

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2024.5.42>

Оценка эффективности обезболивания при применении проводниковых блокад у пациентов во время ортопедо-травматологических операций

Е.А. Гарматько¹, В.В. Могулевич¹, А.В. Марочков^{1,2}, С.А.Рымкевич¹, А.А. Бобров¹

¹Могилёвская областная клиническая больница, г. Могилёв, Республика Беларусь

²Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2024. – Том 23, №5. – С. 42-47.

Effectiveness evaluation of nerve block pain management in patients undergoing orthopedic trauma surgeries

E.A. Harmatsko¹, V.V. Mogulevich¹, A.V. Marochkov^{1,2}, S.A. Rymkevich¹, A.A. Babrou¹

¹Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus

²Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2024;23(5):42-47.

Резюме.

Цель – определение содержания кортизола, С-реактивного белка (СРБ) и сывороточного железа как объективного критерия эффективности интраоперационного обезболивания при ортопедо-травматологических операциях.

Материал и методы. Проведено проспективное нерандомизированное когортное исследование у 25 пациентов (9 мужчин, 16 женщин). Выполнены операции на голени и стопе. Производили блокаду седалищного и бедренного нервов под ультразвуковым наведением. В качестве местного анестетика применяли: лидокаин, ропивакаин, бупивакаин. Пациенты находились в сознании, отвечали на вопросы, болевой синдром отсутствовал. Производили определение на трех этапах содержания кортизола, СРБ, сывороточного железа.

Результаты. Динамика содержания кортизола, СРБ, сывороточного железа на 3 этапах исследования: 1 этап (до операции), второй этап - через 60 минут после начала операции; третий этап – через сутки после операции. Содержание СРБ на 1, 2 и 3 этапе составило 3,6 (1,84; 14,5) мг/л; 4,3 (2,46; 15,4) мг/л; 24,75 (13,36; 66,0) мг/л соответственно. Содержание кортизола на 1, 2 и 3 этапе составило 11,25 (9,7; 14,1) мкг/дл; 9,6 (6,5; 12,5) мкг/дл; 8,8 (6,6; 11,9) мкг/дл соответственно. Содержание железа на 1, 2 и 3 этапе составило 18,23 (15,95; 25,57) мкмоль/л; 18,07 (15,35; 22,0) мкмоль/л; 5,95, (4,47; 12,81 мкмоль/л), соответственно.

Заключение. Изучение показателей динамики кортизола, СРБ и сывороточного железа у пациентов во время операции и в течение первых суток после операции показало, что эффективность обезболивания отражает динамика содержания кортизола. Установлено повышение показателя СРБ через сутки после операций в 6,8 раза. Содержание сывороточного железа через сутки после операции снизилось в 3,0 раза по сравнению с исходным уровнем.

Ключевые слова: блокада периферических нервов; операции на нижних конечностях; кортизол; С-реактивный белок; сывороточное железо.

Abstract.

Objectives. To determine the level of cortisol, C-reactive protein (CRP) and serum iron as an objective criterion for the effectiveness of intraoperative pain management in orthopedic trauma surgeries.

Material and methods. The prospective non-randomized cohort study was conducted in patients (9 males and 16 females). Lower leg and foot surgeries were carried out. US-guided sciatic and femoral nerve blocks were performed. For local anesthesia, lidocaine, ropivacaine or bupivacaine were used. The patients were conscious and responsive, with no pain syndrome. Cortisol, CRP and serum iron levels were measured at three time points.

Results. Cortisol, CRP and serum iron levels were measured at three study stages: before surgery (Stage 1), 60 minutes after the start of surgery (Stage 2) and 18–24 post-surgery hours (Stage 3). CRP levels at Stages 1, 2 and 3 were 3.6

[1.84;14.5], 4.3 [2.46;15.4] and 24.75 [13.36;66.0] mg/L, respectively. Cortisol levels at Stages 1, 2 and 3 were 11.25 [9.7;14.1], 9.6 [6.5;12.5] and 8.8 [6.6;11.9] µg/dL, respectively. Iron levels at Stages 1, 2 and 3 were 18.23 [15.95;25.57], 18.07 [15.35;22.0] and 5.95 [4.47;12.81] µmol/L, respectively.

Conclusions. Based on the study of changes in cortisol, CRP and serum iron levels in patients during surgery and in the first 18–24 post-surgery hours, effectiveness of pain management is reflected by the change in cortisol levels. One day after surgery, a 6.87-fold increase in CRP and a 3.06-fold decrease in serum iron compared to baseline were observed.

Keywords: *peripheral nerve block; lower limb surgeries; cortisol; C-reactive protein; serum iron.*

Введение

Для выполнения операций на нижних конечностях, а именно при операциях на голени и стопе, основными методами анестезиологического обеспечения являются спинномозговая анестезия (СМА) и блокады периферических нервов (БПН) [1].

При этом СМА применяется более широко из-за относительно простого технического исполнения, быстрого начала анестезии, небольшой дозы применяемого местного анестетика. В то же время, сам метод СМА потенциально опасен развитием таких осложнений, как гипотензия (развивающаяся в 20-70% случаев), брадикардия, угнетение дыхания (0,2-1%), боли в спине, постпункционные головные боли, а также столь грозного осложнения, как тотальный спинальный блок [2, 3].

Методы регионарной анестезии периферических нервов у пациентов при хирургических вмешательствах на нижних конечностях, к сожалению, не являются распространённой практикой. Это связано с тем, что БПН являются технически более сложными по сравнению с СМА, часто возникают трудности с идентификацией места пункции по анатомическим ориентирам, при БПН требуется использование больших доз местных анестетиков, что опасно развитием системных токсических эффектов [4].

При выполнении проводниковых блокад по анатомическим ориентирам во многих случаях возникает недостаточная аналгезия в области хирургического вмешательства, что требует дополнительного введения наркотических анальгетиков во время операции, эффективность проводниковых блокад по анатомическим ориентирам составляет 40-50% [1].

Широкое применение электронейростимуляции для поиска периферических нервов и ультразвуковой навигации обеспечило, при должной подготовке врача-анестезиолога, 99-100% эффективности периферических блоков [5, 6]. Однако

эффективность обезболивания при современных методиках контроля введения иглы в параневральное пространство не подтверждается независимыми объективными лабораторными методами оценки интраоперационной аналгезии. До настоящего времени не существует методов лабораторного контроля, подтверждающих эффективность интраоперационного обезболивания во время хирургического вмешательства.

Цель исследования – определение содержания кортизола, С-реактивного белка (СРБ) и сывороточного железа как объективного критерия эффективности интраоперационного обезболивания при ортопедо-травматологических операциях.

Материал и методы

Нами проведено проспективное нерандомизированное когортное исследование у 25 пациентов (9 мужчин, 16 женщин). На проведение исследования было получено разрешение независимого этического комитета нашего стационара № 1 от 30.08.2023.

У всех пациентов было получено информированное согласие на проведение анестезиологического пособия, а также на исследование по контролю содержания кортизола, СРБ, сывороточного железа. Возраст пациентов, принявших участие в исследовании, составил 52,0 (40,0; 63,0) года, масса тела 80,0 (72,0; 86,0) кг; рост 168,0 (164,0; 172,0) см; риск по ASA 1-3 класс.

Объём оперативных вмешательств: костно-пластические операции на стопе (n=8), открытая репозиция и металлоостеосинтез костей голени и голеностопного сустава (n=17).

Критериями включения пациентов в исследование являлись:

- возраст старше 18 лет;
- операции по поводу травмы костей голени и/или стопы длительностью более 60 минут;
- проводниковая блокада как единственный метод обезболивания;

– отсутствие аллергии на местные анестетики.

Критерии исключения из исследования:

- отказ пациента от данного вида обезболивания;
- масса тела менее 50 кг;
- оценка физического статуса по ASA выше III класса;
- невозможность сотрудничества с пациентом;
- тяжелые заболевания печени;
- почечная недостаточность;
- коагулопатии;
- нервно-мышечные заболевания;
- прием глюкокортикоидов в течение последних 6 месяцев;
- инфекционные поражения кожи в месте блокад.

У всех пациентов применяли только блокады бедренного и седалищного нервов. После укладки на операционный стол пациенту проводилась катетеризация периферической вены, и начинали мониторинг частоты сердечных сокращений (ЧСС), неинвазивного систолического, диастолического, среднего артериального давления (АД), частоты дыхания, пульсовой оксиметрии и термометрии через каждые 5 минут. Всем пациентам с целью премедикации вводилось 2,5-10 мг диазепама.

В положении пациента лежа на животе проводилась обработка места пункции раствором анестетика. Под ультразвуковым наведением одновременно с использованием стимулятора периферических нервов Stimuplex (частота 2 Гц, сила тока 0,4 мА) выполняли блокаду седалищного нерва подъягодичным доступом [1].

После верификации правильного положения иглы вводились местные анестетики (раствор лидокаина 1% – 10 мл и раствор ропивакаина 0,75% – 10 мл (1 человек); раствор лидокаина 1% – 10 мл и раствор бупивакаина гипербарический 0,5% – 8 мл (16 человек); раствор лидокаина 1% – 20 мл (7 человек); раствор бупивакаина гипербарический 0,5% – 30 мл (1 человек).

Затем в положении лежа на спине под ультразвуковым наведением и визуальным контролем за распространением местного анестетика вокруг бедренного нерва одновременно с использованием стимулятора периферических нервов Stimuplex (частота 2 Гц, сила тока 0,4 мА), в асептических условиях выполнялась блокада бедренного нерва [1, 4]. При этом использовались те же местные анестетики: раствор лидокаина 1% – 10 мл и раствор ропивакаина 0,75% – 10 мл (1

человек), раствор лидокаина 1% – 20 мл (7 человек), раствор лидокаина 1% – 10 мл и раствор бупивакаина гипербарический 0,5% – 8 мл (16 человек), раствор бупивакаина гипербарический 0,5% – 30 мл (1 человек).

Интраоперационный мониторинг осуществлялся гемодинамическим монитором Интеграл (ОАО «Интеграл», Республика Беларусь) и включал определение ЧСС, измерение неинвазивного АД (систолического, диастолического, среднего), частоты дыхания, пульсовой оксиметрии и термометрии. Данные мониторинга регистрировались в протоколе. Определение лабораторных показателей (кортизола, СРБ, сывороточного железа) у всех пациентов производили на следующих этапах:

1 этап – пациент на операционном столе, катетеризация периферической вены;

2 этап – пациент на операционном столе, через 60 минут после начала хирургической операции;

3 этап – забор крови через 20-24 часа после окончания хирургической операции.

Взятие крови на исследование у пациентов производили из периферической вены, в которую не проводилась инфузионная терапия. Образцы крови помещались в вакуумную пробирку с активатором свёртывания Кремнезёмом ZK, (для определения СРБ и сывороточного железа), с ЭДТА (для определения кортизола). Исследование кортизола проводилось в лаборатории клинической биохимии нашего стационара методом электрохемилюминесцентного иммуноанализа на анализаторе Architect plus I 10000sr (Abbot, США). Референтные значения уровня кортизола в соответствии с инструкцией изготовителя тест-систем следующие: 2,9-19,4 мкг/дл. Динамику СРБ определяли иммунотурбидиметрическим методом на анализаторе AU 680 (Beckman Coulter, США), референтные показатели в соответствии с инструкцией изготовителя тест-систем составляют 0-5 мг/л. Динамику сывороточного железа определяли калориметрическим методом на анализаторе AU 680 (Beckman Coulter, США), референтные показатели в соответствии с инструкцией изготовителя тест-систем составляют 10,7-32,2 мкмоль/л.

Статистическая обработка производилась с использованием программы Statistica 7.0. При статистической обработке использовались непараметрические методы анализа, статистические величины представлены медианой (Me) и квартилей (25%, 75%). Для определения корреляции между показателями рассчитывались по критерию Вилкоксона. Для множественных сравнений

применяли поправку Бонферрони. Полученные различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

У всех пациентов проведены успешные хирургические операции на голени и стопе. Длительность операции составила 70,0 (60,0; 80,0) минут. Минимальная длительность операции в исследуемой группе составила 60 минут; максимальная – 105 минут).

Контроль параметров гемодинамики показал, что у всех пациентов с операциями на голени и стопе с проводниковыми блокадами отмечаются стабильные показатели гемодинамики (табл. 1).

Все пациенты во время операции находились в сознании, адекватно отвечали на вопросы, были ориентированы в месте и времени. Отсутствие боли (0-2 балла по визуальной аналоговой шкале) являлось клиническим признаком эффективного обезболивания. Ни в одном из случаев не применялось титрование вазопрессорных препаратов. Опиоидные анальгетики, лекарственные средства из группы НПВС и парацетамол не вводились во время анестезии и операции. Объём инфузионной терапии у пациентов за время операции составил от 500 до 700 мл, что составляет 3-3,5 мл/кг/ час.

Контроль содержания кортизола показал следующие данные (рис. 1). В предоперационном периоде содержание кортизола составило 11,25 (9,7;14,1) мкг/дл, на этапе 2 (через 1 час после начала операции) содержание кортизола составило 9,6 (6,5;12,5) мкг/дл – статистически не различалось с учётом поправки Бонферрони ($p=0,03925$). На этапе 3 (через 18-24 часа после операции) содержание кортизола составило 8,8 (6,6; 11,9) мкг/дл. На всех этапах исследования у пациентов не было зарегистрировано статистически значимого повышения уровня кортизола в крови по сравнению с исходным.

Контроль содержания СРБ показал следующие данные (рис. 2). В предоперационном периоде содержание СРБ составило 3,6 (1,84;14,5) мг/л, на этапе 2 через 1 час после начала операции содержание СРБ составило 4,3(2,46; 15,4) мг/л – статистически не различалось ($p=0,322$). На этапе 3 (через 18-24 часа после операции) содержание СРБ составило 24,75 (13,36; 66,0) мг/л. Отмечено статистически значимое повышение СРБ у всех пациентов вне зависимости от наличия или отсутствия болевого синдрома ($p=0,000031$).

Контроль содержания сывороточного железа показал следующие данные (рис. 3). В предоперационном периоде содержание железа составило 18,23 (15,95; 25,57) мкмоль/л, на этапе 2 (через

Таблица 1 – Показатели гемодинамики пациентов на этапах исследования, Ме (25; 75%)

Показатели гемодинамики	Начало операции	Через 1 час от начала операции	Конец операции
АД систолическое, мм.рт.ст	140,0 (130,0;140,0)	130,0 (125,0;130,0)	130,0 (130,0;130,0)
АД диастолическое, мм.рт.ст	80,0 (80,0;90,0)	80,0 (70,0;80,0)	80,0 (80,0;80,0)
АД среднее, мм.рт.ст.	100,0 (93,0;106,0)	93,0(90,0;98,0)	96,0(93,0;97,0)
ЧСС, мин.	78,0 (70,0;80,0)	70,0(68,0;70,0)	70,0(70,0;80,0)

Примечание: АД – артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений.

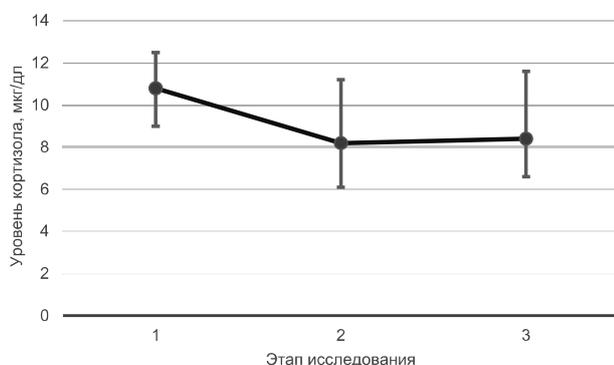


Рисунок 1 – Динамика уровня кортизола у пациентов на этапах исследования

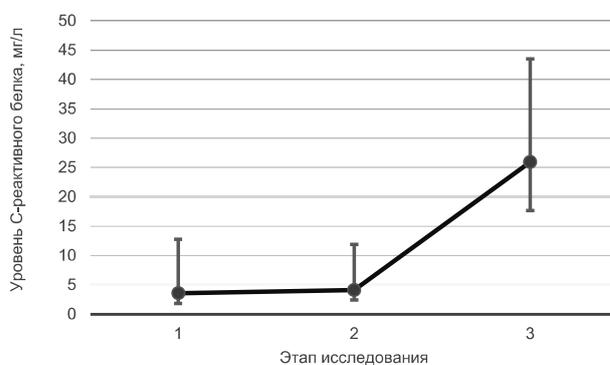


Рисунок 2 – Динамика уровня С-реактивного белка у пациентов на этапах исследования

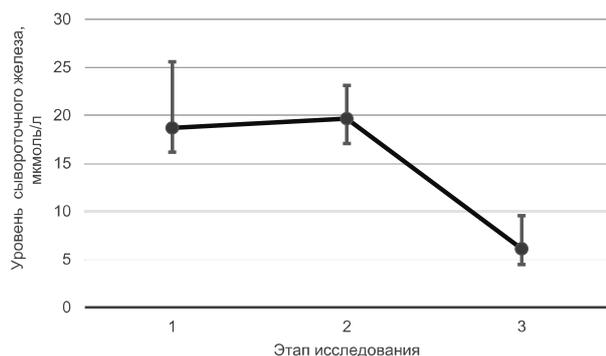


Рисунок 3 – Динамика уровня сывороточного железа у пациентов на этапах исследования

1 час после начала операции) содержание железа составило 18,07 (15,35; 22,0) мкмоль/л – статистически не различалось ($p=0,6265$). На этапе 3 (через 18-24 часа после операции) содержание железа составило 5,95, (4,47; 12,81) мкмоль/л. Отмечено статистически значимое снижение железа у всех пациентов вне зависимости от наличия или отсутствия болевого синдрома ($p=0,000027$).

Таким образом, по результатам мониторинга у пациентов, у которых были проведены травматологические операции, были получены стабильные показатели гемодинамики, кортизола, СРБ, железа. В первые сутки у пациентов при отсутствии болевого синдрома после операции сохраняются показатели кортизола в пределах референтных значений. При этом показатели СРБ в послеоперационном периоде поднимались выше нормы, а уровень железа в послеоперационном периоде опускался ниже нормы.

Обсуждение

В настоящее время не существует лабораторных критериев по оценке эффективности интраоперационного обезболивания во время хирургических вмешательств. При анализе литературных данных в базах Pubmed дискутируется использование таких биохимических показателей, как содержание лактата, глюкозы, пролактина, катехоламинов (адреналина, норадреналина), кортизола, СРБ, и многих других [7].

Нами исследовано изменение содержания показателей кортизола, СРБ и железа. В течение последних десятилетий уровень кортизола во время хирургических вмешательств многократно исследовался и во всех случаях зарегистрировано повышение кортизола в 2 и более раз по отношению к предоперационному уровню [8].

Ни в одном из исследований по изучению динамики уровня кортизола во время анестезиологического обеспечения хирургических вмешательств высокое качество анальгезии не сопровождалось субъективными ощущениями пациента. Поэтому особенностью приведенных данных о динамике СРБ, железа и кортизола является то, что у всех больных при проведении высокотравматичных хирургических вмешательств при операциях на голени и стопе при длительности 100 мин была достигнута абсолютно эффективная анальгезия.

Динамика содержания СРБ во время операции и в ближайшем послеоперационном периоде были ранее представлены в единичных исследованиях; исследования сывороточного железа при операциях на нижних конечностях ранее не производилось.

Мы считаем, что характерным лабораторным тестом при абсолютно эффективном обезболивании является содержание кортизола, которое не отличается от исходного уровня.

Заключение

1. Из исследования показателей динамики кортизола, СРБ и сывороточного железа у пациентов во время операции и в течение первых 18-24 часов после операции эффективность обезболивания отражает динамика содержания кортизола.

2. Исследование СРБ показало, что через сутки после хирургических операций его показатель повышается в 6,87 раза.

3. Содержание сывороточного железа в течение операции не изменялось, но через сутки после операции его показатели снижались в 3,06 раза по сравнению с исходным уровнем.

Литература

1. Овечкин, А. М. Проблемы безопасности регионарной анестезии на современном этапе / А. М. Овечкин, М. Е. Политов // Анестезиология и реаниматология. 2018. Т. 63, № 1. С. 9–16.
2. Овечкин, А. М. Осложнения спинальной анестезии: факторы риска, профилактика и лечение / А. М. Овечкин, С. А. Осипов // Интенсив. терапия. 2005. № 3. С. 108–113.
3. Адекватность защиты больных от операционной травмы в условиях спинальной анестезии / А. В. Овечкин [и др.] // Анестезиология и реаниматология. 2000. № 3. С. 4–8.
4. Марочков, А. В. Эффективность и безопасность регионарной анестезии периферических нервов и сплетений / А. В. Марочков, А. Н. Бордиловский, А. И. Евсеенко // Новости

- хирургии. 2007. Т. 15, № 4. С. 96–102.
- Hyperbaric Versus Isobaric Bupivacaine for Spinal Anesthesia: Systematic Review and Meta-analysis for Adult Patients Undergoing Noncesarean Delivery Surgery / V. Uppal [et al.] // *Anesth. Analg.* 2017 Nov. Vol. 125, N 5. P. 1627–1637. doi: 10.1213/ANE.0000000000002254
 - Comparison of three methods of regional anesthesia of peripheral nerves and plexuses / V. Piacherski [et al.] // *Open J. Anesthesiol.* 2012 Nov. Vol. 2, N 5. P. 237–243. doi: 10.4236/ojanes.2012.25056
 - Непрерывный мониторинг лактата и глюкозы при комплексной хирургической коррекции приобретённых комбинированных пороков сердца и ишемической болезни сердца / П. И. Ленкин [и др.] // *Вестн. анестезиологии и реаниматологии.* 2015. Т. 12, № 6. С. 4–15.
 - Влияние периоперационных факторов на содержание кортизола при анестезиологическом обеспечении кардиохирургических вмешательств / В. А. Дудко [и др.] // *Журн. ГрГМУ.* 2022. Т. 20, № 3. С. 343–347. doi: 10.25298/2221-8785-2022-20-3-343-347

Поступила 12.06.2024 г.

Принята в печать 18.10.2024 г.

References

- Ovechkin AM, Politov ME. Safety problems of regional anesthesia at the present stage. *Anesteziologiya Reanimatologiya.* 2018;63(1):9-16. (In Russ.)
- Ovechkin AM, Osipov SA. Complications of spinal anesthesia: risk factors, prevention and treatment. *Intensiv Terapiya.* 2005;(3):108-13. (In Russ.)
- Ovechkin AM, Gnezdilov AV, Kukushkin ML, Syrovegin AV, Morozov DV, Torshin VA, i dr. Adequacy of patient protection against surgical trauma in spinal anesthesia patients. *Anesteziologiya Reanimatologiya.* 2000;(3):4-8. (In Russ.)
- Marochkov AV, Bordilovskiy AN, Evseenko AI. Efficacy and safety of regional anesthesia of peripheral nerves and plexuses. *Novosti Khirurgii.* 2007;15(4):96-102. (In Russ.)
- Uppal V, Retter S, Shanthanna H, Prabhakar C, McKeen DM. Hyperbaric Versus Isobaric Bupivacaine for Spinal Anesthesia: Systematic Review and Meta-analysis for Adult Patients Undergoing Noncesarean Delivery Surgery. *Anesth Analg.* 2017 Nov;125(5):1627-37. doi: 10.1213/ANE.0000000000002254
- Piacherski V, Marochkov A, Brukhno A, Kokhan Z, Stav A, Reytman L, et al. Comparison of three methods of regional anesthesia of peripheral nerves and plexuses. *Open J Anesthesiol.* 2012 Nov;2(5):237-43. doi: 10.4236/ojanes.2012.25056
- Lenkin PI, Smetkin AA, Khusseyin A, Lenkin AI, Paromov KV, Ushakov AA, i dr. Continuous lactate and glucose monitoring during complex surgical correction of acquired combined heart defects and ischemic heart disease. *Vestn Anesteziologii Reanimatologii.* 2015;12(6):4-15. (In Russ.)
- Dudko VA, Klepcha TI, Lipnitskiy AL, Sergievich TV, Marochkov AV. Influence of perioperative factors on cortisol content during anesthesia support of cardiac surgical interventions. *Zhurn GrGMU.* 2022;20(3):343-47. (In Russ.). doi: 10.25298/2221-8785-2022-20-3-343-347

Submitted 12.06.2024

Accepted 18.10.2024

Сведения об авторах:

Е.А. Гарматько – врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, Могилевская областная клиническая больница;

В.В. Могулевич – врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, Могилевская областная клиническая больница,

e-mail: mogulevichnika@gmail.com – Могулевич Виктория Валерьевна;

А.В. Марочков – д.м.н., профессор, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, Могилевская областная клиническая больница; профессор филиала кафедр анестезиологии и реаниматологии с курсом ФПК и ПК и госпитальной хирургии с курсом ФПК и ПК, Витебский государственный медицинский университет, <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>;

С.А. Рымкевич – зав. отделением анестезиологии и реанимации, Могилевская областная клиническая больница;

А.А. Бобров – зав. отделением травматологии и ортопедии, Могилевская областная клиническая больница.

Information about authors:

E.A. Harmatsko – anesthesiologist-resuscitator of the anesthesiology and resuscitation department, Mogilev Regional Clinical Hospital;

V.V. Mogulevich – anesthesiologist-resuscitator of the anesthesiology and resuscitation department, Mogilev Regional Clinical Hospital,

e-mail: mogulevichnika@gmail.com – V.V. Mogulevich

A.V. Marochkov – Doctor of Medical Sciences, professor, anesthesiologist-resuscitator of the anesthesiology and resuscitation department, Mogilev Regional Clinical Hospital; professor of the branch of the Chairs of Anesthesiology & Resuscitation and Hospital Surgery with the course of the Faculty for Advanced Training and Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>;

S.A. Rymkevich – Head of the anesthesiology and resuscitation department, Mogilev Regional Clinical Hospital;

A.A. Babrou – head of the traumatology and orthopedics department, Mogilev Regional Clinical Hospital.