

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЗАМЕЩЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ

С.П. ПЯТАКОВ¹, В.А. ПОРХАНОВ², И.В. РЕШЕТОВ^{3,4}, М.Л. МУХАНОВ¹, А.К. БЕРЕЖНОЙ⁵, Т.О. СЕРГЕЕВА⁵,
С.Н. ПЯТАКОВА⁶, А.Д. ЧАЙКА⁶, А.Б. МОТИКОВ⁷

¹ Кафедра хирургии № 1, Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

² Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. профессора Очаповского, Краснодар, Российская Федерация

³ Институт кластерной онкологии им. профессора Л.Л. Левшина, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Российская Федерация

⁴ Кафедра онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Российская Федерация

⁵ Лаборатория экспериментальной и клеточной медицины, Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

⁶ Городская больница № 4 г. Сочи, Сочи, Российская Федерация

⁷ Городская больница № 3 г. Сочи, Сочи, Российская Федерация

Представлены литературные данные о современных подходах при лечении раневых дефектов кожи. Поиск материалов проводился по публикациям за последнее десятилетие с 2005 по 2024 год в следующих источниках информации: eLibrary.ru, cyberleninka.ru, PubMed, Scopus. Поиск был проведён по следующим терминам и ключевым словам: раны, дефекты кожных покровов, заживление, кожные трансплантаты, дозированное тканевое растяжение. Для обзора выбрано 42 публикации, отвечающие критериям поиска, среди которых за последние 5 лет – 21 исследование. В критерии анализа были включены публикации, связанные с хирургическим лечением обширных дефектов мягких тканей с использованием различных способов закрытия ран, в том числе с использованием кожной пластики. Критериями исключения стали статьи, связанные с темой, но без описания хирургических аспектов лечения.

Рассмотрены методы иссечения краёв раны с последующим закрытием различными пластическими методами. Представлены преимущества и недостатки использования кожных лоскутов и трансплантатов, пластики местными тканями при закрытии обширных раневых дефектов кожи. Отмечено, что последнее время всё чаще применяется метод дозированного тканевого растяжения (ДТР). Охарактеризованы возможности применения ДТР, как перспективного метода лечения обширных дефектов кожи. Освещены методы стимуляции репаративных процессов. Перспективным представляется применение комбинации методов реконструктивного пластического закрытия ран, что приводит к улучшению функциональных и эстетических результатов.

Ключевые слова: раны, дефекты кожных покровов, заживление, кожные трансплантаты, дозированное тканевое растяжение.

Для цитирования: Пятаков СН, Порханов ВА, Решетов ИВ, Муханов МЛ, Бережной АК, Сергеева ТО, Пятакова СН, Чайка АД, Мотиков АБ. Современные методы хирургического замещения дефектов кожных покровов. *Вестник Авиценны*. 2025;27(3):723-35. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2025-27-3-723-735>

CURRENT METHODS OF SKIN RECONSTRUCTION SURGERY

S.P. PYATAKOV¹, V.A. PORKHANOV², I.V. RESHETOV^{3,4}, M.L. MUKHANOV¹, A.K. BEREZHNOY⁵, T.O. SERGEEVA⁵,
S.N. PYATAKOVA⁶, A.D. CHAYKA⁶, A.B. MOTIKOV⁷

¹ Department of Surgery No. 1, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

² Scientific Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1 named after Professor Ochapovsky, Krasnodar, Russian Federation

³ Levshin Institute of Cluster Oncology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

⁴ Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

⁵ Laboratory of Experimental and Cellular Medicine, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russian Federation

⁶ Sochi City Hospital No. 4, Sochi, Russian Federation

⁷ Sochi City Hospital No. 3, Sochi, Russian Federation

The article reviews the current literature on modern approaches to treating skin defects. The research was based on publications from the last decade, specifically from 2005 to 2024, sourced from eLibrary.ru, cyberleninka.ru, PubMed, and Scopus. The search utilized keywords such as "wounds", "skin defects", "healing", "skin grafts", and "prolonged tissue expansion". A total of 42 publications that met the search criteria were selected for review, including 21 studies from the past five years. The analysis focused on publications related to the surgical treatment of extensive soft tissue defects using various wound closure techniques, including skin grafting. Articles that addressed the topic but did not describe the surgical aspects of treatment were excluded.

The article covers wound management, including skin edge excisional debridement, followed by closure using various plastic surgery techniques. It presents the advantages and disadvantages of using skin flaps, skin grafts, and local flaps for closing extensive skin defects. Recently, the prolonged tissue expansion (PTE) technique has gained popularity, and the article highlights its potential as a promising method for treating extensive skin

defects. Additionally, it covers methods for stimulating reparative processes. The combination of reconstructive plastic closure techniques appears to be promising, as it leads to better functional and aesthetic outcomes.

Keywords: Wounds, skin defects, healing, skin grafts, prolonged tissue expansion.

For citation: Pyatakov SN, Porkhanov VA, Reshetov IV, Mukhanov ML, Berezhnoy AK, Sergeeva TO, Pyatakova SN, Chayka AD, Motikov AB. Sovremennye metody khirurgicheskogo zameshcheniya defektov kozhnykh pokrovov [Current methods of skin reconstruction surgery]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2025;27(3):723-35. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2025-27-3-723-735>

Лечение раневых повреждений мягких тканей различных участков тела является актуальной проблемой современной хирургии и травматологии. В последние годы частота подобных повреждений увеличивается, возрастает количество пострадавших в авариях, катастрофах, при террористических актах и в ходе боевых действий, причём большинство таких пациентов нуждается в хирургическом лечении возникающих дефектов кожи и мягких тканей в различных областях [1, 2]. Возрастающая необходимость совершенствования методов лечения этих повреждений обусловлена тем, что подобные дефекты, кроме вреда здоровью, наносят серьёзный моральный ущерб пациенту, приводя к значительным нарушениям его социальных взаимодействий и снижению профессиональной активности [3].

Безусловно, крайне важным является дифференцированный подход к выбору тактики лечения раны. Следует отметить, что неадекватная терапия может способствовать увеличению длительности её заживления и интенсивному росту рубцовой ткани в области повреждения [1, 3]. К настоящему времени предложены и применяются в клинической практике современные методы и технические приёмы, используемые в хирургическом лечении раневых дефектов, такие как иссечение краёв раны с использованием усовершенствованных техник, применение заместительных лоскутов и трансплантатов, воздействие отрицательным давлением [2, 3]. Эти подходы могут быть реализованы в комбинации с различными методиками, применяемыми в лечении ран, в частности с использованием аппаратов Илизарова, вакуумной терапии и другими методами [4-6].

Одним из подходов, получившим в последнее время активное распространение в хирургическом лечении вышеуказанных повреждений, является дозированное тканевое растяжение (ДТР). Этот метод пластической хирургии позволяет получать и использовать для закрытия дефектов кожи дополнительный объём тканей, толщина, текстура и цвет которых идентичны таковым характеристикам утраченного кожного покрова [3, 5].

В последние годы ДТР применяется всё шире как у взрослых, так и у детей [6-9] в клинической практике при различных заболеваниях и патологических состояниях, для коррекции дефектов кожи и тканей, в том числе для реконструкции молочных желёз, уха, при пластических операциях по коррекции ожоговых деформаций, при удалении гигантских врождённых меланоцитарных невусов [10-12].

В то же время, метод имеет ряд ограничений, к которым можно отнести медленный рост растянутой кожи, который может длиться в течение нескольких месяцев, нередко – также низкое качество новых тканей, высокую частоту ретракций и других осложнений при использовании этой техники.

Кожа – самый крупный орган человеческого организма, являющийся первым механическим барьером для организма по отношению к внешней среде. Наряду с защитой организма от внеш-

Treatment of soft tissue wound injuries across various parts of the body is a pressing issue in modern surgery and traumatology. Recently, the rates of such injuries have risen, along with the number of victims in accidents, disasters, terrorist attacks, and military operations. Most of these patients need surgical procedures to repair skin and soft tissue damage in different areas [1, 2]. The increasing demand for improved treatment methods stems from the fact that these defects, besides harming physical health, also cause deep moral and psychological damage, leading to social isolation, professional difficulties, and a reduced quality of life for affected individuals [3].

Indeed, a tailored approach to selecting wound treatment strategies is critically important. It should be noted that inadequate therapy can prolong healing and promote the rapid growth of scar tissue in the damaged area [1, 3]. Modern surgical practice incorporates various techniques to promote wound healing, including negative pressure wound therapy (NPWT) (also known as vacuum-assisted closure or VAC therapy) to manage complex and high-risk wounds, advanced flap and graft techniques for tissue reconstruction, and improved wound edge management through techniques like debridement and trenching to prepare the wound bed for closure [2, 3]. These approaches can be combined with other wound treatment techniques, such as the Ilizarov technique, and others [4-6].

One approach that has gained widespread use in recent years in the surgical treatment of such injuries is prolonged tissue expansion (PTE). This plastic surgery method enables the generation and utilization of additional tissue volume to cover skin defects, with thickness, texture, and color matching those of the original skin [3, 5].

In recent years, PTE has become increasingly relevant for a variety of conditions in both adult and pediatric patients [6-9]. These applications include the reconstruction of mammary glands and ears, correction of burn deformities, and removal of giant congenital melanocytic nevi [10-12].

At the same time, the method has several limitations, including months-long duration, poor quality, a high rate of retraction of new tissue, and various complications. The skin is the body's largest organ and its primary protective barrier, shielding against the environment, regulating body temperature, and maintaining fluid and electrolyte balance [2, 3].

The skin comprises the epidermis and dermis. The epidermis is the outer layer, made up of 4 or 5 sublayers depending on the body area [1]. The dermis is a connective tissue layer that supports the epidermis. When skin layers are damaged, a coordinated, multi-phase process of wound healing begins to restore tissue integrity [3, 13, 14].

Wound healing is affected by factors related to the type of tissue damage: whether it is a primary or secondary infection, the

них воздействий, кожа контролирует терморегуляцию, гомеостаз жидкости и электролитов [2, 3].

Кожа состоит из эпидермиса и дермы. Эпидермис – наружный слой кожи, состоящий из 4 или 5 подслоёв в зависимости от участка тела [1]. Дерма представляет собой слой соединительной ткани, поддерживающей эпидермис. При повреждении одного или нескольких слоёв кожи запускается процесс регенерации области раневого дефекта – ряд внутриклеточных явлений, активирующихся после повреждения и обеспечивающих восстановление повреждённой ткани [3, 13, 14].

На заживление раны влияют факторы, обусловленные характером повреждения ткани: первичная или вторичная раневая инфекция, наличие и выраженность воспаления, препятствующего естественной регенерации, исходное состояние пострадавшего, состояние иммунной системы организма, обеспечивающей как системный, так и локальный иммунный ответ на повреждение тканей и проникновение в организм различных антигенов.

При определённых условиях процесс заживления раны может нарушаться, что приводит к увеличению его длительности или чрезмерной реакции организма на повреждение, в ряде случаев могут возникать незаживающие хронические раны. Хроническая рана характеризуется отсутствием своевременного заживления, обеспечивающего анатомическую и функциональную целостность кожного участка в течение от 4 недель до 3 месяцев [5]. По разным данным, в экономически развитых странах от 1 до 2% населения в течение своей жизни страдают хроническими ранами, затраты на их лечение составляют около 2-4% бюджетов здравоохранения, в их структуре основные затраты связаны с госпитализацией, регулярными перевязками, уходом за пациентами и сопутствующими расходами [1].

Осложнения, развивающиеся при хроническом раневом процессе, могут проявляться инфицированием, кровотечением и, в ряде случаев, приводят к ампутации конечности или её сегмента. Персонализированный подход к хирургическому лечению раневого дефекта должен быть основан на учёте характера повреждения, то есть его этиологии, локализации, анатомо-гистологических характеристик, а также функциональных расстройств, вызванных повреждением.

Современная хирургия предлагает широкий спектр методов для закрытия раневых дефектов, включая традиционные и новые методы [15]:

- первичная хирургическая обработка раны, включающая иссечение краёв раны с использованием усовершенствованных техник, с последующим ушиванием раны;
- метод дозированного растяжения мягких тканей;
- применение заместительных аутолооскутов и ауто трансплантатов, включая свободную пересадку тканей с микрохирургической техникой;
- аллотрансплантация тканей;
- использование ксенотрансплантатов;
- использование искусственных дермальных матриц, а также инновационные биотехнологии, такие как 3D-био печать и клеточная терапия.

Одним из наиболее часто применяемых методов закрытия раны, позволяющим сформировать тонкий рубец, является первичная хирургическая обработка раны, включающая такие этапы как иссечение нежизнеспособных тканей и формирование стенок и дна раны, с последующим наложением первичных швов. Выполняется удаление нежизнеспособных тканей, что важно с точки зрения подготовки раневого ложа, предотвращения нарушений процессов заживления и ускорения ремоделирования внеклеточ-

presence and severity of inflammation that hinders natural regeneration, the initial condition of the patient, the immune system's status, which provides both systemic and local immune responses to tissue injury, and the infiltration of various antigens into the body. Under certain conditions, the healing process may be disrupted, resulting in a longer recovery time or an excessive response by the body; in some cases, chronic non-healing wounds may develop. A chronic wound is characterized by delayed healing, failing to restore the skin's structural and functional integrity over 4 weeks to 3 months [5]. In economically developed nations, 1-2% of the population experiences chronic wounds, a condition that consumes 2-4% of healthcare budgets due to costs from hospitalization, dressing changes, patient care, and related services [1].

Complications in chronic wound progression include infection, bleeding, and the need for amputation. A surgical approach requires a detailed assessment of the wound's cause, location, tissue characteristics (anatomical and histological), and the patient's resulting functional impairment.

Modern surgery offers a diverse array of techniques for wound closure, incorporating both traditional and innovative approaches [15]. These methods include:

- Primary surgical wound treatment, which involves excision of the wound edges followed by suturing.
- Soft tissue stretching techniques.
- Use of autografts and autotransplants, which includes free tissue transplantation using microsurgical techniques.
- Tissue allotransplantation.
- Xenografts.
- Artificial dermal matrices.
- Advanced biotechnologies, such as 3D bioprinting and cell therapy.

Together, these approaches provide comprehensive options for effective wound closure.

One of the most used methods of wound closure, which allows for the formation of a thin scar, is primary surgical wound treatment. This method closes a wound to form a thin scar by removing non-viable tissue and then suturing the edges together. This process, which requires careful anesthesia and technique to minimize tension, is an effective way to promote rapid healing and reduce scar size by controlling the healing environment, although it carries some inherent risks. Key steps include debridement, creating a well-defined wound bed, and approximation with sutures to ensure a clean, thin scar [3, 5].

Scars, in addition to wounds, are one of the most common chronic skin defects. Longitudinal scars of relatively small size can be excised using a technique similar to that used in primary surgical treatment, provided the edges of the scar are mobile. After removing the scar tissue, the wound's walls and base are formed, and the edges are immobilized and sutured together. This can be done using various methods, such as adhesive plasters, continuous intradermal sutures, subdermal sutures made with biodegradable thread, or multilayer sutures, particularly for deep wounds. Surgical removal is also often used for painful, restrictive, or disfiguring keloids and hypertrophic scars, but it carries a high risk of recurrence, frequently leading to a larger scar. To minimize this risk, it is advisable to combine surgical removal with adjuvant therapies, such as corticosteroid injections, bleomycin, or interferon, following the procedure. While linear suturing is a common way to close wounds, it can cause excessive tension and

ного матрикса. Это быстрая и эффективная процедура, проводимая с использованием соответствующего анестезиологического пособия, что сопряжено с определенным риском для пациента [3, 5].

Кроме ран, одним из часто встречающихся вариантов хронического дефекта кожи является наличие рубцов. Продольные рубцы относительно небольших размеров при условии подвижных краёв, могут быть иссечены методикой, аналогичной первичной хирургической обработке: после удаления рубцовой ткани и формирования стенок и дна раны, края раневого дефекта иммобилизуют и соединяют, с этой целью могут быть использованы пластиры, непрерывные внутрикожные швы, субдермальные швы, выполненные биодеградируемой нитью, многослойные швы – при значительной глубине раны. Хирургическое удаление келоидных и гипертрофических рубцов нередко рассматривается в качестве метода, используемого при лечении инвалидизирующих и сильно сокращающихся рубцовых краёв раны. Следует отметить, что хирургическое иссечение и ревизия рубца могут привести к увеличению размеров раны и, соответственно, к увеличению частоты рецидивов. Рекомендуется сочетать хирургическое иссечение краёв раны с адьювантной терапией в виде инъекций стероидов, блеомицина или интерферона после выполнения вмешательства, чтобы снизить и ограничить частоту рецидивов. Линейное ушивание раны – это широко распространённый метод закрытия раны после иссечения рубцов, при этом следует отметить, что при ушивании раны с применением данной методики возможно чрезмерное натяжение тканей, связанное с дефицитом мягких тканей в области иссечённого рубца [2, 4].

При отсутствии выравнивания раны по линиям натяжения Лангера используется Z-пластика – метод, позволяющий изменять форму и соответственно ориентацию раны в соответствии с вышеуказанными линиями. Модифицированная Z-пластика при рубцово-контрактурной деформации, в том числе выполняемая в области суставов, является простым, быстро осуществимым и эффективным методом хирургического лечения. Ещё одним преимуществом метода является возможность увеличения длины тканей, что обусловило широкое применение Z-пластики при лечении ожоговых рубцов [1, 4].

Модифицированная Z-пластика характеризуется большим углом наклона, захватом большого объёма окружающей рубцовой ткани. При её выполнении высвобождаются ткани, подвергшиеся рубцовой деформации после операции, в то время как вероятность рецидива рубцов является незначительной. В значительной мере сходными с Z-пластикой являются W-пластика и геометрическое закрытие ломаной линии – методы, которые изменяют ориентацию разреза, но не увеличивают длину раны. Существенным ограничением применения данного метода являются раны с недостаточным объёмом тканей для их закрытия без натяжения краёв. При больших дефектах кожи может быть сложно или невозможно сопоставить края раны для их закрытия этим методом [16].

Полнослойная кожная пластика является хорошо зарекомендовавшим себя методом закрытия ран. Основными показаниями для её применения являются раны, расположенные в функционально и эстетически значимых зонах, таких как область суставов, стопы, кисти, лица. Также этот метод может быть использован на восстановительном этапе лечения пролежней, глубоких ожогов, язв, образующихся, в том числе, в результате трофических нарушений [17].

Применение кожных трансплантатов (ауто-, алло- и ксено-трансплантатов) является наиболее распространённым мето-

lead to poor scar outcomes, especially in areas with limited soft tissue [2, 4].

Z-plasty is a surgical procedure that involves the transposition of triangular skin flaps to reorient a scar, making it more aesthetically pleasing by aligning it with the natural skin tension lines, and to lengthen contracted tissues. It is beneficial for treating scars, especially those that are contracted or cross joints, like in burn scars, because it effectively changes the direction of the scar to improve function and appearance [1, 4].

Modified Z-plasty is characterized by using a large angle of inclination, which allows it to effectively mobilize and release surrounding scar tissue affected by cicatricial deformation. This technique helps reduce tension and improve functional and aesthetic outcomes, with a low likelihood of scar recurrence. In comparison, W-plasty and geometric closure of a broken line are similar to Z-plasty in that they alter the orientation of the incision to improve scar concealment and alignment. However, unlike Z-plasty, these methods typically do not increase the overall length of the wound; instead, they focus on breaking up the scar line to make it less noticeable and more aligned with natural skin creases or lines. A key limitation of these techniques is the requirement for sufficient tissue volume to achieve tension-free wound closure. For larger skin defects, it may be challenging or impossible to approximate wound edges using this approach [16].

Full-thickness skin grafts (FTSGs) are used to close wounds in sensitive areas like the face, hands, and feet, as well as in the recovery of deep burns and pressure ulcers [17].

Using skin grafts – including autografts, allografts, and xenografts – is the most common approach for treating partial burns and managing chronic wounds. Among these, autografting is considered the gold standard for surgical repair of wound defects. In autografting, healthy tissue is harvested from a donor site on the patient's own body. This autologous tissue facilitates the rebuilding of the local vascular network, with revascularization processes supporting the restoration of epidermal functions. A key advantage of autografts is the absence of immune rejection, which ensures better integration and healing. However, autografts also have limitations. These include a limited availability of healthy skin for large wounds, and the procedure may result in scarring and painful healing at both the donor and recipient sites [4, 17].

Allografts involve the transplantation of skin from one person to another, serving as an alternative to autografts. Xenografts involve transplanting animal skin to humans [3, 18]. Both allografts and xenografts mainly function as biological wound coverings that facilitate the healing process by creating a conducive environment and encouraging the body's own tissues to regenerate [18, 19].

In 1938-1939, Krasovitev V.K., in his PhD thesis, recommended performing "debulking" by removing excess subcutaneous fat from the skin-fat flap and wound bed during transplantation. This approach aims to improve blood supply, reduce the risk of tissue necrosis, and lower infectious complications. The procedure is often carried out using a dermatome to ensure precise and even fat removal. Applying this technique in plastic surgery of skin defects allows for immediate wound closure within the first few days after injury. It helps minimize purulent complications and eliminates the need for additional donor sites by maximizing the use of the injured tissue itself [19]. In cases of traumatic skin detachment, Krasovitev's technique is typically performed within hours of hospitalization to optimize outcomes. Further research into Krasovitev's method has demonstrated that full-thickness

дом, выступающим в качестве альтернативы частичному лечению ожогов или хронических ран. Золотым стандартом хирургического восстановления раневых дефектов является применение аутоотрансплантата, при котором для его забора используют донорский участок с неповреждёнными мягкими тканями у самого пострадавшего. Использование аутологичной ткани способствует перестройке местной сосудистой сети, а процессы реваскуляризации, в свою очередь, обеспечивают восстановление функций эпидермиса. При этом большим преимуществом является отсутствие иммунного отторжения трансплантата. Однако использование аутоотрансплантатов имеет некоторые ограничения, такие как дефицит нормальных участков кожи для выполнения аутологичной трансплантации при ранах большой площади, последующее образование рубцов и болезненное заживление [4, 17].

Аллотрансплантаты представляют собой альтернативу аутоотрансплантатам, их использование представляет собой трансплантацию участка кожи от другого человека. Ксенотрансплантаты – это образцы кожи животных, которые пересаживают человеку [3, 18]. Следует отметить, что эти виды трансплантатов в большей мере выполняют функцию биологических раневых покрытий, способных создавать благоприятную среду и стимулировать процессы эпителизации за счёт собственных тканей организма [18, 19].

Для профилактики некроза кожно-жирового лоскута при трансплантации, а также предотвращения возникновения инфекционных осложнений, согласно рекомендации В.К. Красовитова, «...лоскут и дно раны полностью очищаются от жировой ткани. Кожно-жировой материал отслаивается от лоскута на уровне подковожно-жировой клетчатки. При этом используются дерматомы. Выполнение пластики дефектов кожи в соответствии с данным методом позволяет в первые дни после повреждения осуществить закрытие раневого дефекта, уменьшить риск развития гнойных осложнений и использовать травмированный кожный лоскут без дополнительных донорских участков» [19]. При травматической отслойке кожных покровов пластика по В.К. Красовитову проводится в первые часы после госпитализации пациента. Однако в процессе дальнейшего изучения методики, предложенной В.К. Красовитовым, было установлено, что аутоотрансплантацию полнослойного кожного лоскута-трансплантата можно выполнить и на гранулирующие раны [20].

Основным преимуществом при использовании кожных лоскутов при закрытии обширных раневых дефектов кожи по сравнению с применением трансплантатов является поддержка кровотока, что обеспечивает поступление в ткань питательных веществ, необходимых для процессов пролиферации и дифференцировки клеток, цитокинов и факторов роста, контролирующих заживление. При этом любое нарушение микроциркуляции может привести к разрушению лоскута и ухудшить заживление [20].

Альтернативным подходом к лечению раневых дефектов является пластика местными тканями. Пластика может выполняться трапециевидными или встречными треугольными лоскутами местных тканей пациента в области раны [21].

Несмотря на внедрение в практику реконструктивной пластической хирургии более сложных и усовершенствованных способов закрытия объёмных дефектов кожи, использование пластики местными тканями имеет существенные преимущества по сравнению с другими техниками, как это было показано, например, при выполнении пластических операций в челюстно-лицевой области [22]. Также следует отметить, что пластика местными тканями предполагает использование для устранения дефекта собственной кожи пациента, что обеспечивает оптимальный эстетический результат хирургического лечения раневых дефектов.

skin flap autotransplantation can also be successfully carried out on granulating wounds, thereby expanding its applications in skin reconstruction and improving the healing process [20].

The primary advantage of skin flaps over skin grafts is their independent blood supply, which nourishes the tissue and promotes healing. In contrast, grafts lack this inherent support and rely on integration with the wound bed. This established blood flow ensures the delivery of vital nutrients, oxygen, growth factors, and cytokines necessary for tissue survival, cell growth, and functional recovery. In contrast, grafts are prone to failure if the underlying wound bed does not become well-vascularized quickly, and they are more prone to contraction [20].

An alternative approach to treating wound defects involves the use of local flap methods. This can be performed using trapezoid advancement flaps or triangle advancement flaps (also known as Burow's triangles) from the patient's local tissues in the wound area [21].

Despite the advent of more sophisticated and advanced techniques for closing extensive skin defects in reconstructive plastic surgery, local flap surgery continues to offer notable advantages over alternative methods. This is particularly evident in procedures such as maxillofacial reconstructions [22]. It is also important to note that local flap surgery utilizes the patient's own skin to close the defect, thereby achieving an optimal aesthetic outcome. This approach typically involves fewer stages compared to other plastic surgery techniques. Consequently, when selecting a method for facial defect reconstruction, local flap surgery should be considered the preferred option [16].

Free flap transplantation is a surgical technique used to replace missing tissue by transferring a section of tissue – such as skin, muscle, or bone – along with its own blood supply from a distant part of the body to the area of a wound. This "free" flap is wholly disconnected from its original site, and its arteries and veins are microscopically reconnected to the blood vessels in the recipient area, restoring blood flow and keeping the transplanted tissue alive. The procedure utilizes specialized microsurgical tools and operating microscopes, which enable precise connections between vessels to ensure the viability of the flap [15, 23, 24].

Free flap transplantation shows promise for treating complex skin defects such as extensive wounds, burns, deep scars, and other injuries. Its advantages include a more precise match of the flap shape and size to the defect, reducing the risk of necrosis in the transplanted area and enhancing aesthetic outcomes. Future developments in this field focus on several key objectives: optimizing transplantation techniques to enhance efficiency and reduce the risk of complications; creating new synthetic materials to improve graft survival; incorporating 3D bioprinting to produce custom-made autologous grafts or flaps; utilizing growth factors and other biological agents to promote skin regeneration; and establishing methods to evaluate the effectiveness of microvascular reconstruction to refine treatment approaches [25].

Despite these benefits, several disadvantages exist [15, 24, 25]:

- High cost: The procedure is costly due to expensive equipment, specialized materials, and a highly skilled medical team, making it financially less accessible for many patients.
- Lengthy procedure: The free flap surgery can take several hours, requiring considerable time in the operating room.
- Extended recovery: Patients are required to undergo an

Применение данного метода характеризуется меньшим количеством этапов по сравнению с другими пластическими операциями. С учётом вышеизложенного, при выборе метода кожной пластики в области лица предпочтение следует отдавать пластике местными тканями [16].

Свободная микрохирургическая пересадка лоскутов – это один из методов хирургического замещения дефектов кожных покровов. Этот метод предполагает пересадку участка кожи (лоскута) с одного места тела на другое с помощью микрохирургической техники, включая использование операционных микроскопов и специальных тонких инструментов. Это позволяет точно сопоставлять сосуды (артерии и вены) донорского участка и реципиентной зоны, обеспечивая, таким образом, кровоснабжение пересаженного лоскута [15, 23, 24].

Микрохирургическая пересадка лоскутов может быть перспективной для лечения сложных дефектов кожи, таких как обширные раны, ожоги, глубокие рубцы и другие повреждения. Преимущества метода включают более точное соответствие формы и размера лоскута дефекту, минимизацию риска некроза пересаженного участка и улучшение эстетических результатов. Перспективы развития этого метода включают: оптимизацию техник пересадки для повышения эффективности и снижения риска осложнений; разработку новых синтетических материалов для улучшения приживаемости трансплантатов; интеграцию с 3D-печатью для создания индивидуальных лоскутов; применение факторов роста и других биологически активных веществ для стимуляции регенерации кожи; разработку методов оценки эффективности микрохирургических пересадок для оптимизации лечения [25].

Несмотря на свои преимущества, она также имеет ряд недостатков [15, 24, 25]:

- Высокая стоимость: процедура требует дорогостоящего оборудования и материалов, а также высококвалифицированного персонала, что делает её финансово недоступной для многих пациентов.
- Длительное время операции: свободная микрохирургическая пересадка лоскутов может занять несколько часов, что требует от пациента длительного пребывания в операционной.
- Длительный период реабилитации: после операции требуется длительный период восстановления, в течение которого пациенту необходимо соблюдать строгий режим и выполнять рекомендации врача.
- Ограниченная доступность: не все медицинские учреждения имеют необходимое оборудование и специалистов для проведения таких операций. Это может затруднить доступ к процедуре для пациентов, особенно в отдалённых регионах.
- Ограничения в применении: не все виды дефектов или травм могут быть успешно устранены с помощью свободной микрохирургической пересадки лоскутов. В некоторых случаях могут потребоваться другие методы лечения.
- Необходимость повторных операций: в некоторых случаях может потребоваться повторная операция для коррекции или улучшения результата.

Несколько десятилетий назад был предложен метод дозированного тканевого растяжения (ДТР), который заключается в том, что во время выполнения процедуры под кожу имплантируют раздуваемый силиконовый экспандер. При помощи регулярных инъекций физиологического раствора постепенно увеличивающийся экспандер создаёт натяжение в тканях, что непрерывно

extended rehabilitation period after surgery and must adhere strictly to medical advice and regimens.

- Limited availability: Many medical centers lack essential equipment and specialists, especially in remote areas, restricting patient access.
- Usage restrictions: Not all types of defects or injuries can be corrected through free flap surgery; alternative treatments may be required.
- Revision surgeries: In some cases, additional surgeries may be necessary to correct or enhance the results of the initial procedure.

Many years ago, a reconstructive surgery technique known as PTE was developed. This method involved using an inflatable silicone expander placed under the skin. Over the course of several weeks or months, saline was injected into the expander, gradually stretching the skin and promoting new skin growth through the mechanical stretching of the tissue [26-29].

Skin soft tissue expansion involves a complex mechanobiology process, including dynamic fluctuations in force and shape that happen in skin [29]. The main biological responses to mechanical stretching include increased tissue growth and elastic deformation, driven by the displacement of tissue layers [30, 31].

Mechanical stretch-induced skin growth involves multiple molecular pathways regulating cell proliferation and differentiation, including the YAP/TAZ, MAPK-ERK, Wnt/ β -catenin, and AP-1 signaling cascades, as well as cell adhesion molecules such as β 1-integrin and E-cadherin [32, 33]. Signaling pathways that trigger intracellular processes have been identified; for example, cell adhesion molecules can respond to mechanical stimuli like PTE and act as non-specific regulatory molecules [31].

Transcriptome sequencing studies have shown differences in gene expression during this process, which triggers the proliferation, migration, and differentiation of mesenchymal stem cells into fibroblasts and skin cell precursors, ultimately leading to their differentiation into keratinocytes [31-33].

PTE results in changes across all layers of the tissue flap, which include the epidermis, dermis, subcutaneous fat, muscle tissue, nerves, and blood vessels. When a stretching force is applied, specific alterations occur within the soft tissues. These changes include an acceleration of epidermal cell division, resulting in an increased number of cells, as well as a rise in the activity of fibroblasts [32]. This heightened fibroblast activity leads to increased collagen production by these cells. However, rapid tissue expansion can thin the dermis, damage collagen and elastin fibers, and lead to a weakened, disordered dermal structure [29-32].

Tissue distraction stimulates soft tissues, as observed through electron microscopy. Stretching a tissue flap results in the fusion of nuclear membranes in the epidermal and dermal layers [33]. In addition to reducing subcutaneous fat thickness, there is an increase in the number of mitochondria in peripheral muscle fibers. While muscles tend to thin under stretching, a fibrous capsule primarily composed of collagen and fibroblasts forms beneath the muscle layer, surrounding the expander during its use. After stretching begins, the skin shows an increase in blood vessel density, and hair growth accelerates due to the stimulation of hair follicles [32].

The primary challenges of the PTE method are its lengthy duration, low efficiency, and often subpar skin quality, resulting in small, inadequate skin grafts for defects. The extended timeline of two to six months before plastic surgery is due to the slow

стимулирует рост клеток и, в целом, растягиваемого участка кожи. При этом отмечено, что именно механическое растяжение является основным фактором, стимулирующим биологический рост кожи в процессе дермотензии [26-29].

Дермотензия представляет собой сложный механобиологический процесс, в ходе которого происходит динамическое изменение формы и размеров кожного лоскута под влиянием воздействующих на него сил [29]. Основными биологическими реакциями, возникающими в ответ на механическое растяжение, являются усиленный рост биологической ткани и её эластичное растяжение, что обусловлено смещением слоёв тканей [30, 31].

Биологический рост, в результате которого увеличивается площадь растягиваемого участка кожи, является длительно протекающей реакцией – результатом сложных процессов молекулярных путей регуляции клеточного роста. На молекулярном уровне механическая стимуляция приводит к активации ряда сигнальных путей, включая YAP/TAZ-сигналинг, MAPK-ERK-сигналинг, Wnt/ β -катенин-каскад и сигнальный путь AP-1, а также молекул клеточной адгезии, таких как β 1-интегрин и E-кадгерин [32, 33]. Установлены сигнальные пути, инициирующие внутриклеточные процессы: так, молекулы клеточной адгезии проявляют способность реагировать на механические воздействия, такие как ДТР, и, таким образом, выступать в качестве неспецифических регуляторных молекул [31].

Результаты исследований с использованием методов секвенирования транскриптома позволили установить происходящую при этом дифференциальную экспрессию некоторых генов, запускающую процессы активации клеточной пролиферации, миграции и дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток в фибробласты и клетки-предшественники клеток кожи, а затем – в кератиноциты [31-33].

Проведение ДТР приводит к изменениям тканей всех слоёв лоскута: эпидермиса и дермы, подкожно-жировой клетчатки, мышечной ткани, нервов и сосудистой сети. Под действием растягивающей силы происходят специфические изменения в мягких тканях, а именно, ускоряется деление клеток эпидермиса, тем самым, увеличивается их количество [32], увеличивается количество активных фибробластов, тем самым, повышается количество коллагена в тканях, синтезируемого ими. Однако быстрые темпы растяжения тканей могут приводить к истончению дермы, а часть коллагеновых волокон разрушается или располагается хаотично [29-32].

Таким образом, тканевая дистракция оказывает стимулирующее воздействие на мягкие ткани, что установлено при помощи электронной микроскопии: при растяжении мягкотканого лоскута наблюдается слияние ядерных мембран клеток эпидермального и дермального слоёв кожи [33], уменьшается толщина подкожно-жировой клетчатки, а в периферической части мышечных волокон увеличивается количество митохондрий. Мышцы на фоне растяжения истончаются, под мышечным слоем образуется фиброзная капсула, состоящая, в основном, из коллагена и фибробластов, которая окружает экспандер при его использовании. В коже после начала растяжения увеличивается плотность кровеносных сосудов, на фоне проведения дермотензии также значимо ускоряется рост волос за счёт стимуляции волосных фолликулов [32].

Основные сложности при реализации метода ДТР обусловлены высокой длительностью его проведения, недостаточной эффективностью процесса и, нередко, относительно низким качеством кожи. Большая продолжительность выполнения процедуры связана с медленным ростом тканей кожи, как правило, длитель-

growth of skin tissue. This slow and inefficient growth results in a limited amount of stretched skin, which may not be enough for the intended repairs [29].

To enhance skin regeneration and increase flap size, specific signaling pathways must be activated by stimulating genes that promote cell division, differentiation, metabolism, and angiogenesis [29-32]. To promote skin flap growth and regeneration at the cellular level, it is essential to stimulate cells to proliferate and synthesize new materials, such as collagen, which build the extracellular matrix in the dermis. Enhancing the differentiation of multipotent mesenchymal stem cells (MSCs) into specialized skin cells is crucial, as it will accelerate skin flap growth, resulting in the creation of skin with native appearance and histological characteristics [29, 35, 36]. Currently, various approaches are being explored to enhance skin growth during the PTE. One key factor is that different types of stretching exert unique stimulating effects on skin tissue, which can vary based on the intensity and duration of the mechanical action applied. For instance, local injections of botulinum toxin type A (BTX-A) can facilitate tissue stretching by reducing fibrosis processes and improving blood circulation in the microvasculature of the stretched skin area [34].

The application of epidermal growth factor (EGF) and vascular endothelial growth factor (VEGF) stimulates regenerative processes that enhance skin elasticity [27, 28, 35]. Platelet-rich plasma (PRP), rich in critical growth factors, effectively stimulates tissue regeneration, including during PTE, as demonstrated in several studies [27, 36].

Stem cell transplantation methods aim to deliver hematopoietic stem cells (HSCs) and adipose-derived stem cells (ADSCs) into the body to promote healing by leveraging their natural ability to proliferate, differentiate into specialized cells, and secrete growth factors. The goal is to increase the available cell numbers to stimulate and repair damaged tissues.

The factors that facilitate the acceleration of processes during PTE include:

- Stimulating effects on regulatory signaling pathways and ion channels that modulate cellular activity.
- Transplantation of exogenous mesenchymal stem cells or activation of local cells in vivo.
- Increasing cell activity by introducing external growth factors [29].

A combined approach that employs both PTE and plasty techniques after scar excision appears particularly promising [37]. The benefits of this method stem from the fact that the tissue flap created from the surrounding areas closely matches the original tissue in terms of structure, morphological features, and blood supply, thereby improving wound healing. Research has indicated that PTE methods allow for earlier closure of soft tissue injuries, especially in extensive soft tissue injuries. The formation of tissue-expanded flaps can be expedited using automated continuous PTE techniques. External tissue expansion methods provide advantages over traditional balloon-like silicone expander techniques, including their applicability to any part of the body and suitability for use in field conditions [38].

The combination of treatments for wound defects using PTE improves the management of both acute and chronic wounds [39]. This method contracts wound edges, removes exudate, including inflammatory and infectious material, and promotes angiogenesis and the formation of granulation tissue. Numerous experimental studies and randomized controlled clinical trials have demonstrated the positive effects of combining therapies, such

ность этапа ДТР до выполнения пластических операций занимает от двух до шести месяцев. Низкая эффективность процесса роста тканей обуславливает малую площадь растягиваемых участков кожи, зачастую, недостаточную для коррекции дефектов [29].

Вышеизложенное обуславливает необходимость получения более крупных кожных лоскутов и ускорения регенерации тканей в ходе применения рассматриваемого метода. Для достижения этой цели на молекулярном уровне необходимо активировать сигнальные пути, способствующие регенерации тканей, и гены, участвующие в делении, дифференцировке и метаболизме клеток, а также в ангиогенезе [29-32].

На клеточном уровне необходимо улучшить способность различных клеток к пролиферации и синтезу, что способствует увеличению клеточной массы и накоплению внеклеточного матрикса в дерме. Кроме этого, необходима стимуляция дифференцировки стволовых и мультипотентных мезенхимальных клеток по пути формирования в клетки кожи, что, в свою очередь, приведёт к ускорению роста кожного лоскута и, таким образом, позволит получить кожу, вид и гистологические характеристики которой были бы аналогичны кожному покрову до возникновения дефекта [29, 35, 36].

В настоящее время применяется несколько подходов, способствующих росту кожи в процессе ДТР. Во-первых, разные виды растяжения оказывают отличающиеся стимулирующие эффекты на ткани кожи, что обусловлено их различиями по интенсивности и продолжительности механического воздействия. Так, локальные инъекции ботулотоксина типа А (БТХА) могут способствовать растяжению тканей путём замедления процессов, способствующих формированию фиброзной капсулы, а также улучшения кровообращения в микроциркуляторном русле, в зоне растяжения кожи [34].

Применение эпидермального фактора роста (EGF) и сосудистого фактора роста (VEGF), также стимулирует регенеративные процессы, способствующие растяжению кожи [27, 28, 35]. Обогащённая тромбоцитами плазма (PRP), содержащая множество важных факторов роста, эффективна для стимуляции регенерации тканей, в том числе при дозированном растяжении кожи, что было показано в ряде исследований [27, 36].

Предложены методы трансплантации стволовых клеток, как гемопоэтических, так и из жировой ткани, которые способны не только секретировать различные факторы роста, но и обладают способностью к пролиферации и дифференцировке. Применение подобного подхода может обеспечить появление дополнительных клеток, что, в свою очередь, проявляется усилением стимулирующего эффекта.

Таким образом, ускорению процессов, происходящих во время выполнения ДТР способствуют следующие факторы:

- Стимулирующие воздействия на регуляторные сигнальные пути и на ионные каналы, которые способствуют модуляции клеточной активности.
- Трансплантация экзогенных мезенхимальных стволовых клеток или активация местных клеток *in vivo*.
- Повышение активности клеток с помощью введения экзогенных факторов роста [29].

Особенно перспективным представляется применение комбинированного подхода, в основе которого лежит использование как дозированного растяжения кожи, так и пластики раны, образовавшейся после иссечения рубца [37]. Преимущества такого подхода заключаются в том, что тканевой лоскут, сформированный из близлежащих к дефекту тканей, имеет высокое сходство по отношению к тканям в области дефекта по структуре, морфо-

as PTE and vacuum-assisted closure therapy. These approaches have shown significant improvements in both the functional and aesthetic outcomes of skin wound treatment [40-42].

CONCLUSION

Wound treatment is a significant concern in modern medicine, particularly in fields such as surgery, traumatology, burn treatment, and plastic surgery. The combination of various treatment approaches, tailored to individual patient needs, enhances recovery outcomes after surgery. A thorough understanding of the etiology and pathogenesis of scar formation enables the development of more effective treatment strategies, improved wound healing monitoring, and reduced scar formation. The PTE method has shown effectiveness in treating defects across various body areas. It regulates the activity of skin signaling pathways, thereby improving the quality of skin flaps and reducing treatment time. To enhance the effectiveness of PTE, it is crucial to investigate the mechanisms behind its impact on skin regeneration. Additionally, research into factors that promote skin regeneration and the effects of mechanical stretching on intracellular signaling pathways is essential. There is also a growing interest in exploring the clinical potential of mesenchymal stem cells, non-cellular derivatives, and growth factors in conjunction with PTE for treating extensive skin defects.

логическим характеристикам и особенностям кровоснабжения, что способствует оптимизации процесса заживления раны. Показано, что применение методов ДТР позволяет сократить сроки лечения пациентов с обширными повреждениями мягких тканей, благодаря расширению показаний к раннему закрытию раневого дефекта. Ускорение процесса формирования экстензионного тканевого лоскута может быть достигнуто применением метода автоматизированной непрерывной дозированной тканевой дистракции. Преимущество аппаратных методов ДТР по сравнению с экспандерной и баллонной заключается в возможности применения этого метода на любом участке тела, а также в возможности его использования в полевых условиях [38].

Комбинированное лечение раневых дефектов с использованием ДТР позволяет изменить подход к лечению острых и хронических ран [39]. При использовании подобного подхода осуществляется постепенное стягивание краёв раны, удаляется экссудат, содержащий факторы воспаления и инфекционные агенты, что способствует активации ангиогенеза и образованию грануляционной ткани. Положительные эффекты использования методов комбинированной терапии в комплексе с ДТР, а также с вакуумной терапией, были продемонстрированы в ряде экспериментальных работ и рандомизированных контролируемых клинических исследований. Было отмечено значительное улучшение функцио-

нальных и эстетических результатов лечения раневых дефектов кожи при использовании подобных подходов [40-42].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лечение ран остаётся важной проблемой современной медицины, особенно в хирургии, травматологии, комбустиологии и пластической хирургии. Комбинированное применение различных подходов, учитывая персонализированную медицину, улучшает восстановление пациентов после хирургических вмешательств. Понимание этиологии и патогенеза рубцов позволяет дифференцированно выбирать тактику лечения, контролируя заживление ран и уменьшая площадь рубцов. Метод ДТР эффективен для лечения дефектов на любых участках тела. Он регулирует активность сигнальных путей кожи, повышая качество кожных лоскутов и сокращая время лечения. Для повышения эффективности ДТР необходимо исследовать механизмы его влияния на регенерацию кожи. Важно изучать факторы, способствующие регенерации кожи, и влияние механического растяжения на внутриклеточные сигнальные пути. Актуально исследовать потенциал клинического применения мезенхимальных стволовых клеток, неклеточных производных и факторов роста при использовании ДТР для лечения обширных дефектов кожи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gushiken LFS, Beserra FP, Bastos JK, Jackson CJ, Pellizzon CH. Cutaneous wound healing: An update from physiopathology to current therapies. *Life (Basel)*. 2021;11(7):665. <https://doi.org/10.3390/life11070665>
2. Almadani YH, Vorstenbosch J, Davison PG, Murphy AM. Wound healing: A comprehensive review. *Semin Plast Surg*. 2021;35(3):141-4. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731791>
3. Childs DR, Murthy AS. Overview of wound healing and management. *Surg Clin North Am*. 2017;97(1):189-207. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2016.08.013>
4. Gonzalez AC, Costa TF, Andrade ZA, Medrado AR. Wound healing – a literature review. *An Bras Dermatol*. 2016;91(5):614-20. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20164741>
5. Мартель ИИ, Гребенюк ЛА. Замещение дефекта мягких тканей опорной поверхности стопы по методике Илизарова под контролем механо-биологического состояния кожи. *Политравма*. 2018;1:39-46.
6. Braun TL, Hamilton KL, Monson LA, Buchanan EP, Hollier LH. Tissue expansion in children. *Semin Plast Surg*. 2016;30(4):155-61. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1593479>
7. Zhang Q, Xu L, Liu Y, Tang X, Wang J, Deng Y, et al. Application of skin-stretching device for closing scalp defect. *J Craniofac Surg*. 2023;34(1):374-80. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000008856>
8. Yuan B, Liang HD, Tong ZH, Song WJ, Ju SL. Application effect of sustainable skin-stretching device in scalp and soft tissue defect. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2020;36(12):1204-7. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn501120-20200215-00061>
9. Han Y, Zhao J, Tao R, Guo L, Yang H, Zeng W, et al. Repair of craniomaxillofacial traumatic soft tissue defects with tissue expansion in the early stage. *J Craniofac Surg*. 2017;28(6):1477-80. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000003852>
10. Gus E, Zhu J, Brooks SG. Postburn breast reconstruction: A scoping review. *Scars Burn Heal*. 2023;9:20595131231202100. <https://doi.org/10.1177/20595131231202100>
11. Byun SH, Kim SY, Lee H, Lim HK, Kim JW, Lee UL, et al. Soft tissue expander for vertically atrophied alveolar ridges: Prospective, multicenter, randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res*. 2020;31(7):585-594. <https://doi.org/10.1111/clr.13595>

REFERENCES

1. Gushiken LFS, Beserra FP, Bastos JK, Jackson CJ, Pellizzon CH. Cutaneous wound healing: An update from physiopathology to current therapies. *Life (Basel)*. 2021;11(7):665. <https://doi.org/10.3390/life11070665>
2. Almadani YH, Vorstenbosch J, Davison PG, Murphy AM. Wound healing: A comprehensive review. *Semin Plast Surg*. 2021;35(3):141-4. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731791>
3. Childs DR, Murthy AS. Overview of wound healing and management. *Surg Clin North Am*. 2017;97(1):189-207. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2016.08.013>
4. Gonzalez AC, Costa TF, Andrade ZA, Medrado AR. Wound healing – a literature review. *An Bras Dermatol*. 2016;91(5):614-20. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20164741>
5. Martel II, Grebenyuk LA. Zameshchenie defekta myagkikh tkaney opornoj poverkhnosti stopy po metodike ilizarova pod kontrolom mekhanobiologicheskogo sostoyaniya kozhi [Soft tissue defects of the foot supporting surface repaired with the Ilizarov method under control of mechanical and biological condition of the skin]. *Politravma*. 2018;1:39-46.
6. Braun TL, Hamilton KL, Monson LA, Buchanan EP, Hollier LH. Tissue expansion in children. *Semin Plast Surg*. 2016;30(4):155-61. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1593479>
7. Zhang Q, Xu L, Liu Y, Tang X, Wang J, Deng Y, et al. Application of skin-stretching device for closing scalp defect. *J Craniofac Surg*. 2023;34(1):374-80. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000008856>
8. Yuan B, Liang HD, Tong ZH, Song WJ, Ju SL. Application effect of sustainable skin-stretching device in scalp and soft tissue defect. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2020;36(12):1204-7. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn501120-20200215-00061>
9. Han Y, Zhao J, Tao R, Guo L, Yang H, Zeng W, et al. Repair of craniomaxillofacial traumatic soft tissue defects with tissue expansion in the early stage. *J Craniofac Surg*. 2017;28(6):1477-80. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000003852>
10. Gus E, Zhu J, Brooks SG. Postburn breast reconstruction: A scoping review. *Scars Burn Heal*. 2023;9:20595131231202100. <https://doi.org/10.1177/20595131231202100>
11. Byun SH, Kim SY, Lee H, Lim HK, Kim JW, Lee UL, et al. Soft tissue expander for vertically atrophied alveolar ridges: Prospective, multicenter, randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res*. 2020;31(7):585-594. <https://doi.org/10.1111/clr.13595>

12. Ruiz YG, Gutiérrez JCL. Multiple tissue expansion for giant congenital melanocytic nevus. *Ann Plast Surg.* 2017;79(6):37-40. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000001215>
13. Hussain SH, Limthongkul B, Humphreys TR. The biomechanical properties of the skin. *Dermatol Surg.* 2013;39(2):193-203. <https://doi.org/10.1111/dsu.12095>
14. Aragona M, Sifrim A, Malfait M, Song Y, Van Herck J, Dekoninck S, et al. Mechanisms of stretch-mediated skin expansion at single-cell resolution. *Nature.* 2020;584(7820):268-73. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2555-7>.
15. Богданов СБ. Виды кожных аутопластик. Атлас. Краснодар, РФ: ООО «Клуб Печати»; 2018. 200 с.
16. Азаматович ШЖ, Улашович ТИУ, Абдуганиевич МА., Холдорович СС. Особенности хирургической тактики при операциях синдактилии у детей. *Research Journal of Trauma and Disability Studies.* 2024;3(5):122-6.
17. Федянин СД, Косинец ВА. Совершенствование комплексного лечения хирургических инфекций кожи и мягких тканей. *Хирургия. Восточная Европа.* 2021;10(3):371-8.
18. Поляков АВ, Богданов СБ, Афанасов ИМ, Каракулев АВ, Богданова ЮА, Зиновьев ЕВ, и др. Использование раневых покрытий на основе хитозана «хитопран» в лечении больных с ожоговой травмой. *Инновационная медицина Кубани.* 2019;15(3):25-31.
19. Аладына ВА, Богданов СБ. 85 лет пластики полнослойным лоскутом по Красовитову. *Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе.* 2021;1:6.
20. Богданов СБ, Аладына ВА, Марченко ДН, Поляков АВ, Мелконян КИ, Гилевич ИВ, и др. Хирургические аспекты приживления полнослойного кожного аутоотрансплантата на гранулирующую рану. *Инновационная медицина Кубани.* 2020;18(2):41-5.
21. Митиш ВА, Мединский ПВ, Багаев ВГ. Хирургическое лечение обширной скальпированной раны теменно-затылочной области. *Раны и раневые инфекции. Журнал имени профессора Б.М. Костюченко.* 2021;8(1):42-9.
22. Бобоев РС, Мухаметзянова АТ, Пеканова ЕВ, Зубарева АС. Применение метода пластики местными тканями при удалении новообразований челюстно-лицевой области. *Университетская медицина Урала.* 2021;25(7):29-32.
23. Александров АВ, Гончарук ПВ, Идрис ЛЯ, Рыбченко ВВ, Смирнов АА, Хагуров РА. Хирургическая реконструкция мягких тканей дистальных фаланг пальцев кисти у детей. Обзор литературы. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии.* 2024;14(1):107-20. <https://doi.org/10.17816/psaic1766>
24. Alawi SA, Rudari M, Dragu A. Evidence-based research in plastic and aesthetic surgery: cross-sectional analysis of research papers between 2019 and 2021. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2023;55(2):159-66. <https://doi.org/10.1055/a-1992-5705>
25. Bakhiet MY, Alshareef AM, Abuelnour AEK, Asiri MN, Alzahrani RAJ, Alghamdi SMS, et al. Publications in plastic surgery and reconstruction: A review from a developing country, Sudan. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2024;12(5):e5761. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000005761>
26. Karimi H, Latifi NA, Momeni M, Sedigh-Maroufi S, Karimi AM, Akhoondinasab MR. Tissue expanders; review of indications, results and outcome during 15 years' experience. *Burns.* 2019;45(4):990-1004. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2018.11.017>
27. Гилевич ИВ, Федоренко ТВ, Коломийцева ЕА, Богданов СБ, Семенченко АА, Иващук ЮВ. Достижения клеточной терапии в комбустиологии. *Инновационная медицина Кубани.* 2017;6(2):6-14.
28. Богданов СБ, Гилевич ИВ, Федоренко ТВ, Коломийцева ЕА, Поляков АВ. Возможности применения клеточной терапии в кожно-пластических операциях. *Инновационная медицина Кубани.* 2018;11(3):16-21.
29. Guimarães CF, Gasperini L, Marques AP, Reis RL. The stiffness of living tissues and its implications for tissue engineering. *Nature Reviews Materials.* 2020;5:351-70. <https://doi.org/10.1038/s41578-019-0169-1>
30. Tong X, Lu J, Zhang W, Wang S, Huang R, Zhang X, et al. Efficacy and safety of external tissue expansion technique in the treatment of soft tissue defects: A
12. Ruiz YG, Gutiérrez JCL. Multiple tissue expansion for giant congenital melanocytic nevus. *Ann Plast Surg.* 2017;79(6):37-40. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000001215>
13. Hussain SH, Limthongkul B, Humphreys TR. The biomechanical properties of the skin. *Dermatol Surg.* 2013;39(2):193-203. <https://doi.org/10.1111/dsu.12095>
14. Aragona M, Sifrim A, Malfait M, Song Y, Van Herck J, Dekoninck S, et al. Mechanisms of stretch-mediated skin expansion at single-cell resolution. *Nature.* 2020;584(7820):268-73. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2555-7>.
15. Bogdanov SB. *Vidy kozhnykh autoplastik. Atlas [Types of skin autoplasty. Atlas].* Krasnodar, RF: OOO «Klub Pechati»; 2018: 200 p.
16. Azamatovich ShZh, Ulashovich TIU, Abduganievich MA, Kholdorovich SS. Osobennosti khirurgicheskoy taktiki pri operatsiyakh sindaktilii u detey [Features of surgical tactics in syndactyly operations in children]. *Research Journal of Trauma and Disability Studies.* 2024;3(5):122-6.
17. Fedyanin SD, Kosinets VA. Sovershenstvovanie kompleksnogo lecheniya khirurgicheskikh infektsiy kozhi i myagkikh tkaney [Improving the comprehensive treatment of surgical infections of the skin and soft tissues]. *Kyirurgiya. Vostochnaya Evropa.* 2021;10(3):371-8.
18. Polyakov AV, Bogdanov SB, Afanasov IM, Karakulev AV, Bogdanova YuA, Zinoviev EV, i dr. Ispol'zovanie ranevykh pokrytiy na osnove khitozana "khitopran" v lechenii bol'nykh s ozhogovoy travмой [The use of chitosan-based wound coatings "chitopran" in the treatment of patients with burn injury]. *Innovatsionnaya meditsina Kubani.* 2019;15(3):25-31.
19. Aladyina VA, Bogdanov SB. 85 let plastiki polnosloynym loskutom po Krasovitolvu [85 years of plastic surgery with a full-layer flap according to Krasovitolv]. *Neotlozhnaya khirurgiya im. I.I. Dzhanelidze.* 2021;1:6.
20. Bogdanov SB, Aladyina VA, Marchenko DN, Polyakov AV, Melkonyan KI, Gilevich IV, i dr. Khirurgicheskie aspekty prizhivleniya polnosloynogo kozhnogo autotransplantata na granuliruyushchuyu ranu [Surgical aspects of engraftment of a full-layer skin autograft on a granulating wound]. *Innovatsionnaya meditsina Kubani.* 2020;18(2):41-5. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-18-2-41-45>
21. Mitish VA, Medinskiy PV, Bagaev VG. Khirurgicheskoe lechenie obshirnoy skal'pированной rany temenno-zatylochnoy oblasti [Surgical treatment of an extensive scalp wound of the parietal-occipital region]. *Rany i ranevye infektsii. Zhurnal imeni professora B.M. Kostyuchyonka.* 2021;8(1):42-9. <https://doi.org/10.25199/2408-9613-2021-8-1-42-49>
22. Boboev RS, Mukhametzyanova AT, Pkanova EV, Zubareva AS. Primenenie metoda plastiki mestnymi tkanyami pri udalenii novoobrazovaniy chelyustno-licevoy oblasti [Application of the method of plastic surgery with local tissues in the removal of neoplasms of the maxillofacial region]. *Universitetskaya meditsina Urala.* 2021;25(7):29-32.
23. Aleksandrov AV, Goncharuk PV, Idris LY, Rybchenok VV, Smirnov AA, Khagurov RA. Khirurgicheskaya rekonstruktsiya myagkikh tkaney distal'nykh falang pal'tsev kisti u detey. Obzor literatury [Soft tissue surgical reconstruction of distal phalanges in children. Review]. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii.* 2024;14(1):107-20. <https://doi.org/10.17816/psaic1766>
24. Alawi SA, Rudari M, Dragu A. Evidence-based research in plastic and aesthetic surgery: cross-sectional analysis of research papers between 2019 and 2021. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2023;55(2):159-66. <https://doi.org/10.1055/a-1992-5705>
25. Bakhiet MY, Alshareef AM, Abuelnour AEK, Asiri MN, Alzahrani RAJ, Alghamdi SMS, et al. Publications in plastic surgery and reconstruction: A review from a developing country, Sudan. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2024;12(5):e5761. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000005761>
26. Karimi H, Latifi NA, Momeni M, Sedigh-Maroufi S, Karimi AM, Akhoondinasab MR. Tissue expanders; review of indications, results and outcome during 15 years' experience. *Burns.* 2019;45(4):990-1004. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2018.11.017>
27. Gilevich IV, Fedorenko TV, Kolomiitseva EA, Bogdanov SB, Semenchenko AA, Ivashchuk YuV. Dostizheniya kletochnoy terapii v kombustsiologii [Achievements of cell therapy in combustiology]. *Innovatsionnaya meditsina Kubani.* 2017;6(2):6-14.
28. Bogdanov SB, Gilevich IV, Fedorenko TV, Kolomiitseva EA, Polyakov AV. Vozmozhnosti primeneniya kletochnoy terapii v kozhno-plasticheskikh operatsiyakh [The possibilities of using cell therapy in skin plastic surgery]. *Innovatsionnaya meditsina Kubani.* 2018;11(3):16-21.
29. Guimarães CF, Gasperini L, Marques AP, Reis RL. The stiffness of living tissues and its implications for tissue engineering. *Nature Reviews Materials.* 2020;5:351-70. <https://doi.org/10.1038/s41578-019-0169-1>
30. Tong X, Lu J, Zhang W, Wang S, Huang R, Zhang X, et al. Efficacy and safety of external tissue expansion technique in the treatment of soft tissue defects: A

- systematic review and meta-analysis of outcomes and complication rates. *Burns & Trauma*. 2022; 10:tkac045. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkac045>
31. Guo Y, Song Y, Xiong S, Wang T, Liu W, Yu Z, et al. Mechanical stretch induced skin regeneration: Molecular and cellular mechanism in skin soft tissue expansion. *Int J Mol Sci*. 2022;23(17):9622. <https://doi.org/10.3390/ijms23179622>
 32. Yu Z, Liu S, Cui J, Song Y, Wang T, Song B, et al. Early histological and ultrastructural changes in expanded murine scalp. *Ultrastruct Pathol*. 2020;44(1):141-52. <https://doi.org/10.1080/01913123.2020.1720876>
 33. Liu S, Ding J, Zhang Y, Cheng X, Dong C, Song Y, et al. Establishment of a novel mouse model for soft tissue expansion. *J Surg Res*. 2020;253:238-44. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.03.005>
 34. Liu H, Yu Z, Wang J, Zhang X, Lei L, Zhang Y, et al. Effects of botulinum toxin a on the blood flow in expanded rat skin. *J Invest Surg*. 2022;35(5):1036-43. <https://doi.org/10.1080/08941939.2021.1995539>
 35. Tiryaki T, Cohen SR, Turkay SC, Kocak P, Sterodimas A, Schlaudraff KU, et al. Hybrid stromal vascular fraction (Hybrid-SVF): A new paradigm in mechanical regenerative cell processing. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2022;10(12):e4702. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000004702>
 36. Jinming W, Caiyue L, Baojin W, Antang L, Yingfan Z, Hui W, et al. Effects of platelet-rich plasma on tissue expansion in rabbits. *Aesthetic Plast Surg*. 2017;41(2):454-60. <https://doi.org/10.1007/s00266-017-0797-z>
 37. Маликов МХ, Артыков КП, Каримзаде ГД, Джононов ДД, Махмадкулова НА, Хасанов МА. Устранение посттравматических дефектов покровных тканей верхних конечностей. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина*. 2020;1:54-62.
 38. Пятаков СН, Барышев АГ, Муханов МЛ, Федюшкин ВВ, Архипов ОИ, Порханов ВА, и др. Случай успешного применения нового устройства для дозированного растяжения мягких тканей при лечении пострадавшего с обширным посттравматическим раневым дефектом голени. *Политравма*. 2024;3:84-9.
 39. Павленко ИВ, Гостев ВН, Андрияхин КВ. Современный взгляд на процессы механотрансдукции в здоровой и поврежденной коже: обзор литературы. *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова*. 2022;14(1):17-30. <https://doi.org/10.17816/mechnikov104610>
 40. Пятаков СН, Богданов СБ, Сапрыгин ПБ, Афоничев КА, Баиндурашвили АГ, Степанова ЮВ, и др. *Дозированное растяжение мягких тканей: Руководство для врачей*. Москва, РФ: ООО «КЛУБ ПЕЧАТИ»; 2022. 229 с.
 41. Федюшкин ВВ, Барышев АГ, Пятаков СН, Гуменюк СЕ, Алуханян ОА, Бенсман ВМ. Вакуумная терапия в комплексном лечении гнойно-некротических заболеваний мягких тканей: клинические случаи. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2023;30(2):102-15. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2023-30-2-102-115>
 42. Topaz M, Ashkenazi I, Barzel O, Biswas S, Atar D, Shadmi N. Minimizing treatment complexity of combat-related soft tissue injuries using a dedicated tension relief system and negative pressure therapy augmented by high-dose in situ antibiotic therapy and oxygen delivery: A retrospective study. *Burns & Trauma*. 2021;9:tkab007. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkab007>
 - systematic review and meta-analysis of outcomes and complication rates. *Burns & Trauma*. 2022; 10:tkac045. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkac045>
 31. Guo Y, Song Y, Xiong S, Wang T, Liu W, Yu Z, et al. Mechanical stretch induced skin regeneration: Molecular and cellular mechanism in skin soft tissue expansion. *Int J Mol Sci*. 2022;23(17):9622. <https://doi.org/10.3390/ijms23179622>
 32. Yu Z, Liu S, Cui J, Song Y, Wang T, Song B, et al. Early histological and ultrastructural changes in expanded murine scalp. *Ultrastruct Pathol*. 2020;44(1):141-52. <https://doi.org/10.1080/01913123.2020.1720876>
 33. Liu S, Ding J, Zhang Y, Cheng X, Dong C, Song Y, et al. Establishment of a novel mouse model for soft tissue expansion. *J Surg Res*. 2020;253:238-44. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.03.005>
 34. Liu H, Yu Z, Wang J, Zhang X, Lei L, Zhang Y, et al. Effects of botulinum toxin a on the blood flow in expanded rat skin. *J Invest Surg*. 2022;35(5):1036-43. <https://doi.org/10.1080/08941939.2021.1995539>
 35. Tiryaki T, Cohen SR, Turkay SC, Kocak P, Sterodimas A, Schlaudraff KU, et al. Hybrid stromal vascular fraction (Hybrid-SVF): A new paradigm in mechanical regenerative cell processing. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2022;10(12):e4702. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000004702>
 36. Jinming W, Caiyue L, Baojin W, Antang L, Yingfan Z, Hui W, et al. Effects of platelet-rich plasma on tissue expansion in rabbits. *Aesthetic Plast Surg*. 2017;41(2):454-60. <https://doi.org/10.1007/s00266-017-0797-z>
 37. Malikov MKh, Artykov KP, Karimzade GD, Dzhononov DD, Makhmadkulova NA, Khasanov MA. Ustranenie posttravmaticheskikh defektov pokrovnykh tkaney verkhnykh konechnostey [Elimination of post-traumatic defects of the integumentary tissues of the upper extremities]. *Plasticheskaya khirurgiya i esteticheskaya meditsina*. 2020;1:54-62.
 38. Pyatakov SN, Baryshev AG, Mukhanov ML, Fedyushkin VV, Arkhipov OI, Porkhanov VA, i dr. Sluchay uspehnogo primeneniya novogo ustroystva dlya dozirovannogo rastyazheniya myagkikh tkaney pri lechenii postradavshogo s obshirnym posttravmaticheskim ranevym defektom goleni [A case of successful application of a new device for metered stretching of soft tissues in the treatment of a victim with extensive post-traumatic wound defect of the lower leg]. *Poli-travma*. 2024;3:84-9.
 39. Pavlenko IV, Gostev VN, Andryukhin KV. Sovremennyy vzglyad na protsessy mekhanotransduktzii v zdorovoy i povrezhdynnoy kozhe: obzor literatury [Modern view on mechanotransduction processes in healthy and damaged skin: Literature review]. *Vestnik Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. I.I. Mechnikova*. 2022;14(1):17-30. <https://doi.org/10.17816/mechnikov104610>
 40. Pyatakov SN, Bogdanov SB, Saprygin PB, Afonichev KA, Baindurashvili AG, Stepanova YuV, i dr. *Dozirovannoe rastyazhenie myagkikh tkaney. Rukovodstvo dlya vrachey* [Dosed stretching of soft tissues: A guide for doctors]. Moscow, RF: ООО «КЛУБ ПЕЧАТИ»; 2022. 229 p.
 41. Fedyushkin VV, Baryshev AG, Pyatakov SN, Gumenyuk SE, Alukhanyan OA, Bensman VM. Vakuumnaya terapiya v kompleksnom lechenii gnoyno-nekroticheskikh zabolevaniy myagkikh tkaney: klinicheskie sluchai [Vacuum therapy in the complex treatment of purulent-necrotic diseases of soft tissues: Clinical cases]. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*. 2023;30(2):102-15. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2023-30-2-102-115>
 42. Topaz M, Ashkenazi I, Barzel O, Biswas S, Atar D, Shadmi N. Minimizing treatment complexity of combat-related soft tissue injuries using a dedicated tension relief system and negative pressure therapy augmented by high-dose in situ antibiotic therapy and oxygen delivery: A retrospective study. *Burns & Trauma*. 2021;9:tkab007. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkab007>

И СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Пятаков Станислав Николаевич, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры хирургии № 1, Кубанский государственный медицинский университет

Scopus ID: 57194482436

ORCID ID: 0000-0002-3096-0008

SPIN-код: 1386-0007

Author ID: 691148

E-mail: spyatakov@inbox.ru

И AUTHORS' INFORMATION

Pyatakov Stanislav Nikolaevich, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Surgery No. 1, Kuban State Medical University

Scopus ID: 57194482436

ORCID ID: 0000-0002-3096-0008

SPIN: 1386-0007

Author ID: 691148

E-mail: spyatakov@inbox.ru

Порханов Владимир Алексеевич, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, главный врач, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. профессора Очаповского

Researcher ID: O-9470-2017
Scopus ID: 6602279459
ORCID ID: 0000-0003-0572-1395
SPIN-код: 2446-5933
Author ID: 682896
E-mail: kkb1@mail.ru

Решетов Игорь Владимирович, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор Института кластерной онкологии им. профессора Л.Л. Левшина; заведующий кафедрой онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

Researcher ID: J-7005-2014
Scopus ID: 6701353127
ORCID ID: 0000-0002-0909-6278
SPIN-код: 3845-6604
Author ID: 103745
E-mail: reshetoviv@mail.ru

Муханов Михаил Львович, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры хирургии № 1, Кубанский государственный медицинский университет

Scopus ID: 57194408950
ORCID ID: 0000-0002-9061-6014
SPIN-код: 3684-9725
Author ID: 818395
E-mail: pputinn@yandex.ru

Бережной Андрей Константинович, инженер лаборатории экспериментальной и клеточной медицины, Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский университет)

Scopus ID: 57789962500
ORCID ID: 0000-0001-8484-6510
SPIN-код: 7141-0530
Author ID: 1202627
E-mail: berezhnoi.ak@phystech.edu

Сергеева Татьяна Олеговна, инженер лаборатории экспериментальной и клеточной медицины, Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский университет)

Scopus ID: 57789962500
ORCID ID: 0009-0004-2753-8270
E-mail: sergeeva2969@yandex.ru

Пятакова Светлана Николаевна, заместитель главного врача по организационно-методической работе, врач-хирург, Городская больница № 4 г. Сочи

ORCID ID: 0009-0000-7808-5233
E-mail: s_pyatakova@inbox.ru

Чайка Александр Дмитриевич, врач-хирург отделения гнойной хирургии, Городская больница № 4 г. Сочи

ORCID ID: 0000-0006-5303-269X
E-mail: chaika.work@mail.ru

Мотиков Артём Борисович, заведующий хирургическим отделением № 2, Городская больница № 3 г. Сочи

ORCID ID: 0009-0005-2702-7793
E-mail: motikoff@mail.ru

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

В статье представлены результаты исследования выполненного в рамках реализации проекта – победителя Конкурса «Приоритет 2030-КубГМУ». Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

Конфликт интересов: отсутствует

Porkhanov Vladimir Alekseevich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Chief Physician, Scientific Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1 named after Professor Ochapovsky

Researcher ID: O-9470-2017
Scopus ID: 6602279459
ORCID ID: 0000-0003-0572-1395
SPIN: 2446-5933
Author ID: 682896
E-mail: kkb1@mail.ru

Reshetov Igor Vladimirovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Director of the Levshin Institute of Cluster Oncology; Head of the Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Researcher ID: J-7005-2014
Scopus ID: 6701353127
ORCID ID: 0000-0002-0909-6278
SPIN: 3845-6604
Author ID: 103745
E-mail: reshetoviv@mail.ru

Mukhanov Mikhail Lvovich, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Surgery No. 1, Kuban State Medical University

Scopus ID: 57194408950
ORCID ID: 0000-0002-9061-6014
SPIN: 3684-9725
Author ID: 818395
E-mail: pputinn@yandex.ru

Berezhnoy Andrey Konstantinovich, Engineer, Laboratory of Experimental and Cellular Medicine, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University)

Scopus ID: 57789962500
ORCID ID: 0000-0001-8484-6510
SPIN: 7141-0530
Author ID: 1202627
E-mail: berezhnoi.ak@phystech.edu

Sergeeva Tatyana Olegovna, Engineer, Laboratory of Experimental and Cellular Medicine, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University)

Scopus ID: 57789962500
ORCID ID: 0009-0004-2753-8270
E-mail: sergeeva2969@yandex.ru

Pyatakova Svetlana Nikolaevna, Deputy Chief Physician for Organizational and Methodological Work, Surgeon, Sochi City Hospital No. 4

ORCID ID: 0009-0000-7808-5233
E-mail: s_pyatakova@inbox.ru

Chayka Aleksandr Dmitrievich, Surgeon, Department of Purulent Surgery, Sochi City Hospital No. 4

ORCID ID: 0000-0006-5303-269X
E-mail: chaika.work@mail.ru

Motikov Artyom Borisovich, Head of the Surgical Department No. 2, Sochi City Hospital No. 3

ORCID ID: 0009-0005-2702-7793
E-mail: motikoff@mail.ru

Information about support in the form of grants, equipment, medications

This article presents the findings of a study conducted as part of a project that won the "Priority 2030" competition at Kuban State Medical University, Russia. The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest

✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Пятаков Станислав Николаевич

доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры хирургии № 1, Кубанский государственный медицинский университет

350063, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Им. Митрофана Седина, 4 (Центральный микрорайон)

Тел.: +7 (918) 4755575

E-mail: spyatakov@inbox.ru

✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Pyatakov Stanislav Nikolaevich

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Surgery No. 1, Kuban State Medical University

350063, Russian Federation, Krasnodar, Mitrofan Sedin str., 4 (Central micro-district)

Tel.: +7 (918) 4755575

E-mail: spyatakov@inbox.ru

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайн исследования: ПСН, ПВА, РИВ

Сбор материала: ММЛ, БАК, СТО, ПСН, ЧАД, МАБ

Анализ полученных данных: ПСН, ПВА, РИВ, ММЛ, БАК

Подготовка текста: ММЛ, СТО, ПСН, ЧАД, МАБ

Редактирование: ПСН, ПВА, РИВ

Общая ответственность: ПСН

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: PSN, PVA, RIV

Data collection: MML, BAK, STO, PSN, ChAD, MAB

Analysis and interpretation: PSN, PVA, RIV, MML, BAK

Writing the article: MML, STO, PSN, ChAD, MAB

Critical revision of the article: PSN, PVA, RIV

Overall responsibility: PSN

Поступила

31.10.24

Принята в печать

28.08.25

Submitted

31.10.24

Accepted

28.08.25