36,4 \pm 5,7$ до контактного светодиодного облучения крови возрастало до $78,9 \pm 3,5$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). В группе сравнения парциальное давление кислорода в венозной крови pO_2 после оперативного вмешательства составляло $31,4 \pm 2,6$ мм рт. ст. и не увеличивалось, находясь в среднем на уровне $28,9 \pm 4,1$ мм рт. ст. Анализ коагулологических данных, зарегистрированных у пациентов группы сравнения в ближайшем послеоперационном периоде, в больший части случаев свидетельствовал о наличии у оперированных пациентов тенденции к гиперкоагуляции. Указанные признаки гиперкоагуляции были обнаружены у 31 (72,5 %) пациента группы сравнения. Изученные показатели у остальных 11 (27,5 %) больных группы сравнения отражали состояние нормокоагуляции.

Эти данные, подтверждая эффект потенцирования медикаментозной антикоагулянтной терапии, демонстрируют возможность включения методики контактного светодиодного облучения крови аппаратом «БАСИ» в виде браслета в синем диапазоне действия 470 ± 10 нм мощностью 41 мВт в комплексную терапию хирургических больных в ближайшем послеоперационном периоде.

Обнаруженную нами тенденцию к гиперкоагуляции у большинства пациентов группы сравнения в раннем послеоперационном периоде на фоне послеоперационного лечения мы связываем с выявленной гиперактивацией плазменного звена гемостаза. Отмечали достоверное укорочение показателя АЧТВ на всех исследуемых этапах послеоперационного периода. В предоперационном периоде АЧТВ было в границах $28,70 \pm 1,06$ с, а в ближайшем послеоперационном периоде показатель АЧТВ соответствовал уровню $26,91 \pm 0,95$ с.

Кроме того, в группе сравнения мы отмечали укорочение показателя ПТВ, что также свидетельствовало о наличии признаков гиперкоагуляции. Если исходно в предоперационном периоде показатель

ПТВ составил $11,92 \pm 0,73$ с, то после перенесенного вмешательства у пациентов группы сравнения в ближайшем послеоперационном периоде отмечали его снижение до $11,52 \pm 0,84$ с (степень изменения относительно предыдущего показателя составила 3,36 %).

В предоперационном периоде уровень МНО у пациентов группы сравнения соответствовал значениям $1,010 \pm 0,1$ усл. ед. В ближайшем послеоперационном периоде его значение находилось в пределах $0,97 \pm 0,08$ усл. ед. Степень изменений относительно предыдущего показателя составляла 3,01 %. Тенденция к развитию признаков гиперкоагуляции, возможно, связана с дисфункцией эндотелия вследствие перенесенного вмешательства, в том числе и перенесенного хирургического дистресса. Нельзя исключить того, что вышеуказанная дисфункция эндотелия проявляется снижением антитромбогенной активности эндотелия сосудистой стенки.

Обобщая результаты полученных исследований у пациентов группы сравнения, можно заключить, что на фоне традиционной послеоперационной терапии и фармакологических мер профилактики тромбозов и тромбоэмболий отмечается тенденция к гиперкоагуляции.

Нефармакологический метод воздействия (контактным светодиодным облучением крови) оказывает поливалентный эффект на организм, в частности улучшает микроциркуляцию, способствует поддержанию коагулологических свойств крови в векторе нормо- и гипокоагуляции, и, безусловно, демонстрирует эффект потенцирования профилактики развития тромбозов и тромбоэмболии.

У больных основной группы качественная оценка боли в ближайшем послеоперационном периоде по вербальной рейтинговой шкале составляла 0 — нет боли, что не нуждалось в дополнительном введении обезболивающих препаратов. У больных в группе сравнения качественная оценка послеоперационной боли по вербальной шкале соответствовала 1 или 2, что требовало дополнительного введения анальгетиков в ближайшем послеоперационном периоде (до 6 ч).

Заключение

Таким образом, результаты исследования параметров коагуляции позволили выявить у пациентов основной группы позитивный вклад сеансов контактного лазерного облучения крови. Эффекты их влияния, по нашим данным, проявились в сохранении устойчивой тенденции сдвигов показателей гемостаза на всех исследуемых этапах послеоперационного периода в сторону умеренной гипокоагуляции, снижающей риск развития тромбоэмболии в послеоперационном периоде. На основании проведенных исследований сделан вывод, что воздействие на организм человека оптическим излучением в

синем диапазоне действия (длина волны 470 ± 10 нм) приводит к улучшению кровотока как в магистральных сосудах, так и в системе микроциркуляции, увеличивает усиление доставки и утилизации кислорода тканями организма, улучшает функции внешнего дыхания. Использование российского браслета «БАСИ» в синем диапазоне действия способствовало отказу от

применения наркотических анальгетиков в ближайшем послеоперационном периоде. Потенцирование мультимодальной анестезии контактным светодиодным оптическим излучением позволяет снизить фармакологическую нагрузку на пациентов с тенденцией к умеренной гипокоагуляции в послеоперационном периоде.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Funding. The study had no sponsorship.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ушаков А. А. Практическая физиотерапия: руководство для врачей. 3-е изд., испр. и доп. М.: Медицинское информационное агентство, 2009. 700 с. [Ushakov A. A. *Prakticheskaya fizioterapiya = Ushakov A. A. Prakticheskaya fizioterapiya: rukovodstvo dlya vrachev. 3-e izd., ispr. i dop. M.: Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo, 2009. 700 s. (In Russ.)*]
2. Kehlet H., Dahl G. B. The value of «multimodal» or «Balanced analgesia» postoperative pain treatment. *Anesth Analg.* 1993; 77 (5): 1048–1056.
3. Kehlet H., Wilmore D. Multimodal strategies to improve surgical outcome. *Am J Surg.* 2002; 183 (6): 630–641.
4. Осипова Н. А., Береснева В. А., Петрова В. В. и др. Опыт использования анальгетиков периферического действия в системе комплексной защиты пациентов от операционной травмы. *Анестезиология и реаниматология.* 2002; (4): 23–26. [Osipova N. A., Beresneva V. A., Petrova V. V., et al. *Experience in the use of peripherally acting analgesics in the system of comprehensive protection of patients from surgical trauma = Osipova N. A., Beresneva V. A., Petrova V. V. i dr. Opyt ispol'zovaniya analgetikov perifericheskogo deystviya v sisteme kompleksnoy zashchity patsiyentov ot operatsionnoy travmy. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2002; (4): 23–26. (In Russ.)*]
5. Choi J., Yoon K., Um D. Intravenous magnesium sulfate administration reduces propofol infusion requirements during maintenance of propofol-N20 anesthesia. *Anesthesiology.* 2002; 97 (5): 1137–1141.
6. Dabbagh A., Elyasi H., Razavi S. Intravenous magnesium sulfate for post-operative pain in patients undergoing low limb orthopedic surgery. *Acta Anaesth Scand.* 2009; 53 (8): 1088–1091.
7. Dickenson A. H. A cure for wind up: NMDA receptor antagonists as potential analgesics. *Trends Pharmacol Sci.* 1990; 11 (8): 307–309.
8. Angst M. S., Clark J. D. Opioid-induced hyperalgesia. *Anesthesiology.* 2006; 104 (3): 570–587.
9. Chia Y. Y., Liu K., Wang J. J., et al. Intraoperative high dose fentanyl induces postoperative fentanyl tolerance. *Can J Anaesth.* 1999; 46 (9): 872–877.
10. Смольников П. В., Ширяев В. С., Мусихин Л. В. и др. Низкоинтенсивная лазерная терапия в гериатрической практике анестезиологии — реаниматологии. *Лазерная медицина.* 2015; 19 (4): 8–11. [Smolnikov P. V., Shiryayev V. S., Musikhin L. V., et al. *Low-intensity laser therapy in geriatric practice of anesthesiology and resuscitation = Smolnikov P. V., Shiryayev V. S., Musikhin L. V. i dr. Nizkointensivnaya lazernaya terapiya v geriatricheskoy praktike anesteziologii — reanimatologii. Lazernaya meditsina. 2015; 19 (4): 8–11. (In Russ.)*]
11. Соколов А. Энциклопедия лекарственной безопасности. М.: Крон-пресс, 2000. 828 с. [Sokolov A. *Encyclopedia of drug safety = Sokolov A. Entsiklopediya lekarstvennoy bezopasnosti. M.: Kron-press, 2000. 828 s. (In Russ.)*]
12. Хосровян А. М., Мусихин Л. В., Ширяев В. С. и др. Внутривенное лазерное облучение крови у пациентов в послеоперационном периоде — динамика показателей микроциркуляции. *Лазерная медицина.* 2011; 15 (1): 4–12. [Khosrovyan A. M., Musikhin L. V., Shiryayev V. S., et al. *Intravenous laser irradiation of blood in patients in the postoperative period — dynamics of microcirculation parameters = Khosrovyan A. M., Musikhin L. V., Shiryayev V. S. i dr. Vnutrivennoye lazernoye oblucheniye krovi u patsiyentov v posleoperatsionnom periode — dinamika pokazateley mikrotsirkulyatsii. Lazernaya meditsina. 2011; 15 (1): 4–12. (In Russ.)*]
13. Карандашов В. И., Александрова Н. П., Островский Е. И. Влияние оптического излучения синего диапазона на гемодиализацию у больных хронической артериальной недостаточностью. *Лазерная медицина.* 2018; 22 (2): 10–13. [Karandashov V. I., Aleksandrova N. P., Ostrovsky E. I. *Influence of optical radiation of the blue range on hemocirculation in patients with chronic arterial insufficiency = Karandashov V. I., Aleksandrova N. P., Ostrovskiy E. I. Vliyaniye opticheskogo izlucheniya sinego diapazona na gemotsirkulyatsiyu u bol'nykh khronicheskoy arterial'noy nedostatochnost'yu. Lazernaya meditsina. 2018; 22 (2): 10–13. (In Russ.)*]
14. Кошелев В. Н., Семина Е. А., Камалян А. Б. Сравнительная оценка эффективности применения чрезкожного и внутрисосудистого лазерного облучения крови. В сб.: Клиническое и экспериментальное применение новых лазерных технологий: сборник международной конференции. Москва-Казань, 1995. С. 395–397. [Koshelev V. N., Semina E. A., Kamalyan A. B. *Comparative assessment of the effectiveness of percutaneous and intravascular laser irradiation of blood = Koshelev V. N., Semina E. A., Kamalyan A. B. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti primeneniya chrezkozhnogo i vnutrisosudistogo lazernogo oblucheniya krovi. V sb.: Klinicheskoye i eksperimental'noye primeneniye novykh lazernykh tekhnologiy: sbornik mezh-dunarodnoy konferentsii. Moskva-Kazan', 1995. S. 395–397. (In Russ.)*]

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Хосровян Ашхен Мавровна — кандидат медицинских наук, врач отделения реанимации и интенсивной терапии госпиталя № 2 ветеранов войн. Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-2705-7264

Ashkhen M. Khosrovyan — MD, Cand. Sc. (med), physician in the intensive care unit, Hospital No. 2 of War Veterans. Moscow, Russia

Максимцева Екатерина Алексеевна — заведующая отделением реанимации госпиталя № 2 ветеранов войн, Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-4449-7720

Ekaterina A. Maksimtseva — MD, head of the intensive care unit, Hospital No. 2 for War Veterans, Moscow, Russia

Шветский Филипп Михайлович — кандидат медицинских наук, врач отделения реанимации и интенсивной терапии госпиталя № 2 ветеранов войн
ORCID: 0000-0003-2954-5007

Philip M. Shvetsky — MD, Cand. Sc. (med), physician in the intensive care unit, Hospital No 2 of War Veterans. Moscow, Russia

Ширяев Владимир Сергеевич — кандидат медицинских наук, заведующий отделением анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «НПЦ ЛМ им. О. К. Скобелкина» ФМБА России, Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-3113-0580

Vladimir C. Shiryayev — MD, Cand.Sc. (med), head of the department of anesthesiology and reanimatology, Skobelkin State Research and Practical Center for Laser Medicine, FMBA, Moscow, Russia

Даниелян Светлана Айковна — врач анестезиолог-реаниматолог, ГБПОУ Департамента здравоохранения города Москвы «Медицинский колледж № 5», Москва, Россия
ORCID: 0000-0001-9306-6487

Svetlana A. Danielyan — MD, anesthesiologist-resuscitator, Medical College No 5, Educational Institution of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

Авторы: А. М. Хосровян,
Е. А. Максимцева, Ф. М. Шветский,
В. С. Ширяев, С. А. Даниелян

Authors: A. M. Khosrovyan,
E. A. Maksimtseva,
F. M. Shvetsky, V. S. Shiryayev,
S. A. Danielyan

Участие авторов:

Концепция и дизайн — А. М. Хосровян,
В. С. Ширяев
Сбор и обработка материала — Е. А.
Максимцева, Ф. М. Шветский
Статистическая обработка — С. А. Даниелян
Написание текста — В. С. Ширяев
Редактирование — Ф. М. Шветский

Author contribution :

Concept and design — A. M. Khosrovyan,
V. S. Shiryayev
Material collection and processing —
E. A. Maksimtseva, F. M. Shvetsky
Statistical processing — S. A. Danielyan
Text writing — V. S. Shiryayev
Editing — F. M. Shvetsky