

УДК 616-089.168.1-06-089.5+616.61-089.87

DOI: 10.56871/RBR.2025.67.88.003

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА МЕГЛЮМИНА НАТРИЯ СУКЦИНАТА «РЕАМБЕРИН» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ ОБОЖЖЕННЫХ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ НЕКРЭКТОМИЙ

© Вадим Зурабович Дзеранов¹, Евгений Владимирович Зиновьев^{1, 2},
Владимир Олегович Сидельников Фон Эссен¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе. 192242, г. Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

Контактная информация: Вадим Зурабович Дзеранов — врач анестезиолог-реаниматолог отдела термических поражений.
E-mail: dzeranovvadim99@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3669-3325>

Для цитирования: Дзеранов В.З., Зиновьев Е.В., Сидельников Фон Эссен В.О. Эффективность применения препарата меглюмина натрия сукцината «Реамберин» для оптимизации послеоперационного обезбоживания обожженных после хирургических некрэктоми. Российские биомедицинские исследования. 2025;10(2):24–29. DOI: <https://doi.org/10.56871/RBR.2025.67.88.003>

Поступила: 02.04.2025

Одобрена: 14.05.2025

Принята к печати: 24.06.2025

Резюме. Введение. Сукцинаты (янтарная кислота и ее соли) в организме тесно связаны с «производством» энергии, которая необходима для обеспечения жизнедеятельности, так как они являются продуктами пятой и субстратом шестой реакции в цикле Кребса. Возможным путем улучшения оксигенации тканей без агрессивной инсuffляции кислорода может быть улучшение процесса окислительного фосфорилирования. Этот путь может быть достигнут за счет использования сукцинатов. **Цель исследования** — провести сравнительное изучение влияния меглюмина натрия сукцината «Реамберин» и уровня оксигенации тканей у обожженных на качество послеоперационного обезбоживания. **Материалы и методы.** В данной работе обследовано 106 пациентов после выполненных хирургических некрэктоми в возрасте от 20 до 90 лет, которые были разделены на две группы. Исследование проводилось в отделе термических поражений ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе». Определяли количество анальгетиков, необходимое для эффективного послеоперационного обезбоживания (3 суток) у двух групп пациентов: получавших в составе интенсивной терапии в послеоперационном периоде инсuffляцию кислородно-воздушной смеси (56 человек) и дополнительно получавших инфузию Реамберина на фоне инсuffляции также кислородно-воздушной смеси (50 человек). Количество послеоперационных осложнений рассчитывали по классификации хирургических осложнений Клавье́на–Диндо. Определяли показатели кислородного обмена: насыщение гемоглобина кислородом артериальной и венозной крови, коэффициент утилизации кислорода тканями. **Результаты.** Предложенный нами способ введения препарата меглюмина натрия сукцината «Реамберин» внутривенно капельно обожженным в послеоперационном периоде позволяет снизить частоту хирургических послеоперационных осложнений на 31% по Клавье́ну–Диндо ($p < 0,05$), а также повышает утилизацию кислорода тканями в области послеоперационной раны. Общее количество опиоидных анальгетиков, необходимых для полноценного купирования болевого синдрома, было в 4 раза меньше. **Вывод.** Внутривенное назначение меглюмина натрия сукцината «Реамберин» обожженным в послеоперационном периоде позволило повысить утилизацию кислорода тканями в области послеоперационной раны и снизить частоту хирургических осложнений и количество опиоидных анальгетиков.

Ключевые слова: послеоперационный период, обожженные, обезбоживание, кислородный обмен, FiO_2 , меглюмина натрия сукцинат «Реамберин», хирургическая некрэктомия



DOI: 10.56871/RBR.2025.67.88.003

OPTIMIZING EFFECTS OF MEGLUMINE SODIUM SUCCINATE “REAMBERIN” REGARDING POSTOPERATIVE ANESTHESIA IN BURNED PATIENTS AFTER SURGICAL NECRECTOMY

© Vadim Z. Dzeranov¹, Evgeny V. Zinoviev^{1,2},
Vladimir Olegovich Sidelnikov Von Essen¹

¹ Saint Petersburg I.I. Dzhanelidze research institute of emergency medicine. 3 lit. A Budapestskaya str., Saint Petersburg 192242 Russian Federation

² Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

Contact information: Vadim Z. Dzeranov — anesthesiologist-resuscitator of the thermal injuries department. E-mail: dzeranovvadim99@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3669-3325>

For citation: Dzeranov VZ, Zinoviev EV, Sidelnikov Von Essen VO. Optimizing effects of meglumine sodium succinate “Reamberin” regarding postoperative anesthesia in burned patients after surgical necrectomy. Russian Biomedical Research. 2025;10(2):24–29.
DOI: <https://doi.org/10.56871/RBR.2025.67.88.003>

Received: 02.04.2025

Revised: 14.05.2025

Accepted: 24.06.2025

Abstract. Introduction. Succinates (succinic acid and its salts) in the body are closely related to the “production” of energy, which is necessary for vital activity, since they are products of the fifth and substrate of the sixth reaction in the Krebs cycle. A possible way to improve tissue oxygenation without aggressive oxygen insufflation may be to improve the oxidative phosphorylation process. This pathway can be achieved through the use of succinates. **The purpose of the study.** To conduct a comparative study of the effect of meglumine sodium succinate and the level of tissue oxygenation in burned patients on the quality of postoperative anesthesia. **Materials and methods.** In this study, 106 patients aged 20 to 90 years after surgical necrectomy were examined and divided into two groups. The study was conducted in the Department of Thermal Injuries of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze. The amount of analgesics required for effective postoperative anesthesia (3 days) was determined in two groups of patients: those who received oxygen-air mixture insufflation as part of intensive care in the postoperative period (56 people) and additionally received reamberin infusion against the background of oxygen-air mixture insufflation (50 people). The number of postoperative complications was calculated according to the Clavien–Dindo classification of surgical complications. The parameters of oxygen metabolism were determined: saturation of hemoglobin with oxygen in arterial and venous blood, oxygen utilization coefficient by tissues. **Results.** Our proposed method of administration of the drug meglumine sodium succinate “Reamberin” intravenously drip burned in the postoperative period allowed to reduce the frequency of surgical postoperative complications by 31% according to Clavien–Dindo ($p < 0.05$), and also increases the utilization of oxygen by tissues in the area of the postoperative wound. The total number of opioid analgesics needed for complete relief of pain syndrome was 4 times less. **Conclusion.** Intravenous administration of meglumine sodium succinate “Reamberin” to those burned in the postoperative period made it possible to increase oxygen utilization by tissues in the area of the postoperative wound and reduce the frequency of surgical complications and the number of opioid analgesics.

Keywords: postoperative period, burns, pain relief, oxygen exchange, FiO_2 , meglumine sodium succinate “Reamberin”, surgical necrectomy

ВВЕДЕНИЕ

Одна из важных проблем послеоперационного периода как для пациента, так и для хирурга, патофизиолога, анестезиолога-реаниматолога, альголога — обеспечение адекватного обезбоживания во время хирургических операций и в раннем послеоперационном периоде [8].

Интенсивный послеоперационный болевой синдром (ИПБС) формирует спазм микроциркуляторного русла за счет гиперсекреции катехоламинов, что ухудшает оксигенацию тканей и повышает частоту послеоперационных хирургических осложнений у обожженных [1–3]. Улучшение оксигенации тканей в послеоперационном периоде путем агрессивной инсуффляции кислорода облегчает проведение оптимального послеоперационного обезбоживания у обожженных [3], снижает частоту послеоперационных осложнений. Использование агрессивной кислородотерапии с целью улучшения оксигенации тканей имеет и свои отрицательные свойства, а именно: за счет повреждения сурфактантной системы бронхиол высокими дозами кислорода повышается частота легочных осложнений [12, 15]. Возможным путем улучшения оксигенации тканей без агрессивной инсуффляции кислорода может быть улучшение процесса окислительного фосфорилирования, которое способствует более быстрому компенсаторному переносу электронов в комплексе дыхательной цепи и увеличению функциональной активности органелл в синтезе аденозинтрифосфата (АТФ). Этот путь может быть достигнут за счет использования сукцинатов [4, 5]. Сукцинаты, вероятно, даже и не улучшают транспорт кислорода прямым путем, но в условиях гипоксии сукцинат-оксидазное окисление обеспечивает сохранение *аэробного* производства энергии, нормализует транспорт и трансмембранный перенос кислорода в условиях как его избытка, так и дефицита [4, 5]. Это улучшает процессы регенерации тканей [6] и, возможно, будет способствовать снижению послеоперационного обезбоживания у обожженных. Однако подобных работ по возможному использованию сукцинатов для повышения активности опиатных рецепторов, а, следовательно, для оптимизации послеоперационного обезбоживания у обожженных за счет снижения использования опиатов, мы не встретили. Имеется лишь косвенное указание, что назначение сукцинатов снижает интенсивность жгучей боли у пациентов с диабетической нейропатией [7].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — провести сравнительное изучение влияния препарата меглюмина натрия сукцината и уровня оксигенации тканей у обожженных на качество послеоперационного обезбоживания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 106 пациентов в возрасте от 20 до 90 лет (в среднем $51,4 \pm 2,1$ года). Соотношение женщин и мужчин — 1/1,46. Всем пациентам в условиях проведения тотальной

внутривенной анестезии с интубацией трахеи и проведением искусственной вентиляции легких выполнены оперативные вмешательства (хирургическая некрэктомия на площади от 5 до 10%, средняя 7%). Интенсивность послеоперационного болевого синдрома оценивали по 10-балльной визуально-аналоговой шкале (ВАШ) и по способу с использованием инспираторного спирометра [13]. Рассчитывали количество опиатных анальгетиков в мг в сутки, необходимых для полноценного послеоперационного обезбоживания.

Процентную частоту осложнений оценивали на 3-и сутки послеоперационного периода с использованием классификации хирургических осложнений Клавьяна–Диндо [14, 15].

Пациенты разделены на две группы: 1-я группа пациентов (56 человек) в первые двое суток послеоперационного периода в комплексе терапии получала через биназальные канюли инсуффляцию воздушной смеси, содержащей 30% кислорода; 2-й группе пациентов (50 человек) в первые трое суток послеоперационного периода в комплексе терапии, включая инсуффляцию воздушно-кислородной смеси, содержащую 30% кислорода, внутривенно капельно назначали инфузию 400 мл препарата меглюмина натрия сукцината «Реамберин».

Оценивали оксигенацию тканей с использованием следующих методик [16]: пульсоксиметрия, позволяющая определить степень насыщения артериализированной крови кислородом, отражающая доставку кислорода к тканям ($SpO_2\%$), и церебральная/соматическая оксиметрия, позволяющая оценить степень насыщения кислородом гемоглобина венозной крови ($rSO_2\%$). Разница между $SpO_2\%$ и $rSO_2\%$ отражает коэффициент утилизации кислорода тканями ($KuO_2\%$). Электроды церебрального/соматического оксиметра накладывались на поврежденные участки кожи параллельно линии операционного шва, отступая от него на 3–5 см.

Статистические методы: использовали пакет статистических программ STATISTICA 6.0, непараметрические статистические методы: медиану и 25–75% интерквартильный размах. Изменения показателей внутри групп определяли с помощью критерия Фридмана, Уилкоксона, критерий Знаков. Различия показателей между группами — U-критерий Манна–Уитни. Процентные величины сравнивали между собой по четырехпольной таблице сопряженных частот. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В первой группе пациентов, которые в первые двое суток послеоперационного периода получали инсуффляцию кислородно-воздушной смеси 30%, динамика исследуемых показателей представлена в таблице 1. Назначение меглюмина натрия сукцината «Реамберин» в послеоперационном периоде у обожженных после оперативных вмешательств (хирургических некрэктомий) повышает утилизацию кислорода тканями в области операционной раны.

Результаты, приведенные в таблице 1, позволяют заключить, что насыщение гемоглобина кислородом артериальной



Таблица 1

Пациенты, получавшие инсuffляцию кислородно-воздушной смеси 30%

Table 1

Patients receiving insufflation of oxygen-air mixture 30%

Время фиксации / Time of fixation	Анализируемые параметры (M±m) / Analyzed parameters (M±m)				
	SpO ₂ %	rSO ₂ %	KuO ₂ %	Частота осложнений, % / The frequency of complications, %	Количество доз анальгетиков / Number of doses of analgesics
Сразу после операции / Immediately after the operation	94,5±0,2	78,4±0,2	18,3±0,2	–	–
1-е сутки / 1 day	96,3±0,2*	77,0±0,5*	19,7±0,4*	–	3,6±0,1
2-е сутки / 2 day	97,1±0,3*	74,4±0,6*	22,6±0,7*	–	1,4±0,2
3-и сутки / 3 day	98,2±0,2**	72,3±0,7*	24,7±0,7*	11	0,8±0,1
Итого / Total	–	–	–	11	5,6±0,3

Примечание: * p < 0,05; ** p < 0,001 по отношению к величине, фиксированной сразу после операции.

Note: * p < 0.05; ** p < 0.001 relative to the value fixed immediately after the operation.

Таблица 2

Пациенты, получавшие в послеоперационном периоде инфузию меглюмина натрия сукцината «Реамберин»

Table 2

Patients who received an infusion of meglumine sodium succinate "Reamberin" in the postoperative period

Время фиксации / Time of fixation	Анализируемые параметры (M±m) / Analyzed parameters (M±m)				
	SpO ₂ %	rSO ₂ %	KuO ₂ %	Частота осложнений, % / The frequency of complications, %	Количество доз анальгетиков / Number of doses of analgesics
Сразу после операции / Immediately after the operation	95,2±0,2	78,3±0,2	17,8±0,2	–	–
1-е сутки / 1 day	95,9±0,2	72,2±0,5*	24,7±0,4*	–	3,2±0,2
2-е сутки / 2 day	97,3±0,3*	71,1±0,6**	25,6±0,7**	–	0,8±0,1
3-и сутки / 3 day	98,0±0,2*	69,2±0,7**	27,5±0,7**	7,1	–
Итого / Total	–	–	–	7,1 [^]	1,4±0,1 [^]

Примечание: * p < 0,05; ** p < 0,001 по отношению к величине, фиксированной сразу после операции; [^] p < 0,05 по отношению к пациентам 1-й группы.

Note: * p < 0,05; ** p < 0,001 relative to the value fixed immediately after surgery; [^] p < 0,05 relative to group 1 patients.

крови с момента после операции и до трех суток статистически достоверно возрастает. Одновременно происходит статистически достоверное снижение насыщения гемоглобина венозной крови. В итоге повышается коэффициент утилизации кислорода тканями, хотя на третьи сутки он остается ниже границы физиологических значений (25%).

На третьи сутки индекс степени тяжести осложнений по классификации хирургических осложнений Клавьева–Диндо составлял 11%, по степени градации 9,9% осложнений относилось к I степени и 1,1% — ко II степени.

На протяжении всех трех наблюдаемых суток пациенты 1-й группы требовали назначение опиоидных анальгетиков по убывающей степени.

У пациентов 2-й группы, которые в комплексе интенсивной терапии в послеоперационном периоде дополнительно получали инфузию препарата меглюмина натрия сукцината «Реамберин», исследуемые показатели приведены в таблице 2.

У пациентов 2-й группы регистрируется повышение насыщения гемоглобина кислородом артериализированной крови, также с первых суток достоверно снижается насыщение гемоглобина кислородом венозной крови, что обеспечивает

значительное возрастание коэффициента утилизации кислорода тканями в пределах физиологических величин.

Частота хирургических послеоперационных осложнений у пациентов 2-й группы составляет 7,1%, что на 31% ниже ($p < 0,05$), чем у пациентов 1-й группы. По степени градации регистрируемые осложнения у пациентов 2-й группы относились к I степени.

Из данных таблицы 2 можно отметить, что пациенты 2-й группы нуждались в назначении опиоидов в первые и вторые сутки. Общее количество опиоидных анальгетиков, необходимых для полноценного послеоперационного купирования болевого синдрома, во 2-й группе было в 4 раза меньше по сравнению с пациентами 1-й группы.

Активно идет поиск методов в пользу снижения использования для послеоперационного обезболевания опиоидных анальгетиков [8, 15]. Установлено, что улучшение оксигенации тканей в послеоперационном периоде облегчает проведение оптимального послеоперационного обезболевания обожженных. Наличие гипоксемии и гипоксии снижает чувствительность опиатных рецепторов, что требует повышения использования опиоидов. В качестве рабочей нами была принята гипотеза о необходимости повышения оксигенации тканей в послеоперационном периоде у обожженных для оптимизации послеоперационного обезболевания. Использовали классический метод повышения оксигенации — назначение инсуффляции кислородно-воздушной смеси и второй метод — повышение утилизации кислорода тканями за счет улучшения процесса окислительного фосфорилирования, которое способствует более быстрому компенсаторному переносу электронов в комплексе дыхательной цепи, увеличивает функциональную активность органелл в синтезе АТФ и повышает утилизацию кислорода тканями за счет использования меглюмина натрия сукцината «Реамберин» [4, 5, 10]. Установлено, что под влиянием сукцинатов происходит более выраженное повышение утилизации кислорода тканями, что, в конечном итоге, способствует уменьшению потребности в опиоидных анальгетиках для купирования послеоперационного болевого синдрома в течение трех суток в 4 раза. Это происходит за счет повышения чувствительности мю-опиатных рецепторов под влиянием сукцинатов. Из литературы известно, что сукцинаты повышают чувствительность инсулиновых рецепторов, что облегчает инсулинотерапию у больных с сахарным диабетом [7].

Одновременно установлено, что при использовании меглюмина натрия сукцината «Реамберин» у обожженных в послеоперационном периоде способствует уменьшению на 31% частоты послеоперационных хирургических осложнений, что можно объяснить улучшением оксигенации тканей в области операционной раны. В отдельных исследованиях также отмечается положительное влияние сукцинатов на регенерацию послеоперационных ран [6]. Следовательно, назначение меглюмина натрия сукцината «Реамберин» у обожженных в послеоперационном периоде оправдано как с позиций оптимизации обезболевания, так и с позиции снижения послеоперационных осложнений за счет регенерации тканей.

ВЫВОДЫ

1. Назначение препарата меглюмина натрия сукцината в послеоперационном периоде у обожженных после оперативных вмешательств (хирургических некрэктомий) повышает утилизацию кислорода тканями в области операционной раны.

2. В послеоперационном периоде у обожженных после хирургических некрэктомий в результате назначения препарата меглюмина натрия сукцината в течение трех первых суток отмечается 4-кратное снижение количества опиоидных анальгетиков, необходимых для полноценного послеоперационного обезболевания и на 31% уменьшается частота хирургических осложнений по Клавьеу–Диндо.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зиновьев Е.В., Солошенко В.В., Гогохия Т.З. и др. Возможности объективизации иссечения при ранней тангенциальной некрэктомии у тяжелообожженных. Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. 2022;23(2):801–811.
2. Гогохия Т.З., Зиновьев Е.В., Солошенко В.В. и др. Особенности выполнения тангенциальной некрэктомии под контролем лазер-



- ной доплеровской флоуметрии в ранние сроки до формирования зоны демаркации. Материалы V съезда ассоциации врачей экстренной медицинской помощи Узбекистана. Ташкент: НМИУ; 2021:148–149.
3. Зиновьев Е.В., Солошенко В.В., Гогохия Т.З. и др. Особенности выполнения тангенциальной некрэктомии в ранние сроки до формирования зоны демаркации. *Комбустиология: электрон. науч.-практ. журн.* 2021;65–66.
 4. Орлов Ю.П. Митохондриальная дисфункция при критических состояниях. Решат ли проблему сукцинаты? СПб.; 2019.
 5. Орлов Ю.П. Сукцинаты при критических состояниях и ответы на вопросы: почему? зачем? кому? когда? сколько? СПб.; 2020.
 6. Афончиков В.С., Орлова О.В., Грицай А.Н. Использование раствора реамберина в военных условиях. *Хирургия.* 2023;2:86–90. DOI: 10.17116/hirurgia2023022186.
 7. Кукушкин М.Л., Супонева Н.А., Давыдов О.С. и др. Резолюция экспертного совета. Возможности препарата Цитофлавина у пациентов с диабетической полинейропатией. *Российский журнал боли.* 2023;21(3):1–15.
 8. Narinder R. Current issues in postoperative pain management. *Eur J Anesth.* 2016;33(3):160–171. DOI: 10.1097/EJa.0000000000000366.
 9. Ozan A. Pain and tissue oxygenation. *Crit Care Med.* 2015;43(4):462–463.
 10. Heiseth L., Hisdal J., Hoff I.E. et al. Tissue oxygen saturation and finger perfusion index in central hypovolemia: influence of pain. *Crit Care Med.* 2015;43(4):747–756.
 11. Masaki Nakane. Biological effects of the oxygen molecule in critically ill patients. *J Intensive Care.* 2020;95:49–69.
 12. Abdelmalak B.D., Cata J.P., Boniela A. et al. Intraoperative tissue oxigenation and postoperative outcomes after major non-cardiac surgery: an observation study. *Clin Practic.* 2013;110(2):241–249.
 13. Dindo D., Demartines N., Clavien P.A. Classification of surgical complication. *Ann Surg.* 2004;240(2):205–213. DOI: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae.
 14. Kaczmarek P., Karuga F.F., Szmyd B. et al. The role of inflammation, hypoxia, and opioid receptor expression in pain modulation in patients suffering from obstructive sleep apnea. *Int J Mol Sci.* 2022;23(16):90–98. DOI: 10.3390/ijms23169080.
 15. Vincent J.L., Voore F.A., Bellomo R., Marini J.J. *Textbook of Critical Care.* 8th edition. Elsevier. 2023.
 - severely burned patients. *Medline.ru. Russian Biomedical Journal.* 2022;23(2):801–811. (In Russian).
 2. Gogokhiya T.Z., Zinoviev E.V., Soloshchenko V.V. et al. Features of performing tangential necrectomy under the control of laser Doppler flowmetry in the early stages before the formation of the demarcation zone. *Materials V Congress of the Association of Emergency Medical Doctors of Uzbekistan.* Tashkent: NMIU; 2021:148–149. (In Russian).
 3. Zinoviev E.V., Soloshenko V.V., Gogokhiya T.Z., et al. Features of performing tangential necrectomy in the early stages before the formation of the demarcation zone. *Kombustiologiya: electron. scientific and practical journal.* 2021:65–66. (In Russian).
 4. Orlov Yu.P. Mitochondrial dysfunction in critical conditions. Will succinates solve the problem? Saint Petersburg; 2019. (In Russian).
 5. Orlov Yu.P. Succinates in critical conditions and answers to the questions: why? what for? to whom? when? how much? Saint Petersburg; 2020. (In Russian).
 6. Afonchikov V.S., Orlova O.V., Gritsai A.N. The use of reamberin solution in military conditions. *Surgery.* 2023;2:86–90. (In Russian). DOI: 10.17116/hirurgia2023022186.
 7. Kukushkin M.L., Suponeva N.A., Davydov O.S. and others. Resolution of the Expert Council “Possibilities of Cytoflavin preparation in patients with diabetic polyneuropathy”. *The Russian Journal of Pain.* 2023;21(3):1–15. (In Russian).
 8. Narinder R. Current issues in postoperative pain management. *Eur J Anesth.* 2016;33(3):160–171. DOI: 10.1097/EJa.0000000000000366.
 9. Ozan A. Pain and tissue oxygenation. *Crit Care Med.* 2015;43(4):462–463.
 10. Heiseth L., Hisdal J., Hoff I.E. et al. Tissue oxygen saturation and finger perfusion index in central hypovolemia: influence of pain. *Crit Care Med.* 2015;43(4):747–756.
 11. Masaki Nakane. Biological effects of the oxygen molecule in critically ill patients. *J Intensive Care.* 2020;95:49–69.
 12. Abdelmalak B.D., Cata J.P., Boniela A. et al. Intraoperative tissue oxigenation and postoperative outcomes after major non-cardiac surgery: an observation study. *Clin Practic.* 2013;110(2):241–249.
 13. Dindo D., Demartines N., Clavien P.A. Classification of surgical complication. *Ann Surg.* 2004;240(2):205–213. DOI: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae.
 14. Kaczmarek P., Karuga F.F., Szmyd B. et al. The role of inflammation, hypoxia, and opioid receptor expression in pain modulation in patients suffering from obstructive sleep apnea. *Int J Mol Sci.* 2022;23(16):90–98. DOI: 10.3390/ijms23169080.
 15. Vincent J.L., Voore F.A., Bellomo R., Marini J.J. *Textbook of critical care.* 8th edition. Elsevier. 2023.

REFERENCES

1. Zinoviev E.V., Soloshenko V.V., Gogokhiya T.Z. et al. Possibilities of objectification of excision during early tangential necrectomy in