



## Особенности раннего хирургического лечения пациентов с глубокими ожогами с применением биологических раневых покрытий

©С.Б. Богданов<sup>1,2\*</sup>, А.В. Каракулев<sup>1</sup>, И.М. Афанасов<sup>3</sup>, М.Л. Муханов<sup>1,2</sup>, С.Л. Зайцева<sup>1,2</sup>, В.С. Дутов<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

<sup>2</sup> Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>4</sup> Городская клиническая больница № 1 г. Краснодара, Краснодар, Россия

\* С.Б. Богданов, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1-го Мая, 167, bogdanovsb@mail.ru

Поступила в редакцию 26 декабря 2023 г. Исправлена 20 февраля 2024 г. Принята к печати 15 марта 2024 г.

### Резюме

**Актуальность:** «Золотым стандартом» в лечении ожоговых травм является ранняя некрэктомия с одномоментной или отсроченной кожной пластикой. Несмотря на значительные успехи в хирургическом лечении пострадавших с ожогами, среди ожоговых хирургов не утихают дискуссии об оптимальном времени некрэктомии, методах и сроках выполнения кожных пластик. Ограничивающими факторами прогресса в оперативной тактике раннего лечения пострадавших с ожоговыми травмами являются достоверность и практичность методик определения жизнеспособности тканей пораженных кожных покровов. **Цель:** Совершенствование способов раннего хирургического лечения пациентов с глубокими ожогами с применением биологических раневых покрытий.

**Материалы и методы:** Проведенное исследование было построено на анализе результатов лечения 34 пациентов в возрасте от 18 до 60 лет. У всех пациентов диагностировали ожоговые раны III степени разной локализации площадью от 5 до 20% (согласно МКБ-10). Из них 18 (53%) пациентов 1-й группы подверглись пересадке кожных трансплантатов сразу после хирургического удаления некрозов и на раны накладывались биологические раневые покрытия хитопран. У 16 (47%) пациентов 2-й группы также проводилось раннее хирургическое лечение с аутодермопластикой, но при этом трансплантаты укрывались синтетическими раневыми покрытиями воскопран.

**Результаты:** Было выявлено, что в 1-й группе сроки приживления аутоотрансплантатов после выполнения кожной пластики с последующим закрытием биологическими раневыми покрытиями хитопран составили в среднем 5,0 (5,0–6,0) дней. Во 2-й группе сроки приживления аутоотрансплантатов после выполнения кожной пластики с последующим закрытием синтетическими раневыми покрытиями воскопран составили в среднем 6,0 (6,0–6,3) дней. Полученные статистические данные демонстрируют преимущество биологических раневых покрытий над синтетическими раневыми покрытиями в сроках приживления аутоотрансплантатов.

**Выводы:** Данное исследование позволяет сделать вывод о преимуществах применения биологических раневых покрытий при хирургическом лечении пациентов с пограничными и глубокими ожоговыми ранами по отношению к использованию синтетических раневых покрытий.

**Ключевые слова:** кожная пластика, аутоотрансплантат, биологические раневые покрытия

**Цитировать:** Богданов С.Б., Каракулев А.В., Афанасов И.М., Муханов М.Л., Зайцева С.Л., Дутов В.С. Особенности раннего хирургического лечения пациентов с глубокими ожогами с применением биологических раневых покрытий. *Инновационная медицина Кубани*. 2024;9(3):54–60. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-3-54-60>

## Peculiarities of Early Surgical Treatment of Patients With Deep Burns Using Biological Dressings

©Sergei B. Bogdanov<sup>1,2\*</sup>, Anton V. Karakulev<sup>1</sup>, Ivan M. Afanasov<sup>3</sup>, Mikhail L. Mukhanov<sup>1,2</sup>, Sophia L. Zaitseva<sup>1,2</sup>, Viktor S. Dutov<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

<sup>2</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> City Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

\* Sergei B. Bogdanov, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, ulitsa 1 Maya 167, Krasnodar, 350086, Russian Federation, bogdanovsb@mail.ru

Received: December 26, 2023. Received in revised form: February 20, 2024. Accepted: March 15, 2024.



**Abstract**

**Background:** Early necrosectomy with immediate or delayed skin grafting is the gold standard in treatment of burn injuries. Despite all advances in active surgical treatment of burn patients, the optimal time of necrosectomy as well as methods and timing of skin grafting remain the subject of debate among burn surgeons. Reliability and practicality of methods to determine the viability of affected skin tissues act as a limiting factor to advances in surgical strategies for early treatment of burn injuries.

**Objective:** To improve methods of early surgical treatment of patients with deep burns using biological dressings.

**Materials and methods:** Our study analyzed treatment outcomes of 34 patients (age, 18 to 60 years) diagnosed with third-degree burn wounds of different localizations involving 5%-20% of body surface area (according to ICD-10). Group 1 included 18 (53%) patients who underwent skin grafting right after surgical removal of necroses; biological dressings (Chitopran) were applied. Group 2 comprised 16 (47%) patients who also underwent early surgical treatment (autografting), but autografts were covered with synthetic dressings (Voskopran).

**Results:** We found that in group 1 the average time to engraftment after skin grafting followed by Chitopran application was 5.0 (5.0-6.0) days. In group 2, the average time to engraftment after skin grafting followed by Voskopran application was 6.0 (6.0-6.3) days. The statistical data demonstrated that biological dressings had an advantage over synthetic ones in terms of time to engraftment.

**Conclusions:** We can conclude that biological dressings have an advantage over synthetic ones in surgical treatment of partial thickness and deep burn wounds.

**Keywords:** skin grafting, autograft, biological dressings

**Cite this article as:** Bogdanov SB, Karakulev AV, Afanasov IM, Mukhanov ML, Zaitseva SL, Dutov VS. Peculiarities of early surgical treatment of patients with deep burns using biological dressings. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024;9(3):54–60. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-3-54-60>

**Введение**

Хирургическое лечение пострадавших с ожогами является одной из актуальных проблем в хирургии. Ожоги занимают 3 место среди всех видов травм в России. У пострадавших часто развивается ожоговая болезнь, которая характеризуется тяжелым течением, сложностью лечения и достаточно частыми неблагоприятными исходами [1, 2]. Количество пострадавших и рост смертей среди ожоговых пациентов отмечается в многочисленных государствах, среди которых большая доля высокоразвитых в экономическом плане стран [3, 4]. В Российской Федерации каждый год примерно 420 тыс. граждан нуждаются в медицинской помощи ожоговой травмы, 120 тыс. из которых получают стационарное лечение в условиях специализированных ожоговых, хирургических и травматологических отделений [5–8].

Стандартом, который может полностью отвечать данным требованиям в лечении ожоговых травм, является ранняя некрэктомия с одномоментной или отсроченной кожной пластикой. Несмотря на успехи в хирургическом лечении пострадавших с ожогами, среди ожоговых хирургов продолжают дискуссии об оптимальном времени некрэктомии, методах и сроках выполнения кожных пластик [9]. Ограничивающим фактором прогресса в оперативной тактике раннего лечения пострадавших с ожоговыми травмами является достоверность и практичность методик определения жизнеспособности тканей пораженных кожных покровов [10, 11]. Одним из важных условий после хирургического удаления ожогового струпа с последующей аутодермопластикой является временное закрытие образовавшихся ран биологическими и синтетическими раневыми покрытиями [12, 13].

Примером биологического раневого покрытия является хитопран. Действие хитопрана основано на высоком содержании нановолокна хитозана,

являющегося полисахаридом, который входит в состав хитинового панциря ракообразных и некоторых насекомых. Волокна данного полисахарида обладают целым спектром полезных свойств – антибактериальными, высокой способностью к мукоадгезии, ускоренным взаимодействием с дермальными структурами на микроуровне, что способствует активации регенеративных процессов. Хитопран по своему строению пористый материал, что позволяет выполнять смену повязок без возникновения чувства боли.

Примером синтетического раневого покрытия является воскопран. В состав данного покрытия входит йод, химически связанный с повидоном, за счет чего осуществляется его постепенное высвобождение и глубокое проникновение в ткани. Сетчатая структура этой повязки обеспечивает эффективное дренирование отводимого экссудата и нормальный газообмен раневой поверхности. Эта повязка эффективна против грамположительных и грамотрицательных бактерий, вирусов, некоторых простейших, грибов.

Современные исследования показали, что использование в качестве биологического покрытия обескелоточенных тканевых каркасов имеет преимущества перед синтетическими полимерными покрытиями [14, 15].

Таким образом, дальнейшая разработка и использование биологических раневых покрытий в комбустиологии являются актуальными задачами при лечении больных с пограничными и глубокими ожогами, так как их применение обеспечивает быстрое заживление ран с минимальным дискомфортом для пациента с сокращением количества перевязок.

**Материалы и методы**

Проведенное исследование построено на анализе результатов лечения 34 пациентов в возрасте 18 до 60 лет. У всех пациентов диагностировали ожоговые раны

III степени разной локализации площадью от 5 до 20% (согласно МКБ-10). 18 (53%) пациентов 1-й группы подверглись пересадке кожных трансплантатов сразу после хирургического удаления некрозов, и на раны накладывались биологические раневые покрытия хитопран. У 16 (47%) пациентов 2-й группы также проводилось раннее хирургическое лечение с аутодермопластикой, но при этом трансплантаты укрывались синтетическими раневыми покрытиями воскопран.

Для определения площади ожоговых повреждений активно применялись два метода: правило «ладони» и правило «девятки». Правило «девятки» подразделяет поверхность тела человека на зоны, каждая из которых составляет кратное 9% от общей площади тела. Например, голова и шея занимают 9% от общей площади, туловище – 36% (18% спереди и 18% сзади), верхние конечности – 9%, нижние конечности – 18%, а 1% приходится на промежность. Таким образом, вся поверхность тела составляет 100%. Площадь ладони пациента принято оценивать, как до 1% от общей площади тела, независимо от возраста. Это правило

часто применяется при оценке небольших ожоговых повреждений площадью до 5–10%.

Исследование проводилось с использованием комбинированного метода, включающего в себя как ретроспективный, так и проспективный нерандомизированный подход.

### Результаты

В 1-й группе пациентам проводилось оперативное лечение, которое включало раннюю некрэктомию и последующую первичную свободную кожную пластику с использованием перфорированных трансплантатов. Эти трансплантаты были покрыты биологическими раневыми покрытиями хитопран (рис. 1, 2). С целью закрытия больших ран и уменьшения донорских участков трансплантаты были перфорированы с коэффициентом 1:4. После создания перфорационных отверстий аутодермотрансплантаты были использованы для пластики раны (рис. 3). Затем поверх аутодермопластики наносили биологическое раневое покрытие (рис. 4) и наружно применяли влажно-высыхающие повязки.



Рисунок 1. Глубокий ожог нижних конечностей II–III ст. (по МКБ-10), 2-е сут. после травмы  
Figure 1. II–III-degree deep burn to the lower extremities (according to ICD-10), day 2 after injury



Рисунок 2. Дно раны после выполненной тангенциальной некрэктомии  
Figure 2. Wound bed after tangential necrosectomy



Рисунок 3. Аутодермопластика после некрэктомии  
Figure 3. Autografting after necrosectomy



Рисунок 4. Наложение биологических раневых покрытий  
Figure 4. Application of biological dressings

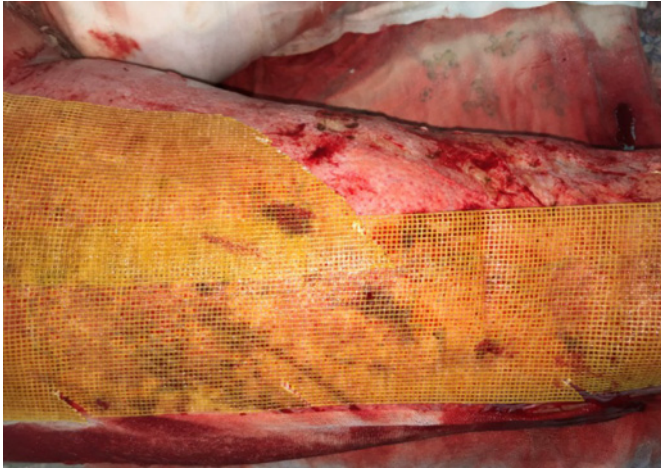


Рисунок 5. Наложение синтетических раневых покрытий  
Figure 5. Application of synthetic dressings



Рисунок 6. Выполнение биопсий  
Figure 6. Biopsies



Рисунок 7. 5-е сут. после операции с применением биологического покрытия хитопран  
Figure 7. Day 5 after surgery with the biological dressing (Chitopran)



Рисунок 8. 8-е сут. перед выпиской, применение синтетического покрытия воскопран  
Figure 8. Day 8 before discharge, a patient with the synthetic dressing (Voskopran)

У 16 (53%) пациентов 2-й группы сравнения был выбран аналогичный метод раннего лечения глубоких ожоговых ран, области выполнения аутодермопластики были покрыты синтетическим раневым покрытием воскопран. Этот способ лечения является традиционным и широко используется при глубоких термических повреждениях у пострадавших. Применение такого метода с использованием раневых покрытий создает благоприятные условия для успешной адаптации аутоотрансплантатов (рис. 5).

После завершения процедуры аутодермопластики на 3–4-й день проводится перевязка с оценкой приживления аутоотрансплантатов. Во время каждой перевязки у обеих групп исследований были взяты образцы для биопсий с целью последующего гистологического анализа течения раневого процесса (рис. 6).

Следующие перевязки также включали сбор биопсийных образцов материала до полного заживления

ран (рис. 7, 8). Результаты гистологического исследования течения раневого процесса позволили провести объективное сравнение эффективности различных раневых покрытий.

### Обсуждение

В группах пациентов, которым выполнялась ранняя некрэктомия, наблюдалось отличие в количестве перевязок у пострадавших, в зависимости от использования биологических или синтетических раневых покрытий. Во 2-й группе, где использовалась аутодермопластика с синтетическим раневым покрытием, отмечено большее количество перевязок (7,0 (7,0; 8,2)), что объясняется более длительным процессом приживления аутоотрансплантата и последующей эпителизацией. В 1-й группе с применением аутодермотрансплантации, но с использованием биологического раневого покрытия хитопран, количество перевязок было ниже (6,0 (5,0; 7,0)). Различия в этих

**Таблица 1**  
**Сроки приживления аутотрансплантатов с применением раневых покрытий**  
**Table 1**  
**Time to engraftment of autografts with wound dressings**

| Группы                   | Группа I<br>Me (25%; 75%) | Группа II<br>Me (25%; 75%) | U-критерий<br>Манна-Уитни |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Сроки приживления (сут.) | 5,0 (5,0; 6,0)            | 6,0 (6,0; 6,3)             | U=69,0, p=0,004           |

**Таблица 2**  
**Значения общего количества койко-дней в стационаре по группам**  
**Table 2**  
**Total number of hospital bed days by groups**

| Группы                             | Группа I<br>Me (25%; 75%) | Группа II<br>Me (25%; 75%) | U-критерий<br>Манна-Уитни |
|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Общее количество койко-дней (абс.) | 14,0<br>(12,0; 16,0)      | 16,0<br>(15,8; 18,0)       | U=45,5, p<0,0001          |

значениях статистически значимы (критерий Манна-Уитни  $U=192,5$ ,  $p<0,0001$ ), что свидетельствует о более высокой эффективности биологических раневых покрытий хитопран в уменьшении числа перевязок.

Также проводилось сравнение результатов аутодермопластики ран по срокам приживления трансплантатов в 1-й и 2-й группах (табл. 1). Было выявлено, что в 1-й группе сроки приживления аутотрансплантатов после выполнения кожной пластики с последующим закрытием биологическим раневым покрытием хитопран составили 5,0 (5,0; 6,0) дней. Во 2-й группе сроки приживления аутотрансплантатов после выполнения кожной пластики с последующим закрытием синтетическими раневыми покрытиями воскопран составили 6,0 (6,0; 6,3) дней. Полученные статистические данные демонстрируют преимущество биологических раневых покрытий над синтетическими раневыми покрытиями по срокам приживления аутотрансплантатов (табл. 1).

Исходя из представленных статистических показателей, мы проанализировали ситуацию в группах, оценивая отсутствие эпителизации ран после проведенной некрэктомии с применением раневых покрытий или регресс аутотрансплантатов после проведенной кожной пластики с последующей необходимостью аутодермопластики. Этот анализ наглядно подтверждает превосходство применения биологических раневых покрытий в процессе хирургического лечения пограничных и глубоких ожогов по сравнению с использованием синтетических раневых покрытий.

Нами также проанализировано общее количество дней пребывания пациентов в стационаре при их выписке. В результате исследования получены следующие данные: средний показатель койко-дней для 1-й группы – 14,0 (12,0; 16,0) дней, и для 2-й группы – 16,0 (15,8; 18,0) дней.

При сравнении межгрупповых результатов можно отметить, что предложенный нами метод демонстри-

рует свою эффективность. Данное исследование позволяет сделать вывод о преимуществах применения биологических раневых покрытий при хирургическом лечении пациентов с пограничными и глубокими ожоговыми ранами перед применением синтетических раневых покрытий. Это свидетельствует об существенном влиянии исследуемых нами биологических покрытий на исход хирургического лечения пациентов с ожогами.

### Заключение

Благодаря применению синтетических раневых покрытий воскопран после выполненной аутодермопластики удалось достичь создания оптимальной для заживления среды: обеспечить хороший отток раневого экссудата из раны через ячейки сетчатого покрытия и атравматичность при последующих перевязках. Повязка способствовала приживлению трансплантатов и эпителизации ячеек, но требовалась смена покрытий при каждой перевязке.

Необходимость частых смен раневых повязок обусловлена пропитыванием раневым экссудатом покрытий, что в свою очередь увеличивало сроки лечения пациентов. При использовании биологических покрытий такого не отмечалось.

Таким образом, на клинических примерах мы продемонстрировали преимущества применения биологических раневых покрытий при хирургическом лечении обожженных над использованием синтетических раневых покрытий.

### Вклад авторов

*Сбор, анализ и интерпретация данных:* С.Б. Богданов, А.В. Каракулев, М.Л. Муханов  
*Обзор литературы:* М.Л. Муханов, С.Л. Зайцева, В.С. Дутов  
*Проведение статистического анализа:* М.Л. Муханов, С.Л. Зайцева, В.С. Дутов  
*Подготовка и редактирование текста:* М.Л. Муханов, С.Л. Зайцева, В.С. Дутов

*Критический пересмотр черновика рукописи с внесением ценного интеллектуального содержания:* С.Б. Богданов, И.М. Афанасов

#### Author contributions

*Acquisition, analysis, or interpretation of data:* Bogdanov, Karakulev, Mukhanov

*Literature review:* Mukhanov, Zaitseva, Dutov

*Statistical analysis:* Mukhanov, Zaitseva, Dutov

*Manuscript drafting and revising:* Mukhanov, Zaitseva, Dutov

*Critical revision of the manuscript for important intellectual content:* Bogdanov, Afanasov

#### Литература/References

1. Абугалиев К.Р. Хирургическая обработка длительно незаживающих ожоговых ран. В: *Сборник научных трудов II съезда комбустиологов России 2–5 июня 2008 года*. Всероссийское общественное объединение комбустиологов «Мир без ожогов», ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Росмедтехнологий»; 2008:241–242.
2. Abugaliev KR. Surgical treatment of chronic nonhealing burn wounds. In: *Proceedings of the II Congress of Combustionologists of Russia, June 2-5, 2008*. Vserossiiskoe obshchestvennoe obiedinenie kombustiologov «Mir bez ozhogov», FGU «Institut khirurgii im. A.V. Vishnevskogo Rosmedtekhologii»; 2008:241–242. (In Russ.).
3. Биктимиров Е.Е., Крылов П.К. Вариант оптимизации результатов аутопластики у пострадавших с обширными глубокими ожогами. В: *IV съезд комбустиологов России 13–16 октября 2013 г. : сборник научных трудов*. Общероссийская общественная организация «Объединение комбустиологов «Мир без ожогов»; 2013:132–133.
4. Biktimirov EE, Krylov PK. Option for optimizing autografting outcomes in patients with extensive deep burns. In: *IV Congress of Combustionologists of Russia, October 13-16, 2013 : Proceedings*. Obshcherossiiskaya obshchestvennaya organizatsiya «Obyedinenie kombustiologov «Mir bez ozhogov»; 2013:132–133. (In Russ.).
5. Богданов С.Б. *Виды кожных аутопластик. Атлас : Руководство для врачей*. ООО «КЛУБ ПЕЧАТИ»; 2018.
6. Bogdanov SB. *Types of Skin Autoplasty. Atlas : A Guide for Physicians*. ООО «KLUB PECHATI»; 2018. (In Russ.).
7. Богданов С.Б., Гилевич И.В., Федоренко Т.В., Коломийцева Е.А., Поляков А.В. Возможности применения клеточной терапии в кожно-пластических операциях. *Инновационная медицина Кубани*. 2018;(3):16–21.
8. Bogdanov SB, Gilevich IV, Fedorenko TV, Kolomyitseva EA, Polyakov AV. Cell therapy application in skin grafting surgery. *Innovative Medicine of Kuban*. 2018;(3):16–21. (In Russ.).
9. Вагнер Д.О., Зиновьев Е.В., Солошенко В.В., Чувашев Н.С. Ожоговая травма в результате курения в постели: особенности клиники и лечения. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2020;(1):12–20. <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2020-0-1-12-20>
10. Vagner DO, Zinoviev EV, Soloshenko VV, Chuvashov NS. Burn injury due to smoking in bed: clinical features and treatment. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2020;(1):12–20. (In Russ.). <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2020-0-1-12-20>
11. Вагнер Д.О., Зиновьев Е.В., Солошенко В.В., Шаповалов С.Г. Опыт применения метода вакуумной терапии в отделе термических поражений. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2021;(3):26–34. <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2021-0-3-26-34>
12. Vagner DO, Zinoviev EV, Soloshenko VV, Shapovalov SG. Experience of using vacuum therapy in the burn department. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2021;(3):26–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2021-0-3-26-34>
13. Гилевич И.В., Федоренко Т.В., Коломийцева Е.А., Богданов С.Б., Семенченко А.А., Ивашук Ю.В. Достижения клеточной терапии в комбустиологии. *Инновационная медицина Кубани*. 2017;(2):6–14.
14. Gilevich IV, Fedorenko TV, Kolomyitseva EA, Bogdanov SB, Senenchenko AA, Ivashuk YV. Cell therapy advances in combustiology. *Innovative Medicine of Kuban*. 2017;(2):6–14. (In Russ.).
15. Богданов С.Б. Хирургические аспекты выполнения пластики лица цельным полнослойным кожным аутоотрансплантатом. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2016;(1):12–20.
16. Bogdanov SB. Surgical aspects of performing skin graft by full thickness transplant. *Annals of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2016;(1):12–20. (In Russ.).
17. Богданов С.Б., Бабичев Р.Г. Пластика лица полнослойными кожными аутоотрансплантатами у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2016;6(2):86–91.
18. Bogdanov SB, Babichev RG. Reconstruction of facial defects with full-thickness skin autografts in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2016;6(2):86–91. (In Russ.).
19. Хунафин С.Н., Зинатуллин Р.М., Гизатуллин Т.Р., Гизатуллин Р.Х. Способ аутодермопластики расщепленными перфорированными трансплантатами при ожогах. В: *III съезд комбустиологов России 15–18 ноября 2010 г. : сборник тезисов*. Всероссийское общественное объединение комбустиологов «Мир без ожогов», ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского Минздравсоцразвития РФ»; 2010:217.
20. Khunafin SN, Zinatullin RM, Gizatullin TR, Gizatullin RK. Technique of using split-thickness meshed skin grafts in burns. In: *III Congress of Combustionologists of Russia, November 15-18, 2010 : Collection of Abstracts*. Vserossiiskoe obshchestvennoe obiedinenie kombustiologov «Mir bez ozhogov», FGU «Institut khirurgii im. A.V. Vishnevskogo Minzdravsotsrazvitiya RF»; 2010:217. (In Russ.).
21. Крылов К.М., Крылов П.К. Современные возможности местного лечения ожогов. *Амбулаторная хирургия*. 2010;(1):30–35.
22. Krylov KM, Krylov PK. Modern possibilities of local treatment of burns. *Ambulatornaya khirurgiya*. 2010;(1):30–35. (In Russ.).
23. Hudson DA, Grob M. Optimising results with tissue expansion: 10 simple rules for successful tissue expander insertion. *Burns*. 2005;31(1):1–4. PMID: 15639357. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2004.08.008>
24. Kubo K, Kuroyanagi Y. The possibility of long-term cryopreservation of cultured dermal substitute. *Artif Organs*. 2005;29(10):800–805. PMID: 16185341. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.2005.00132.x>
25. Li X, Li A, Feng F, et al. Effect of the hyaluronic acid-polyoxamer hydrogel on skin-wound healing: in vitro and in vivo studies. *Animal Model Exp Med*. 2019;2(2):107–113. PMID: 31392303. PMID: PMC6600631. <https://doi.org/10.1002/ame2.12067>
26. Zhang R, Li X, He K, et al. Preparation and properties of redox responsive modified hyaluronic acid hydrogels for drug release. *Polymers for Advanced Technologies*. 2017;28(12):1759–1763. <https://doi.org/10.1002/pat.4059>

## Сведения об авторах

**Богданов Сергей Борисович**, д. м. н., профессор кафедры ортопедии, травматологии и ВПХ, Кубанский государственный медицинский университет; заведующий ожоговым отделением, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-9573-4776>

**Каракулев Антон Владимирович**, врач травматолог-ортопед, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5477-5755>

**Афанасов Иван Михайлович**, к. х. н., ведущий научный сотрудник химического факультета, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0229-261X>

**Муханов Михаил Львович**, к. м. н., доцент кафедры ортопедии, травматологии и ВПХ, Кубанский государственный медицинский университет; врач-травматолог-ортопед, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-9061-6014>

**Зайцева София Леонидовна**, врач функциональной диагностики, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; лаборант кафедры хирургии № 1 ФПК и ППС, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0004-7119-8998>

**Дутов Виктор Сергеевич**, врач травматолог-ортопед, Городская клиническая больница № 1 г. Краснодара; ассистент кафедры ортопедии, травматологии и ВПХ, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0006-6237-7702>

## Конфликт интересов

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

## Author credentials

**Sergei B. Bogdanov**, Dr. Sci. (Med.), Professor at the Department of Orthopedics, Traumatology, and Field Surgery, Kuban State Medical University; Head of the Burn Unit, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-9573-4776>

**Anton V. Karakulev**, Traumatologist-Orthopedist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5477-5755>

**Ivan M. Afanasov**, Cand. Sci. (Chem.), Leading Researcher, Faculty of Chemistry, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0229-261X>

**Mikhail L. Mukhanov**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Orthopedics, Traumatology, and Field Surgery, Kuban State Medical University; Traumatologist-Orthopedist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-9061-6014>

**Sophia L. Zaitseva**, Functional Diagnostics Specialist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Laboratory Technician, Surgery Department No. 1, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0004-7119-8998>

**Viktor S. Dutov**, Traumatologist-Orthopedist, City Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar); Assistant Professor at the Department of Orthopedics, Traumatology, and Field Surgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0006-6237-7702>

**Conflict of interest:** none declared.