

УДК 616.120-054.618.6

DOI: 10.24884/1682-6655-2022-21-1-53-58

# А. С. МОШКИН, М. А. ХАЛИЛОВ, А. Б. БОЧКАРЕВ

## Особенности микроциркуляции экспериментальных ран в условиях локальной иммунотерапии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева» Министерства образования и науки Российской Федерации, г. Орел, Россия

302026, Россия, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95

E-mail: moskinson@mail.ru

Статья поступила в редакцию 16.11.21 г.; принята к печати 14.01.22 г.

### Резюме

**Введение.** Изменение локальной микроциркуляции актуально при лечении инфекционных хирургических заболеваний.

**Цель** – в экспериментальных условиях на животных оценить особенности микроциркуляции при сравнении местного лечения водными дисперсиями оксидных наноструктур металлов, миелопида и хлоргексидина биглюконата. **Материалы и методы.** Экспериментальное моделирование выполнялось на белых крысах «Вистар» обоих полов. Были сформированы шесть групп: 1 – выведенные из эксперимента на 1-й день; 2 – контрольная группа без лечения; 3 – лечение водной дисперсией оксидных наноструктур металлов (1-я группа); 4 – лечение раствором с 300 мкг миелопида на 1 мл (2-я группа); 5 – лечение раствором с 600 мкг миелопида на 1 мл (3-я группа); 6 – лечение раствором с водным раствором хлоргексидина биглюконата 0,05 % (4-я группа). Изучение проводили на 1-й и 7-й день лечения, определяя количество капилляров на 0,1 мм<sup>2</sup> биоптатов. Данные обрабатывали с определением средних значений ( $M \pm m$ ), 1-го и 3-го квартиля [Q1-Q3], стандартного отклонения ( $\sigma$ ), коэффициента корреляции (CV, %), коэффициента Стьюдента. **Результаты.** В 1-е сутки у животных определялось в среднем  $2,5 \pm 0,9$  капилляра на 0,1 мм<sup>2</sup> площади ран. На 7-й день наиболее низкая васкуляризация в группе контроля –  $2,7 \pm 0,9$  на 0,1 мм<sup>2</sup>. Наибольшее количество сосудов определялось в 1-й группе наблюдения при использовании водных дисперсий оксидных наноструктур металлов. Коэффициенты корреляции составляли 40–56 %. На 7-й день значения неоваскуляризации при локальной иммунотерапии с использованием водного раствора миелопида были схожи. **Заключение.** Наименьшая васкуляризация отмечена в группе контроля ( $2,7 \pm 0,9$ ). Наибольшие изменения отмечались на фоне применения водных дисперсий оксидных наноструктур металлов ( $3,8 \pm 1,4$ ). Различия в динамике заживления были связаны с неоваскуляризацией и многофакторной природой локальной иммунотерапии.

**Ключевые слова:** гнойные раны, водные дисперсии оксидных наноструктур металлов, хлоргексидина биглюконат, миелопид

**Для цитирования:** Мошкин А. С., Халилов М. А., Бочкарев А. Б. Особенности микроциркуляции экспериментальных ран в условиях локальной иммунотерапии. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2022;21(1):53–58. Doi: 10.24884/1682-6655-2022-21-1-53-58.

UDC 616.120-054.618.6

DOI: 10.24884/1682-6655-2022-21-1-53-58

# A. S. MOSHKIN, M. A. KHALILOV, A. B. BOCHKAREV

## Distinction of experimental wounds microcirculation under local immunotherapy

Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia

95, Komsomolskaya str., Orel, Russia, 302026

E-mail: moskinson@mail.ru

Received 16.11.21; accepted 14.01.22

### Summary

**Introduction.** Changes in local microcirculation are essential in the treatment of infectious surgical diseases. **Aim** of the study to evaluate the features of microcirculation while comparing local treatment with aqueous dispersions of oxide nanostructures of metals, myelopide and chlorhexidine bigluconate in experimental conditions on animals. **Materials and methods.** Experimental modeling was performed on white Wistar rats of both sexes. 6 groups were formed: 1 – withdrawn from the experiment on the 1st day; 2 – control group without treatment; 3 – treatment with an aqueous dispersion of metal oxide nanostructures (group 1); 4 – treatment with a solution of 300 µg of myelopide per 1 ml (group 2); 5 – treatment with a solution of 600 µg of myelopide per 1 ml (group 3); 6. treatment with an aqueous solution of chlorhexidine bigluconate 0.05 % (group 4). The study was carried out on the 1<sup>st</sup> and 7<sup>th</sup> days of treatment, determining the number of capillaries per 0.1 mm<sup>2</sup> of biopsy specimens. The data were processed with the determination of the mean values ( $M \pm m$ ), 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> quartiles [Q1-Q3], standard deviation ( $\sigma$ ), correlation coefficient (CV, %), coefficient of Student's. **Results.** On the first day, the animals had an average of  $2.5 \pm 0.9$  capillaries per 0.1 mm<sup>2</sup> of wound area. On the 7<sup>th</sup> day, the lowest vascularization was in the control group  $2.7 \pm 0.9$  per 0.1 mm<sup>2</sup>. The largest number of vessels was determined in the 1st observation group using aqueous dispersions of metal oxide nanostructures. The correlation coefficients were 40–56 %. On the 7<sup>th</sup> day, the values of neoangiogenesis during local immunocorrection using an aqueous solution of myelopide were similar. **Conclusions.** The least vascularization was noted in the control group ( $2.7 \pm 0.9$ ). The greatest changes were associated with the use of aqueous dispersions of metal oxide nanostructures ( $3.8 \pm 1.4$ ). The differences in the healing dynamic were associated with neoangiogenesis and the multifactorial nature of local immunocorrection.

**Keywords:** festering wounds, water dispersions of oxide nanostructures of metals, chlorhexidine bigluconate, myelopide

**For citation:** Moshkin A. S., Khalilov M. A., Bochkarev A. B. Distinction of experimental wounds microcirculation under local immunotherapy. Regional hemodynamics and microcirculation. 2022;21(1):53–58. Doi: 10.24884/1682-6655-2022-21-1-53-58.

## Введение

Течение хирургических заболеваний тесно связано с вопросами изменения локальной микроциркуляции [1, 2]. Особенно важное значение микроциркуляторного русла принимает во время развития сопутствующих инфекционных осложнений [3–5]. В настоящее время опубликовано значительное число научных работ, посвященных факторам локального иммунного ответа [1] и роли антисептических средств при лечении гнойных ран [6, 7]. Моделирование гнойных ран является одним из наиболее важных этапов медицинских исследований, позволяет глубже взглянуть на механизмы альтерации и регенерации, объективно обосновать новые методы лечения или искать новые источники научного вдохновения в хорошо зарекомендовавших клинических наработках с учетом достижений современной науки [1, 3, 8]. Большинство экспериментальных методов лечения гнойных ран в эксперименте моделируют фазу альтерации [1, 3]. Современные тенденции течения хирургических заболеваний требуют более глубокого изучения способов оптимизации лечения вялотекущих и слабогранулирующих ран на фоне различных сопутствующих патологий [4, 5, 7]. Эффективность миелопида была подтверждена во время изучения роли локальной иммунокоррекции при комплексном лечении гнойных ран [2]. Изучение динамики заживления с использованием методов изучения биопсийного раневого материала позволяет получать ценные данные и успешно прогнозировать клинические результаты. Морфологическая оценка микроциркуляторного русла позволяет дополнительно объективно оценить потенциал репаративных процессов [3, 4, 9, 10], происходящих во время лечения экспериментальных ран животных [2, 3, 6]. В связи с тем, что развитие капилляров грануляционной ткани обеспечивает не только трофические потребности, но и служит путем доставки иммунокомпетентных клеток и биологически активных веществ.

**Цель** исследования – в экспериментальных условиях на животных (крысах линии «Вистар») провести изучение моделей гнойных ран в контексте оценки особенностей микроциркуляции при сравнении эффективности проводимого местного лечения водными дисперсиями оксидных наноструктур металлов, миелопида и хлоргексидина биглюконата, метода световой микроскопии на 7-й день от начала лечения.

## Материалы и методы исследования

Экспериментальное моделирование выполнялось на белых крысах «Вистар» обоих полов. Животные содержались в индивидуальных клетках, были обеспечены едиными условиями содержания и питания. На этапах планирования и проведения экспериментального исследования были соблюдены принципы Европейской конвенции (Страсбург, 1986 г.) и Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации о гуманном отношении с животными.

Для проведения экспериментальных исследований было получено разрешение Этического комитета медицинского института ГОУ ВПО «Орловский

государственный университет», протокол № 9 от 14.12.2005 г.

В наблюдении были выделены шесть групп, включавших в себя по 8 животных в каждой (всего 48):

1) животные, выведенные из эксперимента на 1-й день для первоначальной оценки структуры гнойной раны;

2) контрольная группа животных, не получавших лечения (проводили только смену повязок);

3) животные, подверженные местному лечению водной дисперсией оксидных наноструктур металлов (1-я группа);

4) животные, у которых проводили местное лечение раствором с 300 мкг миелопида на 1 мл (2-я группа);

5) животные, у которых проводили местное лечение раствором с 600 мкг миелопида на 1 мл (3-я группа);

6) животные, у которых проводили местное лечение раствором с водным раствором хлоргексидина биглюконата 0,05 % (4-я группа).

Гнойные раны создавали в экспериментальных условиях с соблюдением правил асептики. У животных под общим наркозом проводилась разметка области оперативного вмешательства с использованием трафарета. Выполняли иссечение тканей в межлопаточной области у животных, дно и края раны дополнительно травмировали раздавливанием тканей зажимом Кохера. В рану наглухо зашивали марлевый тампон с культурой золотистого стафилококка (2 млрд на 1 мл).

На 5-е сутки после формирования абсцесса с развитием выраженной пиогенной капсулы проводили удаление марлевого тампона и гнойного отделяемого, сближение краев раны предотвращали специальным механизмом с удерживающей рамкой и крышкой. В последующем ежедневно выполняли промывание ран физиологическим раствором, меняли марлевые салфетки с внесением лекарственных средств согласно делению на группы. Водную дисперсию оксидных наноструктур металлов получали методом электроимпульсной обработки воды по методике Института электрофизики и электроэнергетики РАН. Во время наработки раствора использовали медь-серебряные электроды, суммарная энергия активации составляла 10 Дж/мл, содержание продуктов эрозии электродов составило 4,5 мг/мл.

На 7-й день животные были выведены из эксперимента. Выполнен забор тканей из дна и краев ран с фиксацией в растворе 10 %-го нейтрального формалина и последующим изготовлением микропрепаратов, окрашенных гематоксилин-эозином. Изучение материала выполняли с использованием метода световой микроскопии, определяли количество капилляров на 0,1 мм<sup>2</sup> биоптатов. Было изучено не менее чем 20 предварительно размеченных областей для каждой из серии наблюдения.

Оценка эффективности различных методов локальной терапии экспериментальных гнойных ран была основана на комплексной оценке макро- и микроскопической картины репарации, обусловленной комплексом факторов, неразрывно связанных с механизмами местного иммунитета.

Таблица 1

## Количество определяемых капилляров в биоптатах ран животных на 1-й день наблюдения

Table 1

The number of detectable capillaries in animal wound biopsy specimens on the 1<sup>st</sup> day of observation

| Статистический показатель | Количество определяемых капилляров на 1-й день наблюдения |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------|
| M±m                       | 2,5±0,9                                                   |
| Q1-Q3                     | 2–3                                                       |
| σ                         | 1,1                                                       |
| CV, %                     | 46,8                                                      |

Таблица 2

## Среднее количество капилляров в группах на 7-й день

Table 2

Mean number of capillaries in the groups on the 7<sup>th</sup> day

| Показатель | Контроль | 1-я группа | 2-я группа | 3-я группа | 4-я группа |
|------------|----------|------------|------------|------------|------------|
| Среднее    | 2,7±0,9  | 3,8±1,4    | 3,3±1,0    | 3,0±1,4    | 3,4±1,3    |
| Q1-Q3      | 2,0–3,0  | 3,0–5,0    | 2,0–4,0    | 1,8–4,0    | 2,0–4,3    |
| σ          | 1,2      | 1,7        | 1,3        | 1,7        | 1,5        |
| CV, %      | 44,6     | 45,7       | 39,8       | 56,6       | 45,2       |

Полученные данные обрабатывали методами математической статистики в «Microsoft Excel 2007» и «IBM SPSS Statistics 20» с определением средних значений ( $M \pm m$ ), 1 и 3 квартиля [Q1-Q3], стандартного отклонения ( $\sigma$ ), коэффициента корреляции (CV, %). Существенность распределения результатов оценивали по коэффициенту Стьюдента.

## Результаты исследования и их обсуждение

На 1-й день наблюдения в биоптатах ран животных определялось в среднем  $2,5 \pm 0,9$  капилляра на  $0,1 \text{ мм}^2$  площади (табл. 1).

Анализ микроскопических препаратов на 7-й день наблюдения приведен в табл. 2.

Наиболее низкое среднее число капилляров было отмечено в группе контроля (животные без лечения) –  $2,7 \pm 0,9$  на  $0,1 \text{ мм}^2$ , в связи с длительностью течения альтеративных процессов, подавляющих неоангиогенез, развитие грануляционной ткани и формирование наиболее эффективного иммунного ответа в наблюдении. Самое большое количество сосудов микроциркуляторного русла определялось в 1-й группе наблюдения при использовании водных дисперсий оксидных наноструктур металлов в связи с умеренной их антисептической активностью, развитием благоприятных условий для грануляции ран. Коэффициенты корреляции результатов наблюдений были близки к диапазону 40–56 %. Наиболее низкая дисперсия значений была во 2-й группе (местное лечение с использованием миелопида в дозе 300 мкг миелопида на 1 мл). В свою очередь, самый высокий коэффициент корреляции был отмечен в 3-й группе при использовании 600 мкг миелопида на 1 мл для местного лечения экспериментальных ран животных. В остальных группах, в том числе и контрольной, на 7-й день наблюдения коэффициент корреляции

был близок к 45 %. Локальная иммунокоррекция с использованием малых доз миелопида позволила достигнуть результатов развития микроциркуляторного русла в грануляционной ткани, близкого к таковому с применением водного раствора хлоргексидина биглюконата. Более высокая концентрация миелопида позволила достигать благоприятного эффекта в сочетании с умеренной активизацией локальной микроциркуляции, снижением вероятности чрезмерного развития грануляций за счет более эффективного локального иммунного ответа.

Для определения достоверности изучаемых данных нами проводился анализ совокупности результатов в каждой серии наблюдений по методике Стьюдента для одновыборочных критериев (табл. 3).

В результате нами была отмечена достаточная достоверность собранных данных с коэффициентом значимости  $P < 0,05$  для каждой из серий.

В дальнейшем было проведено сравнение результатов парных выборок с исходными данными 1-го дня наблюдения, приведенных в табл. 4, и сопоставление результатов с контрольной группой на 7-й день лечения (табл. 5).

Представленные результаты указывают на низкие различия данных группы контроля между 1-м и 7-м днем наблюдения, что находило подтверждение и в клинической картине течения гнойно-воспалительного процесса. Значимость в различиях результатов подсчета сосудов микроциркуляторного русла относительно исходного состояния ран у животных была низкой при местном лечении растворами миелопида. Наиболее низкая достоверность различий оказалась с 3-й группой, в которой использовался раствор с 600 мкг миелопида на 1 мл.

Сравнение результатов на 7-й день экспериментального лечения животных с контрольной группой

Таблица 3

## Определение достоверности выборок в наблюдении по одновыборочному t-критерию Стьюдента

Table 3

## Determination of the reliability of samples in the observation according to the one-sample Student's t-test

| Сравниваемые группы | t    | ст. св. | Значимость (2-сторонняя) | Разность средних | 95 %-й доверительный интервал разности средних |                 |
|---------------------|------|---------|--------------------------|------------------|------------------------------------------------|-----------------|
|                     |      |         |                          |                  | нижняя граница                                 | верхняя граница |
| 1-й день            | 9,6  | 19      | 0,000                    | 2,4              | 1,9                                            | 2,9             |
| 7-й день, контроль  | 10,0 | 19      | 0,000                    | 2,6              | 2,1                                            | 3,2             |
| 1-я группа          | 9,8  | 19      | 0,000                    | 3,7              | 2,9                                            | 4,5             |
| 2-я группа          | 11,2 | 19      | 0,000                    | 3,2              | 2,6                                            | 3,8             |
| 3-я группа          | 7,9  | 19      | 0,000                    | 2,9              | 2,2                                            | 3,7             |
| 4-я группа          | 9,9  | 19      | 0,000                    | 3,4              | 2,7                                            | 4,1             |

Таблица 4

## Анализ достоверности парных выборок по Стьюденту при сравнении с данными 1-го дня наблюдения

Table 4

Analysis of the reliability of paired samples according to Student's when compared with the data of the 1<sup>st</sup> day of observation

| Сравниваемые группы | Парные разности |                    |                         |                                                 |                    | t    | ст. св. | Значимость<br>(2-сторон-<br>няя) |
|---------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|------|---------|----------------------------------|
|                     | среднее         | стд.<br>отклонение | стд. ошибка<br>среднего | 95 % доверительный<br>интервал разности средних |                    |      |         |                                  |
|                     |                 |                    |                         | нижняя<br>граница                               | верхняя<br>граница |      |         |                                  |
| 7-й день, контроль  | -0,2            | 1,6                | 0,3                     | -0,9                                            | 0,5                | -0,5 | 19      | 0,592                            |
| 1-я группа          | -1,3            | 2,0                | 0,4                     | -2,2                                            | -0,3               | -2,8 | 19      | 0,010                            |
| 2-я группа          | -0,8            | 1,8                | 0,4                     | -1,6                                            | 0,1                | -1,9 | 19      | 0,065                            |
| 3-я группа          | -0,5            | 2,3                | 0,5                     | -1,5                                            | 0,6                | -0,9 | 19      | 0,344                            |
| 4-я группа          | -0,9            | 2,1                | 0,4                     | -1,9                                            | 0,1                | -2,1 | 19      | 0,054                            |

Таблица 5

## Анализ достоверности парных выборок с контрольной группой на 7-й день с контрольной группой наблюдения по Стьюденту

Table 5

Significance analysis of paired samples with the control group on the 7<sup>th</sup> day with the control group of observation by Student's

| Сравниваемые группы | Парные разности |                 |                         |                                                   |                      | t    | ст. св. | Значимость<br>(2-сторон-<br>ная) |
|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|------|---------|----------------------------------|
|                     | среднее         | стд. отклонение | стд. ошибка<br>среднего | 95 %-й доверительный<br>интервал разности средних |                      |      |         |                                  |
|                     |                 |                 |                         | нижняя гра-<br>ница                               | верхняя гра-<br>ница |      |         |                                  |
| 1-я группа          | -1,1            | 1,9             | 0,4                     | -1,9                                              | -0,2                 | -2,6 | 19      | 0,016                            |
| 2-я группа          | -0,6            | 1,6             | 0,3                     | -1,3                                              | 0,1                  | -1,6 | 19      | 0,117                            |
| 3-я группа          | -0,3            | 2,0             | 0,4                     | -1,2                                              | 0,6                  | -0,7 | 19      | 0,516                            |
| 4-я группа          | -0,7            | 1,8             | 0,4                     | -1,6                                              | 0,1                  | -1,8 | 19      | 0,087                            |

(без лечения) продемонстрировало схожие результаты. Использование хлоргексидинабиглюконата при местном лечении ран у животных продемонстрировало низкий коэффициент достоверности различий ( $P=0,087$ ), но в группах с использованием миелопида этот показатель был значительно ниже.

Высокие величины R-коэффициента для групп животных пролеченных с использованием местной терапии миелопидом побудили нас провести дополнительное сравнение результатов (табл. 6).

Представленные данные демонстрируют близкие значения неоангиогенеза в биоптатах ран при

Таблица 6

Анализ достоверности пары групп по Стьюденту наблюдений на 7-й день наблюдения при использовании различных доз миелопида

Table 6

Analysis of the reliability of a pair of groups according to Student observations on the 7th day of observation using different doses of myelopide

| Сравниваемые группы       | Парные разности |                 |                         |                                                   |                      | t   | ст. св. | Значимость<br>(2-сторон-<br>ная) |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|-----|---------|----------------------------------|
|                           | среднее         | стд. отклонение | Стд. ошибка<br>среднего | 95 %-й доверительный<br>интервал разности средних |                      |     |         |                                  |
|                           |                 |                 |                         | нижняя гра-<br>ница                               | верхняя гра-<br>ница |     |         |                                  |
| 2-я группа/<br>3-я группа | 0,3             | 2,1             | 0,5                     | −0,7                                              | 1,3                  | 0,6 | 19      | 0,532                            |

использовании локальной иммунокоррекции с использованием водного раствора миелопида. Прослеживаемые закономерности формирования микроциркуляторного русла в экспериментальных ранах у животных позволяют оценивать влияние непосредственной элиминации патогенного фактора за счет бактерицидного действия веществ (водные дисперсии оксидных наноструктур металлов и хлоргексидина биглюконат), с благоприятной ролью локальной иммунокоррекции (миелопид). В контрольной группе за счет затяжного периода альтерации развитие микроциркуляторного русла тормозится, местный иммунитет длительное время оказывается ослаблен. Использование антисептиков способствует более быстрому очищению ран, но недостаточность иммунного ответа приводит к избытку биологически активных веществ и стимулирует избыточное формирование капилляров, создавая предпосылки для чрезмерного роста грануляционной ткани. Местная иммунокоррекция достаточными дозами миелопида позволяет достигать оптимального баланса в формировании микроскопической картины репарации в ранах. Следует отметить, что в данном наблюдении результаты динамики развития микроциркуляции в ранах несколько отличаются от динамики клинической картины течения ран в экспериментальных условиях, что в очередной раз подтверждает роль развития микроциркуляторного русла как одного из множества факторов, необходимых для успешного процесса заживления инфицированных дефектов тканей. Проведенное наблюдение позволяет нам более подробно иллюстрировать комплекс процессов репарации ран у животных в экспериментальных условиях с использованием различных методов локальной терапии.

### Заключение

Представленные результаты демонстрируют динамику формирования микроциркуляторного русла в экспериментальных гнойных ранах с использованием различных методов локальной терапии. Наименьшее количество капилляров было отмечено в группе контроля ( $2,7 \pm 0,9$ ) в связи с длительной фазой альтерации, угнетением локального иммунного ответа патогеном. Наиболее значимое развитие сосудов микроциркуляторного русла отмечалось на фоне применения водных дисперсий оксидных

наноструктур металлов ( $3,8 \pm 1,4$ ). Использование водного раствора хлоргексидина биглюконата демонстрировало выраженную положительную динамику относительно исходного состояния ран животных, но было менее специфично в сравнении с данными контрольной группы на 7-й день лечения. Местное применение веществ, обладающих антисептической активностью, позволило эффективно очистить раны, но служило основой для избыточности неонангиогенеза и грануляции ран. Использование методов локальной иммунотерапии миелопидом в дозах 300 и 600 мкг на 1 мл в значительной мере не оказало выраженного влияния на процессы неонангиогенеза и не сопровождалось значимо выраженной зависимостью от дозы лекарственного препарата. Локальная иммунокоррекция обеспечивала эффективное очищение ран и умеренный процесс неонангиогенеза, способствуя более гармоничному течению процессов репарации, являясь одним из факторов профилактики чрезмерной грануляции. Проведенное наблюдение демонстрирует различия в динамике неонангиогенеза, подтверждает многофакторную природу развития и течения раневых процессов.

### Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

### Литература / References

1. Халилов М. А., Снимчикова И. А. Опыт использования локальной иммунокоррекции в лечении гнойных ран // Мед. иммунология. – 2010. – Т. 12, № 3. – С. 227–234. [Khalilov MA, Snimchikova IA. Experience in local immunocorrection in treatment of chronic wounds // Medical immunology. 2010;12(3):227–234. (In Russ.).]
2. Дуванский В. А., Овсянников В. С., Бирюков А. Ю. Оценка микроциркуляции гнойных ран // Лазер. мед. – 2016. – Т. 20, № 3. – С. 102. [Duvansky VA, Ovsyannikov VS, Biryukov AYU. Evaluation of microcirculation of purulent wounds // Laser medicine. 2016; 20(3):102. (In Russ.).]
3. Федянин С. Д. Метод стимуляции раневого заживления у пациентов с хирургической инфекцией // Хирургия. Восточная Европа. – 2020. – Т. 9, № 4. – С. 351–356. [Fedyanin SD. Method of stimulation of wound healing in patients with surgical infection // Surgery. Eastern Europe. 2020;9(4):351–356. (In Russ.).]
4. Липатов К. В., Черкасов Ю. Е., Хрупкин В. И. и др. Дифференцированная тактика при комплексном хи-

рургическом лечении карбункулов // Военно-мед. журн. – 2020. – Т. 341, № 6. – С. 28–32. [Lipatov KV, Cherkasov YuE, Khrupkin VI, Lysenko MV, Dekheisi EI. Differentiated tactics in the complex surgical treatment of carbuncles // *Military Medical Journal*. 2020;341(6):28–32. (In Russ.)].

5. Цеймах Е. А., Зинченко В. Ю. Значение ликвидации микроциркуляторных нарушений в комплексном лечении распространённых флегмон мягких тканей // *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. – 2021. – Т. 6, № 5. – С. 212–221. [Zeimakh EA, Zinchenko VYu. The importance of eliminating microcirculatory disorders in the complex treatment of common soft tissue phlegmon // *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2021;6(5):212–221. (In Russ.)]. Doi 10.29413/ABS.2021-6.5.20.

6. Григорян А. Ю., Белозерова А. В. Использование некоторых антисептиков в лечении экспериментальных гнойных ран // *Молодежный инновационный вестн.* – 2017. – Т. 6, №1. – С. 23–25. [Grigoryan AYü, Belozerova AV. The use of some antiseptics in the treatment of experimental purulent wounds // *Youth innovation Bulletin*. 2017;6(1):23–25. (In Russ.)].

7. Новые подходы к лечению гнойных ран / В. А. Андреев, В. Б. Сбойчаков, Д. П. Нарольская, Д. К. Суменова // *V Лужские науч. чт. Современное научное знание: теория и практика: Материалы Международ. науч. конф.* – 2017. – С. 170–173. [Andreev VA, Sboychakov VB, Narolskaya DP, Semenova DK. New approaches to the treatment of purulent wounds // *V Luga scientific readings. Modern scientific knowledge: theory and practice materials of the international scientific conference*. 2017;170–173. (In Russ.)].

8. Глухов А. А., Алексеева Н. Т., Остроушко А. П. Морфофункциональные изменения в тканях при заживлении ран на фоне применения тромбоцитарного концентрата // *Новости хир.* – 2013. – Т. 21, № 1. – С. 12–22. [Glukhov AA, Alekseeva NT, Ostroushko AP. Morphofunctional changes in tissues during wound healing against the background of the use of platelet concentrate // *News of surgery*. 2013;21(1):12–22. (In Russ.)].

9. Григорьев А. Г., Григорьева А. А., Орлинская Н. Ю. и др. Морфологические особенности заживления гнойных ран при использовании криокислородного метода // *Мор-*

*фологические ведомости.* – 2015. № 1. – С. 37–42. [Grigoriev AG, Grigorieva AA, Orlinskaya NYu, Shevantaeva ON, Shchelchkova NA, Mironov AA. Morphological features of healing of purulent wounds when using cryoxygen method // *Morphological Vedomosti*. 2015; (1):37–42. (In Russ.)].

10. Фомин А. А., Майнугин С. В., Красавин В. А. и др. Лазерная доплеровская визуализация в практике отделения гнойной хирургии // *Тромбоз, гемостаз и реология.* – 2012. – Т. 52, № 4. – С. 50–56. [Fomin AA, Mainugin SV, Krasavin VA, Kazmiruk NA, Khudoyarov TA, Kamensky SYu. Laser Doppler imaging in the practice of purulent surgery department // *Thrombosis, hemostasis and rheology*. 2012; 4(52):50–56. (In Russ.)].

### Информация об авторах

**Мошкин Андрей Сергеевич** – канд. мед. наук, доцент кафедры Анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», г. Орёл, Россия, e-mail: moskinson@mail.ru.

**Халилов Максуд Абдуразакович** – д-р мед. наук, доцент, профессор, зав. кафедрой Анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», г. Орёл, Россия, e-mail: halilov.66@mail.ru.

**Бочкарев Алексей Борисович** – канд. мед. наук, доцент кафедры Анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», г. Орёл, Россия, e-mail: bochkarev71@mail.ru.

### Authors information

**Moshkin Andrey S.** – PhD., Associate Professor of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia, e-mail: moskinson@mail.ru.

**Khalilov Maksud A.** – MD, PhD., Professor, Head of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Oryol State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia, e-mail: halilov.66@mail.ru.

**Bochkarev Alexey B.** – PhD., Associate Professor of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine, Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia, e-mail: bochkarev71@mail.ru.