

doi: 10.25005/2074-0581-2022-24-2-265-274

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОСКУТА ШИРОЧАЙШЕЙ МЫШЦЫ СПИНЫ ПРИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

М.Х. МАЛИКОВ<sup>1</sup>, А.А. ДАВЛАТОВ<sup>1,2</sup>, Д.Д. ДЖОНОНОВ<sup>2</sup>, Н.А. МАХМАДКУЛОВА<sup>3</sup>, Г.Д. КАРИМ-ЗАДЕ<sup>1</sup>,  
Б.А. ОДИНАЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кафедра хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усманова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>2</sup> Отделение реконструктивной и пластической микрохирургии, Республиканский научный центр сердечно-сосудистой хирургии, Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>3</sup> Кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии, Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

**Цель:** улучшение результатов хирургической коррекции функциональной несостоятельности верхней конечности (ФНК) с использованием лоскута на основе широчайшей мышцы спины (ШМС).

**Материал и методы:** ФНК имела место у 76 пациентов при ишемической контрактуре Фолькмана (ИКФ) тяжёлой степени тяжести (57), посттравматических дефектах мягких тканей (11) и брахиоплекситах (8). Из 57 больных с ИКФ в 30 наблюдениях, наряду с тяжёлыми дегенеративными изменениями мягких тканей, сосудисто-нервных пучков (СНП) и сухожилий, имел место дефект кожного покрова. Посттравматические дефекты предплечья (11) в 5 наблюдениях сопровождались повреждением СНП и сухожилий. При брахиоплекситах проявление изолированного повреждения кожно-мышечного нерва имело место у 6, сочетание повреждения этого нерва с выпадением функции лучевого нерва – у 2 пациентов.

**Результаты:** перемещение лоскута ШМС в позицию двуглавой мышцы плеча было осуществлено при брахиоплексите (8), а свободная пересадка трансплантата осуществлялась при ИКФ (57) и дефектах покровных тканей предплечья (11). Активное сгибание предплечья после перемещения мышечного лоскута отмечалось через 4 недели, тогда как после пересадки трансплантата при ИКФ восстановление функции захвата кисти началось в первые 6 месяцев и усиливалось в течение 1 года и более.

**Заключение:** использование лоскута ШМС при хирургической коррекции посттравматической ФНК позволило восстановить утраченные функции грубого захвата кисти и сгибания предплечья. Если для использования на предплечье возможна только свободная пересадка лоскута с относительно длительным периодом восстановления функции конечности, то на плече перемещённый вариант лоскута ШМС позволяет в кратчайшие сроки достичь желаемого функционального результата.

**Ключевые слова:** *верхняя конечность, лоскут широчайшей мышцы спины, контрактура Фолькмана, мягкотканый дефект, брахиоплексит.*

**Для цитирования:** Маликов МХ, Давлатов АА, Джононов ДД, Махмадкулова НА, Карим-Заде ГД, Одинаев БА. Использование лоскута широчайшей мышцы спины при посттравматической функциональной несостоятельности верхней конечности. *Вестник Авиценны*. 2022;24(2):265-74. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2022-24-2-265-274>

## THE LATISSIMUS DORSI MUSCLE FLAP TRANSFER IN SURGICAL CORRECTION OF POST-TRAUMATIC UPPER LIMB DYSFUNCTION

M.KH. MALIKOV<sup>1</sup>, A.A. DAVLATOV<sup>1,2</sup>, D.D. DZHONONOV<sup>2</sup>, N.A. MAKHMADKULOVA<sup>3</sup>, G.D. KARIM-ZADE<sup>1</sup>,  
B.A. ODINAEV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>2</sup> Department of Reconstructive and Plastic Microsurgery, Republican Scientific Center for Cardiovascular Surgery, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>3</sup> Department of Topographic Anatomy and Operative Surgery, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

**Objective:** To improve the outcomes of surgical correction of upper limb dysfunction (ULD) using the latissimus dorsi flap (LDF).

**Methods:** ULD occurred in 76 patients with Volkmann's ischemic contracture (VIC), post-traumatic soft tissue defects, and brachial plexitis in 57, 11, and 8 cases, respectively. Out of 57 patients with VIC, in 30 cases, a skin defect was observed along with severe degenerative changes in soft tissues, neurovascular bundles (NVBs) and tendons. Post-traumatic forearm defects (n=11) in 5 cases were accompanied by damage to the NVBs and tendons. In brachial plexitis, isolated injury to the musculocutaneous nerve occurred in 6 patients, and a combination of nerve lesions with radial nerve palsy – in 2 patients.

**Results:** Transposition of LDF to the biceps brachii for the treatment of brachial plexitis, free muscle transplantation for the treatment of VIC and forearm soft tissue defects were performed in 8, 57, and 11 cases, respectively. Active forearm flexion after the muscle flap transposition was noted after 4 weeks. In contrast, after graft transplantation in VIC, the grip function restoration began after 6 months and improved within 1 year and beyond.

**Conclusion:** Using the LDF in surgical correction of post-traumatic ULD allowed restoring the lost functions of the crushing grip and forearm flexion. For the forearm, only free flap transplantation with a relatively long period of limb function recovery is possible. In contrast, the transpositioned LDF to the biceps allows achieving the desired functional outcomes in the shortest possible time.

**Keywords:** *Upper limb, latissimus dorsi flap, Volkmann's contracture, soft-tissue defect, brachial plexitis.*

**For citation:** Malikov MKh, Davlatov AA, Dzhononov DD, Makhmadkulova NA, Karim-Zade GD, Odinaev BA. Ispol'zovanie loskuta shirochayshey myshtsy spiny pri posttravmaticheskoy funktsional'noy nesostoyatel'nosti verkhney konechnosti [The latissimus dorsi muscle flap transfer in surgical correction of post-traumatic upper limb dysfunction]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2022;24(2):265-74. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2022-24-2-265-274>

## ВВЕДЕНИЕ

Рост частоты травм верхней конечности в последние десятилетия связан с учащением дорожно-транспортных происшествий, электрических травм и широким использованием электрических приборов в быту [1]. Анализ литературы последних лет показывает, что отмеченные выше механизмы травмы верхней конечности носят сочетанный характер и нередко сопровождаются развитием обширного тканевого дефекта [2, 3]. Из сообщений авторов следует, что частота сочетанной травмы верхней конечности варьирует от 23 до 50% [4-6].

Последствия сочетанной травмы верхней конечности имеют самые разнообразные проявления; при этом сложными в прогностическом отношении являются ИКФ тяжёлой степени и тотальные брахиоплекситы. Последние приводят к развитию фиброзного перерождения мышц, тяжёлым дегенеративным изменениям СНП и, в конце концов, к ФНВК [7-8].

Хирургическая коррекция посттравматической функциональной несостоятельности кисти является одной из сложных проблем реконструктивной микрохирургии. Многие аспекты данной проблемы по сей день остаются нерешёнными и требуют дальнейшего поиска оптимальных вариантов реконструкции [9].

Широкое внедрение в клиническую практику микрохирургических методов дало возможность выполнить транспозицию и свободную пересадку сложносоставных трансплантатов при непоправимых повреждениях нервных стволов и мышц верхней конечности. Благодаря использованию методик микрохирургической трансплантации тканей на верхнюю конечность, у большинства обречённых на инвалидизацию пострадавших появилась реальная возможность реабилитации и улучшения качества их жизни [10-12].

Первые упоминания относительно применения лоскута на основе ШМС были сделаны ещё в 1896 году I. Tansini, однако первая свободная пересадка лоскута на верхнюю конечность при ИКФ была выполнена в 1978 году Manktelow RT и McKee NH [13].

С тех пор в литературе появилось множество сообщений, где указывалось о применении лоскута при рубцовых дефектах верхней конечности вследствие электрической травмы, ИКФ, при дефектах шеи, лица и прочих участков тела [14]. Кожно-мышечный лоскут на основе ШМС нашёл широкое применение после резекции опухолей молочных желёз, шеи и груди [15, 16]. Имеются работы, в которых указывается о свободной пересадке трансплантата после резекции сарком верхней конечности [17]. По сей день совершенствуются техника и способы поднятия лоскута ШМС, а также варианты его использования в зависимости от преследуемой цели реконструктивной операции [18].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Показать возможности транспозиционной и свободной пересадки реиннервированного и реваскуляризованного лоскута широчайшей мышцы спины при посттравматической функциональной несостоятельности верхней конечности.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

За период с 2000 по 2022 годы в отделении реконструктивной и пластической микрохирургии Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии 76 больным была выполнена транспозиция (8) и свободная пересадка (68) лоскута ШМС при последствиях травм верхней конечности. Среди пациентов мужчин было 54 (71,1%), женщин – 22 (28,9%). Возраст пациентов

## INTRODUCTION

The increased frequency of injuries to the upper limb in recent decades is associated with increased road traffic accidents and electrical injuries due to the wide use of electrical appliances and tools [1]. The literature review shows that the mechanisms involved are combined and often accompanied by an extensive tissue defect [2, 3]. The authors reported the combined traumatic upper limb injury incidence as 23-50% [4-6].

Consequences of combined injury of the upper limb have a wide variety of manifestations; at the same time, severe VIC and total brachial plexus palsy (C5-T1) prognostically challenging group of patients. The latter lead to muscle fibre degeneration, severe degenerative changes in the NVBs, and, ultimately, ULD [7-8].

Surgical correction of post-traumatic ULD is one of the most challenging problems in reconstructive microsurgery. Many aspects of this problem remain unresolved and require a further search for optimal reconstruction options [9].

The widespread introduction of microsurgical techniques into clinical practice has made it possible to perform transposition and free transplantation of composite grafts in case of irreparable damage to the nerve trunks and muscles of the upper limb. The use of the microsurgical technique in tissue transplantation on the upper limb made it possible for most patients previously doomed to disability to have a real opportunity for rehabilitation and improvement of their quality of life [10-12].

The LDF was used first by Ignio Tansini in 1896. However, the first free muscle transplantation for VIC was performed in 1978 by Manktelow RT and McKee NH [13].

Since then, there have been numerous reports on the use of a flap for correction of upper limb scar defects due to electrical injury, VIC, as well as for defects in the neck, face, and other parts of the body [14]. Furthermore, a musculocutaneous LDF has found wide application after resection of tumours of the mammary glands, neck, and chest [15, 16]. In addition, some authors report on using musculocutaneous LDF after resectioning the sarcoma of the upper limb [17]. Over time, the technique and lifting of the LDF have been improved. Moreover, the clinical applications depending on the task of the reconstructive operation are being vigorously studied [18].

## PURPOSE OF THE STUDY

To demonstrate the application of transposition and free flap transferring of the reinnervated and revascularized latissimus dorsi muscle flap in post-traumatic upper limb dysfunction.

## METHODS

Between 2000 and 2022, 76 patients with the sequelae of upper limb injury underwent LDF free flap transferring (n=68) and transposition (n=8) at the Department of Reconstructive and Plastic Microsurgery, Republican Scientific Center for Cardiovascular Surgery, Dushanbe, Republic of Tajikistan. Among the patients, there were 54 (71.1%) men and 22 (28.9%) women. The patients' ages ranged from 5 to 49 years, with a mean age of 20.1±8.3 years, while there were 24 children under 18 (31.6%). Right and left-sided injuries to the upper limb structures occurred in 34 (44.7%) and 42 (55.3%) patients, respectively. The table below

варьировал с 5 до 49 лет, составив в среднем  $20,1 \pm 8,3$  года; при этом детей в возрасте до 18 лет было 24 (31,6%). Повреждение структур правой верхней конечности имело место у 34 (44,7%), левой – у 42 (55,3%) пациентов. В табл. представлены патологические состояния, при которых был использован лоскут ШМС.

Из общего числа пациентов с ИКФ у 30 пострадавших тяжёлым дегенеративным изменениям СНП и сухожильно-мышечного аппарата конечности сопутствовали протяжённые дефекты кожного покрова передней поверхности предплечья площадью от  $45 \text{ см}^2$  до  $256 \text{ см}^2$ , которые в среднем составили  $146,8 \pm 0,4 \text{ см}^2$ . При этом, размеры использованных лоскутов варьировали от  $5 \times 9 \text{ см}$  до  $25 \times 12,5 \text{ см}$ .

Среди 11 пациентов с посттравматическим дефектом кожи и мягких тканей предплечья клинические проявления повреждения срединного нерва, сухожилий сгибателей пальцев, лучевой артерии имели место у 2, а признаки сочетанного повреждения срединного и локтевого нервов, сухожилий сгибателей кисти и пальцев, локтевой артерии – у 3 пациентов. Рубцово-изменённый кожный покров предплечья с повреждением подлежащих анатомических структур явился причиной развития афункциональной кисти (рис. 1).

При брахиоплекситах ( $n=8$ ) в 6 случаях имело место изолированное выпадение функции двуглавой мышцы плеча (рис. 2), из числа которых атрофия дельтовидной мышцы вследствие повреждения п. axillaris отмечалась в 2 наблюдениях (рис. 3).

У 2 остальных пациентов этой группы имели место повреждение п. musculocutaneus (рис. 4) и невозможность разгибания кисти и пальцев из-за травмы п. radialis на уровне вторичных стволов плечевого сплетения (рис. 5).

Характер повреждения нервных стволов и сосудов верхней конечности определялся методами электронейромиографии (ЭНМГ) и ультразвуковой доплерографии (УЗДГ). В ряде случаев, в связи с тяжестью и протяжённостью дефекта покровных тканей, для выбора донорской артерии при пересадке свободной мышцы была выполнена ангиография.

Для оценки функциональных результатов критерием служила степень сокращения мышцы: при произвольном сокращении мышцы без активного сгибания пальцев (при пересадке на предплечье) или без активного сгибания предплечья (при перемещении на плечо) результат считался отрицательным; при активном сгибании пальцев (пересадка лоскута ШМС на предплечье) или активном сгибании предплечья (перемещение лоскута ШМС на плечо) результат был признан как удовлетворительный; активное сгибание пальцев кисти с преодолением сопротивления (пересадка лоскута ШМС на предплечье) или активное сгибание предплечья с преодолением сопротивления (перемещение лоскута ШМС на плечо) свидетельствовали о хорошем результате.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica 10.0 (StatSoft Inc., USA). Выполнена описательная статистика, при этом количественные величины описаны в виде среднего значения и стандартной ошибки, а качественные величины представлены в виде абсолютных значений и долей (%).

**Таблица** Разновидности патологии верхней конечности

Патология / Pathological condition	Количество больных n	%
Ишемическая контрактура Фолькмана / Volkmann's ischemic contracture	57	75.0
Мягкотканые дефекты предплечья и кисти / Soft tissue defects of the hand and forearm	11	14.4
Посттравматические брахиоплекситы / Posttraumatic brachial plexitis	8	10.6
Итого / Total	76	100

presents the pathological conditions in which the LDF was used.

Of the total number of VIC patients, severe degenerative changes in the NVBs and the tendon-muscular system of the upper limb accompanied by extended anterior forearm skin defects were observed in 30 cases. The defect areas ranged from  $45 \text{ cm}^2$  to  $256 \text{ cm}^2$ , with a mean area of  $146.8 \pm 0.4 \text{ cm}^2$ . At the same time, the flap sizes used ranged from  $5 \times 9 \text{ cm}$  to  $25 \times 12.5 \text{ cm}$ .

Among 11 patients with post-traumatic forearm defects of the skin and soft tissues, the symptoms of a median nerve injury, flexor tendons, and radial artery were observed in 2 patients. At the same time, signs of combined median-ulnar nerve injuries, injuries of the flexor tendons of the hand and fingers, and ulnar artery injuries were observed in 3 patients. In addition, the scar-changed forearm skin with damage to the deeper anatomical structures resulted in a functional deficit of the hand (Fig. 1).

In brachial plexitis ( $n=8$ ), in 6 cases, there was an isolated loss of biceps brachii muscle function (Fig. 2), of which atrophy of the deltoid due to axillary nerve injury was noted in 2 cases (Fig. 3).

Other patients in this group ( $n=2$ ) were unable to flex the forearm at the elbow due to an injury to the musculocutaneous nerve (Fig. 4) in 1 case. And another patient was unable to extend the wrists and fingers due to radial nerve injury of the brachial plexus at the level of the cords (Fig. 5).

The injury to the nerve trunks and vessels of the upper limb was detected by electroneuromyography (ENMG) and Doppler ultrasonography (US). In some cases, due to severe soft tissue defects, angiography was performed to select a donor artery for free muscle transplantation.

To evaluate the functional results, muscle contraction results were interpreted as follows: voluntary muscle contraction without active fingers flexion (in LDF transfer to the forearm) or

**Рис. 1** Дефект мягких тканей предплечья



**Fig. 1** Soft tissue defect of the forearm

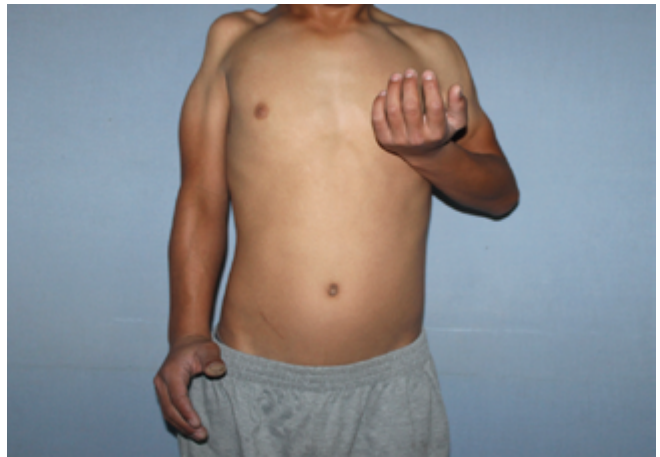
**Table** Post-traumatic pathological conditions upper limb in which the LDF was used expressed in absolute numbers (n) and percentage (%)

**Рис. 2** Атрофия мышц плечевого пояса



**Fig. 2** Shoulder girdle muscle atrophy

**Рис. 3** Выпадение функции двуглавой мышцы



**Fig. 3** Loss of biceps function

**Рис. 4** Невозможность активного сгибания предплечья



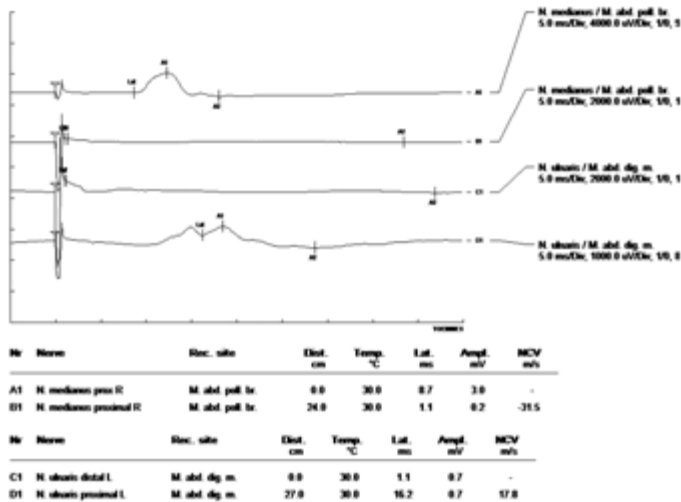
**Fig. 4** Inability to flex the forearm at the elbow

**Рис. 5** Невозможность разгибания кисти и пальцев



**Fig. 5** Inability to extend the wrist and fingers

**Рис. 6** Отсутствие проводимости по срединному и локтевому нервам



**Fig. 6** Median and ulnar nerve conduction study. The conduction block in the median and ulnar nerves

**Рис. 7** Отсутствие контрастирования сосудов предплечья



**Fig. 7** Upper extremity angiography. Forearm vessels are not contrasted

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно принятым принципам при ИКФ тяжёлой степени, пересадка мышечного трансплантата в 57 наблюдениях была осуществлена вторым этапом, после предварительно выполненных реконструкций повреждённых структур. При этом определение состояния донорских нервов и сосудов имело особое значение для осуществления окончательного этапа операции. Планирование пересадки мышечного трансплантата на фоне протяжённого рубцового процесса кожного покрова с необратимыми дегенеративными изменениями структур предплечья в основном зависело от данных ЭНМГ (рис. 6), УЗДГ и ангиографии конечности (рис. 7).

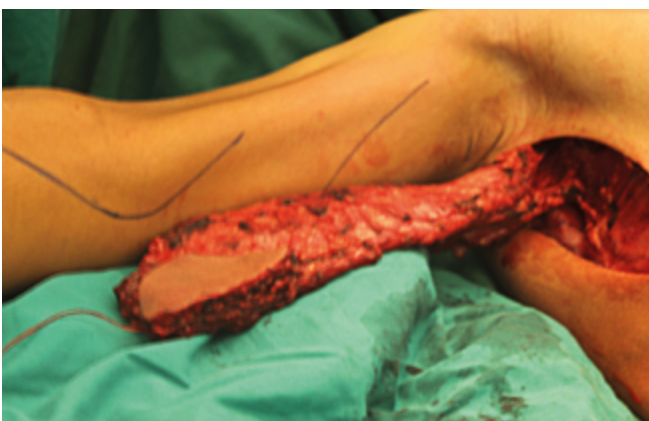
Более благополучными в плане восстановления адекватной функции конечности явились случаи травматического дефекта покровных тканей (11) и брахиоплекситов (8). В большинстве случаев (15) пострадавшим была предпринята одноэтапная операция, однако из-за сочетанного характера повреждения 4 пациентам с дефектом тканей предплечья (2) и брахиоплекситом (2) операция была разделена на два этапа (рис. 8, 9).

15 больным операции выполнены в один этап. Так, при дефекте мягких тканей предплечья (n=9) объём операции заключался в выполнении декомпрессии нервных стволов, сухожилий и пересадке васкуляризованного кожно-мышечного трансплантата. При брахиоплексите с изолированным выпадением функции двуглавой мышцы плеча (n=6) выполнялось перемещение лоскута ШМС в позицию упомянутой мышцы (рис. 10). Некоторые авторы

**Рис. 8** Перемещение мышечного лоскута в позицию двуглавой мышцы



**Fig. 8** Muscle flap transfer to the biceps



active forearm flexion (in LDF transfer to the biceps) were considered poor results; active fingers flexion (in LDF transfer to the forearm) or active forearm flexion (in LDF transfer to the biceps), were considered satisfactory results; active fingers flexion against resistance (in LDF transfer to the forearm) or active forearm flexion against resistance (in LDF transfer to the biceps) indicated a good result.

Statistical analysis was done using the Statistica 10.0 program (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Descriptive statistics were used, with quantitative variables expressed as means±standard deviation (SD) and categorical variables described in absolute numbers (n) and percentages (%).

## RESULTS AND DISCUSSION

According to the accepted protocols of severe VIC treatment, in 57 cases, muscle graft transferring was carried out as the second stage after the repair of damaged structures. In this case, determining the state of donor nerves and vessels was essential for the final stage of the reconstruction. The muscle graft transplantation in the presence of extended scarring of the skin and irreversible damage to the forearm soft tissues mainly depended on the results of ENMG (Fig. 6), Doppler US and upper extremity angiography (Fig. 7).

The conduction block in the median and ulnar nerves Forearm vessels are not contrasted

**Рис. 9** Сухожильно-мышечная транспозиция при повреждении n. radialis



**Fig. 9** Tendon-muscle transposition in case of radial nerve injury

**Рис. 10** Мобилизация лоскута ШМС

**Fig. 10** LDF transferring

More promising in restoring adequate limb function were cases of post-traumatic soft tissue defects (n=11) and brachial plexitis (n=8). In most cases (n=15), the patients underwent a single-stage surgery. However, due to the combined injury, in 4 patients with forearm soft tissue defects (2) and brachial plexitis (2), the reconstruction was divided into two stages (Fig. 8, 9).

15 patients were operated on in a single stage. Thus, in the case of the forearm soft tissue defect (n=9), the reconstruction included nerve trunk and tendons decompression and trans-

с этой целью производят транспозицию трапециевидной мышцы [19], другие же предпочитают отдавать лоскуту на основе трёхглавой мышцы плеча [20].

При изучении результатов лечения ИКФ было выявлено, что первые произвольные сокращения пересаженной мышцы появились в сроки от 4 до 6 месяцев после операции, но адекватное функционирование мышцы с восстановлением функции захвата было зарегистрировано лишь в сроки от одного года и более (рис. 11). Через 1,5 года после пересадки двигательная функция кисти варьировала в градации М3-М4 [21].

Из всех случаев свободной трансплантации мышц при ИКФ (n=57) в двух наблюдениях нами был получен отрицательный результат, что составило 3,5%. У этих больных отмечалось слабое сокращение пересаженной мышцы, что не позволяло им осуществить функцию грубого захвата. Причиной слабого сокращения мышцы мы считаем недостаточную реиннервацию пересаженной мышцы, вследствие плохой регенерации нервных аксонов, о чём мы сообщали ранее [22].

Первые признаки сокращения перемещённой мышцы при брахиоплексите наблюдались спустя месяц после перемещения, удовлетворительное сгибание предплечья отмечалось через 3 месяца (рис. 12). Из двух пациентов этой группы, которым было осуществлена сухожильно-мышечная транспозиция, в одном наблюдении отмечалось удовлетворительное восстановление раз-

plantation of a vascularized musculoskeletal graft. In the case of brachial plexitis with isolated loss of function of the biceps (n=6), the LDF was transferred to the biceps (Fig. 10). For this purpose, some authors perform transposition of the trapezius muscle [19]. In contrast, others prefer a triceps muscle flap [20].

When studying the results of VIC treatment, it was found that the voluntary muscle contraction of the transplanted muscle appeared between 4 and 6 months after surgery. However, proper muscle functioning with the restoration of the grip function was observed only in a year or more (Fig. 11). Moreover, 1.5 years after transplantation, patients regained functional hand motor recovery of M3-M4 grades [21].

Of all cases of free muscle transplantation for VIC treatment (n=57), we obtained a poor result in 2 cases (3.5%). In these patients, weak contractions of the transplanted muscle were noted, affecting the crushing grip. In our opinion, the cause of weak muscle contraction is incomplete reinnervation of the transplanted muscle due to limited axonal regeneration, which we reported earlier [22].

At first, transferred muscle contractions in brachial plexitis were observed a month after the transplantation, and good elbow flexion was noted after 3 months (Fig. 12). Of the 2 patients in this group who underwent tendon-muscle transposition, in 1 patient, a satisfactory extension thumb and wrist was noted. However, the extension in fingers II-V was limited (Fig. 13).

Despite this, active forearm flexion and thumb and wrist extension contributed to pinch strength recovery (Fig. 14), making it possible for patients to self-care and adapt to the social environment.

Various options for LDF transposition allowed us, in most cases, to achieve satisfactory functional and aesthetic outcomes in the remote postoperative period. At the same time, the improvement in the handgrip strength in combined traumatic upper limb injury was achieved in some cases by repair of injured nerve trunks and tendon-muscle transposition.

Good functional results in a combination of soft tissue defects with NVBs and tendons injury are achieved by performing



Рис. 11 Восстановление функции захвата кисти

Fig. 11 Handgrip recovery



Рис. 12 Восстановление объёма движений в локтевом суставе

Fig. 12 Restoration of elbow range of motion



Рис. 13 Восстановление разгибания большого пальца и кисти

Fig. 13 Thumb and wrist extension recovery

гибания кисти и большого пальца, однако разгибание II-V пальцев было не в полном объёме (рис. 13).

Несмотря на это, активные сгибание предплечья, разгибание большого пальца и кисти способствовали адекватному обеспечению функции тонкого захвата (рис. 14), что дало возможность пациентам самообслуживания и адаптации в социальной среде.

Использование различных вариантов транспозиции и пересадки лоскута на основе ШМС позволило нам в большинстве случаев в отдалённых сроках после операции получить удовлетворительные функциональные и эстетические результаты. При этом улучшение функции захвата кисти при сочетанном повреждении конечности в ряде случаев достигалось как реконструкцией повреждённых нервных стволов, так и сухожильно-мышечной транспозицией.

Оптимальные функциональные результаты при столь сложной патологии, когда повреждению СНП и сухожилий сопутствует дефект мягких тканей, достигаются выполнением сложных и, порою, многоэтапных реконструкций. Выбор очередности этапов операции является трудной задачей, которая зависит от исходной степени тяжести повреждения и превалирования вида патологии [23].

Известно, что выполнение операции в один этап даёт лучшие результаты, при этом сроки реабилитации сокращаются, однако в ряде случаев неблагоприятные местные условия из-за протяжённого дефекта кожного покрова могут свести на нет результаты реконструкции СНП и сухожилий [24].

Рубцовая компрессия СНП и сухожильно-мышечного аппарата без нарушения их целостности нередко позволяет выполнить одноэтапную операцию [22]. При этом достижение удовлетворительных функциональных результатов реконструкции вплотную зависит от адекватно кровоснабжаемого ложа, а пересадка свободного комплекса тканей первым этапом, в таких случаях, считается оптимально выбранной тактикой [25].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, хирургическое лечение пострадавших с посттравматической функциональной несостоятельностью верхней конечности по сей день остаётся одной из сложных и до конца нерешённых проблем современной реконструктивной микрохирургии. Оценка исходной степени тяжести повреждения структур конечности влияет на выбор метода операции, а оптимальные функциональные результаты нередко достигаются в результате многоэтапных и сложных видов реконструкции. Очередность этапов операции во многом зависит от характера повреждения и превалирования вида патологии. Восстановление активного сгибания предплечья и функции захвата кисти, в целом, позволяет пострадавшим адаптироваться в бытовой и производственной среде и, тем самым, улучшить качество их жизни.

combined and sometimes multistage reconstructions. However, the optimal sequence of surgical repair remains to be further elucidated and depends upon the severity of the initial injury and predominant pathological process [23].

It is known that the repair performed in a single stage gives the best results while the rehabilitation period is shortened. However, in some cases, an unfavourable local milieu due to extensive skin loss can nullify the effects of NVBs and tendons reconstruction [24].

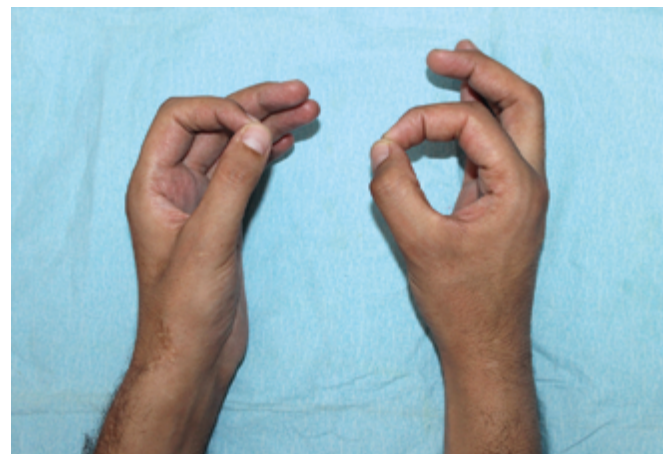
Cicatricial compression of the NVBs and the tendon-muscular system, with their intact integrity, often allows for performing a single-stage operation [22]. At the same time, achieving satisfactory functional reconstruction results depends on the availability of an adequately blood-supplied bed. Furthermore, transplantation of free composite grafts as the first stage is a treatment of choice in such cases [25].

## CONCLUSION

Thus, the surgical correction of upper limb dysfunction remains one of the most complicated and unresolved issues of modern reconstructive microsurgery. Assessment of the severity of initial damage to the structures of the limb influence the surgical choice and good functional results are often achieved by multistage and combined reconstruction. The optimal sequence of surgical repair remains to be further elucidated and depends upon the severity of the initial injury and the predominant pathological process. Restoration of active forearm flexion and hand-grip strength allows the patients to better adapt to the domestic and industrial environment and improve their quality of life.

**Рис. 14** Восстановление тонких видов захвата

**Fig. 14** Pinch strength recovery



## ЛИТЕРАТУРА

1. Муминов ШМ, Низов ОН, Минаев ТР, Хакимов АБ, Кубеев БН, Халиков АЭ, и др. Случай успешно выполненной реконструктивной операции при сочетанной травме верхней конечности с нарушением кровообращения и наличием обширного дефекта кожи и мягких тканей. *Вестник экстренной медицины*. 2018;11(3):64-70.
2. Borschel GH. A three-subunit latissimus dorsi muscle free flap for single-stage coverage of the hand and three adjacent fingers. *J Hand*. 2010;5:99-101.
3. Kim SW, Lee HL, Kim JT, Kim YH. Multiple-digit resurfacing using a thin latissimus dorsi perforator flap. *J Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2014;67:74-80.
4. Воробьев ВВ, Питенин ЮИ, Овчинников ДВ. Восстановление глубоких дефектов покровных тканей пальцев кисти в дневном хирургическом стационаре. *Военно-медицинский журнал*. 2016;5:22-8.
5. Starnoni M, Benanti E, Acciario AL, De Santis G. Upper limb traumatic injuries: A concise overview of reconstructive options. *Annals of Medicine and Surgery*. 2021;66:102418.
6. Isaacs J. Nerve transfers for peripheral nerve injury in the upper limb: A case-based review. *The Bone & Joint Journal*. 2019;101(2):124-31.
7. Зоркова АВ, Григорьева ВН, Гликин СЕ. Хирургическое лечение закрытых внутрисуставных травматических повреждений периферических нервов. *Медицинский альманах*. 2018;5:134-7.
8. Gosk J, Rutowski R, Wnukiewicz W, Wiacek R, Urban M, Rabczynski J. Comparison of the results of surgical treatment after direct neurotomy and reconstruction with sural nerve grafts in perinatal brachial plexus lesions. *J Folia Neuropatologica*. 2010;48(4):270-5.
9. Карим-Заде ГД, Маликов МХ, Ибрагимов ЭК, Хайруллои Н, Мирзобеков ХФ, Махмадкүлова НА. Коррекция мягкотканых дефектов и последствий повреждения сосудисто-нервных пучков верхних конечностей. *Вестник Авиценны*. 2018;20(4):395-401. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2018-20-4-395-401>
10. Фаизов АО, Валеев ММ, Валеева ЭМ. Клинико-морфологическое обоснования преимуществ использования васкуляризованных лоскутов при хирургическом лечении больных с рубцовыми деформациями и обширными дефектами мягких тканей кисти. *Медицинский Вестник Башкортостана*. 2011;2:84-7.
11. Wang HD, Alonso-Escalante JC, Cho BH, De Jesus RA. Versatility of free cutaneous flap for upper extremity soft tissue reconstruction. *J Hand Microsurg*. 2017;9(2):58-66.
12. Naalla R, Chauhan Sh, Dave A, Singhal M. Reconstruction of post-traumatic upper extremity soft tissue defects with pedicled flaps: An algorithmic approach to clinical decision making. *Chinese Journal of Traumatology*. 2018;21:338-51.
13. Страфун СС, Куриной ИН, Долгополов АВ, Гайко ОГ. Микрохирургическая пересадка активного торакодорзального лоскута при ишемической контрактуре кисти. *Вестник реконструктивной и пластической хирургии*. 2013;47:10-6.
14. Fang F, Chung KC. An evolutionary perspective on the history of flap reconstruction in the upper extremity. *Hand Clin*. 2014;30(2):109-18.
15. Сидельников ВО. Топографо-анатомические аспекты восстановления груди кожно-мышечным лоскутом на основе широчайшей мышцы спины (литературный обзор). *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2009;1:60-5.
16. Старцева ОИ, Мельников ДВ, Синельников МЕ, Иванов СИ. Использование подкожной вены DIEP-лоскута для профилактики послеоперационных осложнений. Клиническое наблюдение. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2017;3:79-88.
17. Ozaniak A, Hladik P, Lischke R. Successful restoration of elbow extension using the latissimus dorsi flap: Case report. *Plastic Reconstructive Surgery Global Open*. 2022;10:4121.
18. Muller-Seubert W, Scheibl K, Buhner G, Mobius C, Ludolph I, Horch RE, et al. Less is more – retrospective comparison of shoulder strength and range of

## REFERENCES

1. Muminov ShM, Nizov ON, Minaev TR, Khakimov AB, Kubeev BN, Khalikov AE, et al. Sluchay uspešno vyvolnennoy rekonstruktivnoy operatsii pri sochetannoy travme verkhney konechnosti s narusheniem krovoobrashcheniya i nalichiem obshirnogo defekta kozhi i myagkikh tkaney [A case of successfully performed reconstructive surgery for a combined injury of the upper limb with circulatory disorders and an extensive skin and soft tissues defects]. *Vestnik ekstreynoy meditsiny*. 2018;11(3):64-70.
2. Borschel GH. A three-subunit latissimus dorsi muscle free flap for single-stage coverage of the hand and three adjacent fingers. *J Hand*. 2010;5:99-101.
3. Kim SW, Lee HL, Kim JT, Kim YH. Multiple-digit resurfacing using a thin latissimus dorsi perforator flap. *J Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2014;67:74-80.
4. Vorobyov VV, Pitenin Yul, Ovchinnikov DV. Vosstanovlenie glubokikh defektov pokrovnykh tkaney pal'tsev kisti v dnevnom khirurgicheskom statsionare [Restoration of deep defects of the integumentary tissues of the fingers in a day surgical hospital]. *Voенno-meditsinskiy zhurnal*. 2016;5:22-8.
5. Starnoni M, Benanti E, Acciario AL, De Santis G. Upper limb traumatic injuries: A concise overview of reconstructive options. *Annals of Medicine and Surgery*. 2021;66:102418.
6. Isaacs J. Nerve transfers for peripheral nerve injury in the upper limb: A case-based review. *The Bone & Joint Journal*. 2019;101(2):124-31.
7. Zorkova AV, Grigoryeva VN, Glikin SE. Khirurgicheskoe lechenie zakrytykh vnutrisustavnykh travmaticheskikh povrezhdeniy perifericheskikh nervov [Surgical treatment of closed intra-articular traumatic injuries of peripheral nerves]. *Meditsinskiy al'manakh*. 2018;5:134-7.
8. Gosk J, Rutowski R, Wnukiewicz W, Wiacek R, Urban M, Rabczynski J. Comparison of the results of surgical treatment after direct neurotomy and reconstruction with sural nerve grafts in perinatal brachial plexus lesions. *J Folia Neuropatologica*. 2010;48(4):270-5.
9. Karim-Zade GD, Malikov MKh, Ibragimov EK, Khayrulloi N, Mirzobekov KhF, Makhmadkulova NA. Korrektsiya myagkotkanykh defektov i posledstviy povrezhdeniya sosudisto-nervnykh puchkov verkhnikh konechnostey [Correction of soft tissue defects and consequences of damage to the neurovascular bundles of the upper extremities]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2018;20(4):395-401. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2018-20-4-395-401>
10. Faizov AO, Valeev MM, Valeeva EM. Kompleksy tkaney s oseym tipom krovosnabzheniya pri lechenii bol'nykh s rubtsovymi deformatsiyami i obshirnymi defektami myagkikh tkaney [Tissue complexes with axial blood supply in the treatment of patients with cicatricial deformities and extensive soft tissue defects]. *Meditsinskiy Vestnik Bashkortostana*. 2011;2:84-7.
11. Wang HD, Alonso-Escalante JC, Cho BH, De Jesus RA. Versatility of free cutaneous flap for upper extremity soft tissue reconstruction. *J Hand Microsurg*. 2017;9(2):58-66.
12. Naalla R, Chauhan Sh, Dave A, Singhal M. Reconstruction of post-traumatic upper extremity soft tissue defects with pedicled flaps: An algorithmic approach to clinical decision making. *Chinese Journal of Traumatology*. 2018;21:338-51.
13. Strafun SS, Kurinoy IN, Dolgopolov AV, Gayko OG. Mikrokhirurgicheskaya peresadka aktivnogo torakodorzal'nogo loskuta pri ishemicheskoy kontraktуре kisti [Microsurgical transplantation of an active thoracodorsal flap for ischemic contracture of the hand]. *Vestnik rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii*. 2013;47:10-6.
14. Fang F, Chung KC. An evolutionary perspective on the history of flap reconstruction in the upper extremity. *Hand Clin*. 2014;30(2):109-18.
15. Sidelnikov VO. Topografo-anatomeskie aspekty vosstanovleniya grudi kozhno-myshechnym loskutom na osnove shirochayshey myshtsy spiny (literaturnyy obzor) [Topographic and anatomical aspects of breast reconstruction with a musculocutaneous flap based on the latissimus dorsi muscle (literature review)]. *Annaly plasticheskoy, rekonstruktivnoy i estetcheskoy khirurgii*. 2009;1:60-5.
16. Startseva OI, Melnikov DV, Sinelnikov ME, Ivanov SI. Ispol'zovanie podkozhnoy veny DIEP-loskuta dlya profilaktiki posleoperatsionnykh oslozhneniy. Klinicheskoye nablyudenie [The use of the saphenous vein DIEP-flap for the prevention of postoperative complications. Clinical observation]. *Annaly plasticheskoy, rekonstruktivnoy i estetcheskoy khirurgii*. 2017;3:79-88.
17. Ozaniak A, Hladik P, Lischke R. Successful restoration of elbow extension using the latissimus dorsi flap: Case report. *Plastic Reconstructive Surgery Global Open*. 2022;10:4121.
18. Muller-Seubert W, Scheibl K, Buhner G, Mobius C, Ludolph I, Horch RE, et al. Less is more – retrospective comparison of shoulder strength and range of



- motion between conventional and muscle – sparing harvesting technique of a latissimus dorsi flap. *J of PRAS*. 2021;19:50.
19. Смянович АФ, Сидорович РР, Барановский АЕ, Семак ИА, Юдина ОА. Методы транспозиции трапециевидной мышцы в реабилитации пациентов с последствием травматического повреждения плечевого сплетения. *Новости хирургии*. 2011;19(5):90-5.
  20. Трофимова СИ, Баиндурашвили АГ, Агранович ОЕ. Использование лоскутов на основе трёхглавой мышцы плеча в реконструктивной хирургии. *Детская хирургия*. 2012;6:48-51.
  21. He B, Znu Z, Zhu Q, Zhou X, Zheng C, Li P, et al. Factors predicting sensory and motor recovery after the repair of upper limb peripheral nerve injuries. *Neural Regeneration Research*. 2014;9(6):661-72.
  22. Маликов МХ, Артыков КП, Карим-Заде ГД, Джононов ДД, Махмадкулова НА, Хасанов МА. Устранение посттравматических дефектов покровных тканей верхней конечности. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина*. 2020;1:74-82.
  23. Hacquebord JH, Hanel DP, Friedrich JB. The pedicled latissimus dorsi flap provides effective coverage for large and complex soft tissue injuries around the elbow. *J Hand*. 2018 13(5):586-92.
  24. Асамов РЭ, Низов ОН, Минаев ТР, Юлдашев АА, Хакимов АБ. Использование лучевого лоскута на реверсированном кровотоке при закрытии глубоких травматических дефектов кисти и пальцев. *Вестник экстренной медицины*. 2011;2:15-9.
  25. Barin EZ, Ginal H, Kara M, Gakmak MA, Tan O. Versatile use of the posterior interosseous flap in the reconstruction of complex upper limb defects. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2019;25(6):597-602.
  19. Smeyanovich AF, Sidorovich RR, Baranovskiy AE, Semak IA, Yudina OA. Metody transpozitsii trapetsievидnoy myshtsy v reabilitatsii patsientov s posledstviem travmaticheskogo povrezhdeniya plechevogo spleteniya [Methods of transposition of the trapezius muscle in the rehabilitation of patients with a consequence of traumatic injury to the brachial plexus]. *Novosti khirurgii*. 2011;19(5):90-5.
  20. Trofimova SI, Baindurashvili AG, Agranovich OE. Ispol'zovanie loskutov na osnove tryokhglavoy myshtsy plecha v rekonstruktivnoy khirurgii [The use of flaps based on the triceps muscle of the shoulder in reconstructive surgery]. *Detskaya khirurgiya*. 2012;6:48-51.
  21. He B, Znu Z, Zhu Q, Zhou X, Zheng C, Li P, et al. Factors predicting sensory and motor recovery after the repair of upper limb peripheral nerve injuries. *Neural Regeneration Research*. 2014;9(6):661-72.
  22. Malikov MKh, Artykov KP, Karim-Zade GD, Dzhononov DD, Makhmadkulova NA, Khasanov MA. Ustranenie posttravmaticheskikh defektov pokrovnykh tkaney verkhney konechnosti [Elimination of post-traumatic defects of the integumentary tissues of the upper limb]. *Plasticheskaya khirurgiya i estetikeskaya meditsina*. 2020;1:74-82.
  23. Hacquebord JH, Hanel DP, Friedrich JB. The pedicled latissimus dorsi flap provides effective coverage for large and complex soft tissue injuries around the elbow. *J Hand*. 2018 13(5):586-92.
  24. Asamov RE, Nizov ON, Minaev TR, Yuldashev AA, Khakimov AB. Ispol'zovanie lucheвого loskuta na reversirovannom krovotoke pri zakrytii glubokikh travmaticheskikh defektov kisti i pal'tsev [The use of a radial flap on reversed blood flow in closing deep traumatic defects of the hand and fingers]. *Vestnik ekstreynoy meditsiny*. 2011;2:15-9.
  25. Barin EZ, Ginal H, Kara M, Gakmak MA, Tan O. Versatile use of the posterior interosseous flap in the reconstruction of complex upper limb defects. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2019;25(6):597-602.

## И СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Маликов Мирзобад Халифаевич**, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усмано-ва, Таджикский государственный медицинский университет им. Абу-али ибни Сино

ORCID ID: 0000-0002-7816-5521

E-mail: mmirzobadal@mail.ru

**Давлатов Абдумалик Абдулхакимович**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усмано-ва, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино; больничный ординатор отделения реконструктивной и пластической микрохирургии, Республиканский научный центр сердечно-сосудистой хирургии

Researcher ID: AAF-6440-2022

Scopus ID: 21933830600

ORCID ID: 0000-0003-2776-074X

SPIN-код: 3766-9641

Author ID: 998715

E-mail: davlatov.abdumalik@mail.ru

**Джононов Джонибек Давлатбекович**, кандидат медицинских наук, заведующий отделением реконструктивной и пластической микрохирургии Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии

ORCID ID: 0000-0003-2383-7770

E-mail: dr.jonibek@mail.ru

**Махмадкулова Нигора Ахтамовна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры топографической анатомии и оперативной хирургии, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

ORCID ID: 0000-0002-4269-6611

E-mail: malikovanigora@mail.ru

## И AUTHOR INFORMATION

**Malikov Mirzobadal Khalifaevich**, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University

ORCID ID: 0000-0002-7816-5521

E-mail: mmirzobadal@mail.ru

**Davlatov Abdumalik Abdulkhakovich**, Candidate of Medical Sciences, Hospital Resident of the Department of Reconstructive and Plastic Microsurgery, Republican Scientific Center for Cardiovascular Surgery; Assistant of the Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University

Researcher ID: AAF-6440-2022

Scopus ID: 21933830600

ORCID ID: 0000-0003-2776-074X

SPIN: 3766-9641

Author ID: 998715

E-mail: davlatov.abdumalik@mail.ru

**Dzhononov Dzhonibek Davlatievich**, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Reconstructive and Plastic Microsurgery, Republican Scientific Center for Cardiovascular Surgery

ORCID ID: 0000-0003-2383-7770

E-mail: dr.jonibek@mail.ru

**Makhmadkulova Nigora Akhtamovna**, Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Topographic Anatomy and Operative Surgery, Avicenna Tajik State Medical University

ORCID ID: 0000-0002-4269-6611

E-mail: malikovanigora@mail.ru

**Карим-Заде Гуландом Джанговаровна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усманова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

ORCID ID: 0000-0003-0845-3197

E-mail: gulandom71@mail.ru

**Одинаев Баходур Аvezovich**, докторант PhD кафедры хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усманова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

ORCID ID: 000-0002-9613-2467

E-mail: medicodinaev@mail.ru

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

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

**Конфликт интересов:** отсутствует

#### ✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

##### Маликов Мирзобад Халифаевич

доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усманова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 139

Тел.: +992 (907) 305060

E-mail: mmirzobadal@mail.ru

**Karim-Zade Gulandom Dzhangovarovna**, Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University

ORCID ID: 0000-0003-0845-3197

E-mail: gulandom71@mail.ru

**Odinaev Bakhodur Avezovich**, PhD Student of the Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University

ORCID ID: 000-0002-9613-2467

E-mail: medicodinaev@mail.ru

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

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

**Conflicts of interest:** The authors have no conflicts of interest

#### ✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

##### Malikov Mirzobadal Khalifaevich

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University

734003, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 139

Tel.: +992 (907) 305060

E-mail: mmirzobadal@mail.ru

#### ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: ММХ, ДАА

Сбор материала: МНА, КГД, ОБА

Статистическая обработка данных: ДАА, КГД, ОБА

Анализ полученных данных: ММХ, ДДД

Подготовка текста: ДАА, ДДД

Редактирование: ММХ

Общая ответственность: ММХ

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: MMKh, DAA

Data collection: MNA, KGD, OBA

Statistical analysis: DAA, KGD, OBA

Analysis and interpretation: MMKh, DDD

Writing the article: DAA, DDD

Critical revision of the article: MMKh

Overall responsibility: MMKh

Поступила 18.04.22

Принята в печать 30.06.22

Submitted 18.04.22

Accepted 30.06.22