

© 2024 ФГБУ «НМИЦ ДГОИ  
им. Дмитрия Рогачева»  
Минздрава России  
Поступила 25.01.2024  
Принята к печати 08.04.2024



EDN: BQCIJC

**Контактная информация:**

Большаков Николай Анатольевич,  
врач-травматолог-ортопед, заведующий  
отделением онкологии и детской хирургии  
ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева»  
Минздрава России  
Адрес: 117997, Москва,  
ул. Саморы Машела, 1  
E-mail: bolshakovn@yandex.ru

© 2024 by «D. Rogachev NMRCPHOI»

Received 25.01.2024  
Accepted 08.04.2024

**Correspondence:**

Nikolay A. Bolshakov,  
an orthopaedic traumatologist, Head of the  
Department of Oncology and Pediatric Surgery  
at the Dmitry Rogachev National Medical  
Research Center of Pediatric Hematology,  
Oncology and Immunology of Ministry  
of Healthcare of the Russian Federation  
Address: 1 Samory Mashela St.,  
Moscow 117997, Russia  
E-mail: bolshakovn@yandex.ru

DOI: 10.24287/1726-1708-2024-23-3-36-43

# Биологическая реконструкция: использование малоберцового лоскута при замещении диафизарных дефектов у педиатрических пациентов со злокачественными опухолями костей

Н.А. Большаков<sup>1</sup>, А.Ю. Артемов<sup>1</sup>, А.М. Ворочай<sup>1</sup>, А.С. Слинин<sup>1</sup>, М.В. Тихонова<sup>1</sup>, В.В. Рыбченко<sup>2</sup>,  
А.В. Александров<sup>3</sup>, Н.С. Грачев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии,  
онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт клинической хирургии ФГАУ ВО «Российский национальный  
исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва

<sup>3</sup>ГБУЗ г. Москвы «Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова Департамента  
здравоохранения г. Москвы», Москва

Использование васкуляризированного малоберцового лоскута при замещении пострезекционных дефектов диафиза у пациентов со злокачественными опухолями костей имеет длительную историю и доказало свою эффективность. Его уникальность заключается в том, что вместо массивных титановых эндопротезов используется собственная кость пациента. В период с сентября 2013 г. по сентябрь 2021 г. в отделении онкологии и детской хирургии НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева данная методика использовалась у 32 пациентов. Медиана наблюдения составила 3,2 года. Проведен анализ осложнений согласно классификации E.R. Henderson. Несмотря на высокий процент осложнений (37,5%), получены отличные и хорошие функциональные результаты у 87,5% пациентов. Для их оценки после оперативного лечения использовалась международная шкала MusculoSkeletal Tumor Society Score. Важно отметить, что пациенты после данной операции не имеют ограничений в длине прогулки, могут заниматься спортом, который после эндопротезирования обычно не рекомендуется: делать упражнения для ног со штангой, кататься на беговых лыжах, бегать, заниматься скалолазанием. Исследование одобрено независимым этическим комитетом и утверждено решением ученого совета НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева.  
**Ключевые слова:** опухоли костей у детей, остеосаркома, адамантинома, саркома Юинга, органосохраняющие операции, малоберцовый лоскут

Большаков Н.А. и соавт. Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии 2024; 23 (3): 36–43. DOI: 10.24287/1726-1708-2024-23-3-36-43

## Biological reconstruction: the use of a fibular flap in the treatment of diaphyseal defects in pediatric patients with malignant bone tumors

N.A. Bolshakov<sup>1</sup>, A.Yu. Artemov<sup>1</sup>, A.M. Vorochay<sup>1</sup>, A.S. Slinin<sup>1</sup>, M.V. Tikhonova<sup>1</sup>, V.V. Rybchenok<sup>2</sup>,  
A.V. Alexandrov<sup>3</sup>, N.S. Grachev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of Ministry  
of Healthcare of the Russian Federation, Moscow

<sup>2</sup>Research Institute of Clinical Surgery of the N.I. Pirogov Russian National Research Medical University of Ministry  
of Healthcare of the Russian Federation, Moscow

<sup>3</sup>The N.F. Filatov Children's City Clinical Hospital of the Department of Health of Moscow, Moscow

The use of vascularized fibula flaps for the reconstruction of diaphyseal defects after resection of malignant bone tumors has a long history and has proved to be an effective method. A unique advantage of this technique is that instead of massive titanium endoprosthesis the patient's own bone is used for repair. Between September 2013 and September 2021, reconstruction using a vascularized fibula flap was performed in 32 patients admitted to the Department of Oncology and Pediatric Surgery of the Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of Ministry of Healthcare of the Russian Federation. The median follow-up was 3.2 years. Complications were analyzed according to the Henderson classification. Despite a high rate of complications (37.5%), excellent and good functional results were achieved in 87.5% cases. To evaluate the functional outcomes after surgical treatment, we used the international MusculoSkeletal Tumor Society Score (MSTS). It is important to note that after this type of surgery, there are no restrictions in walking (in terms of distance) and practicing sports activities that are usually not recommended after endoprosthetic reconstruction, such as doing barbell leg exercises, skiing, running, and rock climbing. The study was approved by the Independent Ethics Committee and Scientific Council of the Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

**Key words:** bone tumors in children, osteosarcoma, adamantinoma, Ewing sarcoma, limb-sparing surgery, fibular flap

Bolshakov N.A., et al. Pediatric Hematology/Oncology and Immunopathology 2024; 23 (3): 36–43.  
DOI: 10.24287/1726-1708-2024-23-3-36-43

Злокачественные новообразования костей у пациентов детского и подросткового возраста являются серьезной проблемой, требующей междисциплинарного подхода. В структуре онкологической заболеваемости среди детей до 18 лет, по разным литературным данным, они составляют до 10% всех злокачественных опухолей. Большинство специалистов отмечают, что пик приходится на вторую декаду жизни [1–4]. В современной онкоортопедии реконструкция массивных пострезекционных костных дефектов распространена достаточно широко. Ее основной целью является восстановление опороспособности и функции конечности [4–7]. На сегодняшний день существует множество видов органосохраняющего хирургического лечения: применяют модульные или индивидуальные раздвижные эндопротезы, импланты, изготовленные при помощи 3D-печати, а также биологическую реконструкцию – методику, при которой используется аутокость пациента, как правило, малоберцовый аутоотрансплантат на сосудистой ножке [6, 8, 9]. Первый трансплантат малоберцовой кости на сосудистой ножке, использованный для восстановления костного дефекта после псевдоартроза большеберцовой кости, описан E. Hahn в 1884 г. [10]. В 1911 г. M. Walter использовал малоберцовую кость без наложения сосудистого анастомоза для пластики дефекта лучевой кости, пораженной остеосаркомой [11]. Развитие микрохирургической техники позволило с 1970-х годов выполнять операцию с наложением артериального и венозного микроанастомозов [5]. Большой вклад в совершенствование данной методики, в том числе дополнительное применение аллогraftа, внес итальянский хирург R. Capanna [5, 12–14].

**Целью работы** является анализ результатов проведенной реконструкции костных дефектов с использованием малоберцового аутоотрансплантата на сосудистой ножке.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период с сентября 2013 г. по сентябрь 2021 г. в условиях отделения онкологии и детской хирургии НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева 32 пациентам выполнена биологическая реконструкция (таблица 1), среди них мальчиков было 18 (56,25%), девочек – 14 (43,75%). Минимальный возраст пациентов – 4 года, максимальный – 17 лет. Медиана возраста – 12,2 года (интерквартильный размах 8,17–14,18 года). В 14 (43,75%) случаях диагностирована остеосаркома, в 16 (50,0%) – саркома Юинга, в 2 (6,25%) – аденокарцинома. Стадирование пациентов производилось согласно классификации Американского объединенного комитета по раку (AJCC). В основном установлены стадии IIb ( $n = 23$ ; 71,9%) и IVa

( $n = 9$ ; 28,1%) (таблица 1). Во всех случаях выполнено хирургическое лечение: в 20 (65,6%) – местное перемещение аутоотрансплантата малоберцовой кости на сосудистой ножке (рисунок 1), в 12 (40,65%) – с наложением микрососудистого анастомоза. В 15 (46,9%) случаях дополнительно выполнена пластика дефекта с использованием аллогraftа (рисунок 2), в 17 (53,1%) – пластика только аутоотрансплантатом малоберцовой кости.

Длина малоберцового лоскута варьировала от 10,5 до 22 см (средний показатель – 15,45 см). Для оценки функционального результата после оперативного лечения использовалась международная шкала Общества по изучению опухолей костно-мышечной системы Musculoskeletal Tumor Society Score (MSTS) [15]. Данная шкала учитывает следующие параметры: болевой синдром, функцию конечности, эмоциональную оценку пациентом; ловкость кисти и способность поднимать предметы для верхней конечности; необходимость использования ортеза и/или дополнительных средств опоры, длину прогулки и походку для нижней конечности. Результат считался отличным при 80–100%, хорошим – при 60–80%, удовлетворительным – при 40–60%.

Для оценки осложнений мы использовали классификацию осложнений биологической реконструкции E.R. Henderson и соавт., модифицированную Международным обществом по изучению органосохраняющих операций (ISOLS) (таблица 2) [16].

Анализ данных проводился в специализированном статистическом пакете SPSS 23.0 с применением методов описательной статистики (средние значения, медианы, интерквартильные размахи), анализ выживаемости – с помощью метода Каплана–Майера, теста лонг-ранк; язык программирования для статистической обработки данных – R (версия 3.4.1, библиотеки “survival”, “cmprsk”).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Функциональные результаты

Медиана наблюдения составила 3,2 года (интерквартильный размах 1,28–5,75 года). Функциональный результат оценен у 24 пациентов методом анкетирования спустя 1 год от момента хирургического лечения (таблица 3). Отличный функциональный результат достигнут у 15 пациентов (62,5%), хороший – у 6 (25%), удовлетворительный – у 3 (12,5%).

### Онкологические результаты

Гистологически во всех случаях подтверждена R0-резекция. Тем не менее в 4 (12,5%) случаях диагностирован локальный рецидив, все случаи у пациентов с саркомой Юинга.

**Таблица 1**  
Общая характеристика пациентов

**Table 1**  
General characteristics of the patients

Паци- ент Patient	Диагноз Diagnosis	Локализация опухоли Tumor location	Стадия по AJCC AJCC stage	Возраст на момент операции, годы Age at surgery, years	Анастомоз Anastomosis	Аллогraft Allograft	Осложнения Complications
1	2	3	4	5	6	7	8
№1	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	12	–	–	Нет No
№2	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	14	–	–	Нет No
№3	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Локтевая кость Ulna	IIb	5	+	–	Нет No
№4	Адамантинома Adamantinoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	4	–	–	Нет No
№5	Остеосаркома Osteosarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	5	–	–	Укорочение конечности, асептическое расхождение швов Shortening of the limb Aseptic wound dehiscence
№6	Остеосаркома Osteosarcoma	Бедренная кость Femur	IIb	8	+	+	Нет No
№7	Остеосаркома Osteosarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IVa	9	–	–	Нет No
№8	Остеосаркома Osteosarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	4	–	–	Перелом аутотрансплантата и металлоконструкции Fracture of the autograft and breakage of metallic hardware
№9	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IVa	14	–	–	Нет No
№10	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Бедренная кость Femur	IIb	8	+	+	Нет No
№11	Остеосаркома Osteosarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	14	–	+	Асептическое расхождение швов Aseptic wound dehiscence
№12	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	14	–	+	Асептическое расхождение швов Aseptic wound dehiscence
№13	Остеосаркома Osteosarcoma	Бедренная кость Femur	IIb	7	+	+	Нет No
№14	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Бедренная кость Femur	IIb	8	+	+	Локальный рецидив, нарушение формирования костной мозоли Local recurrence, impaired callus formation
№15	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IVa	4	–	+	Инфекция Infection
№16	Периостальная остеосаркома Periosteal osteosarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	5	–	+	Нет No
№17	Остеосаркома Osteosarcoma	Бедренная кость Femur	IIb	12	+	+	Нет No
№18	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IVa	13	–	+	Локальный рецидив Local recurrence
№19	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Бедренная кость Femur	IVa	8	+	+	Локальный рецидив Local recurrence
№20	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Бедренная кость Femur	IIb	4	+	+	Локальный рецидив, инфекция Local recurrence, infection
№21	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	14	–	+	Инфекция Infection
№22	Периостальная остеосаркома Periosteal Osteosarcoma	Бедренная кость Femur	IVa	14	+	+	Перелом аутотрансплантата Fracture of the autograft
№23	Адамантинома Adamantinoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	14	–	+	Нет No
№24	Остеосаркома Osteosarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	15	–	–	Нет No
№25	Остеосаркома Osteosarcoma	Бедренная кость Femur	IVa	13	+	–	Нарушение формирования костной мозоли Impaired callus formation
№26	Остеосаркома Osteosarcoma	Бедренная кость Femur	IIb	17	+	–	Нет No
№27	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	7	–	–	Нет No
№28	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IVa	17	–	–	Нет No

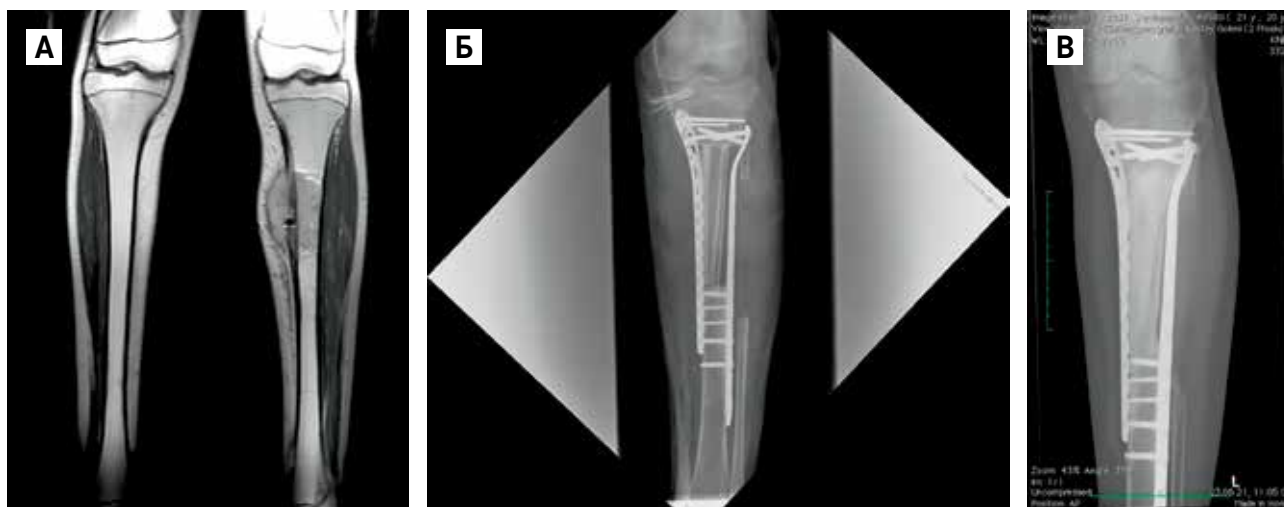
1	2	3	4	5	6	7	8
№29	Остеосаркома Osteosarcoma	Бедренная кость Femur	IIb	10	+	–	Нет No
№30	Остеосаркома Osteosarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IVa	11	–	–	Нет No
№31	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Большеберцовая кость Tibia	IIb	13	–	–	Нет No
№32	Саркома Юинга Ewing sarcoma	Плечевая кость Humerus	IIb	14	+	–	Нет No

**Рисунок 1**

Замещение пострезекционного дефекта большеберцовой кости малоберцовым лоскутом и аллогraftом у пациента 14 лет с периостальной остеосаркомой  
А – магнитно-резонансная томография до операции; Б – рентгенография на 1-е сутки после операции; В – рентгенография спустя 12 мес после операции

**Figure 1**

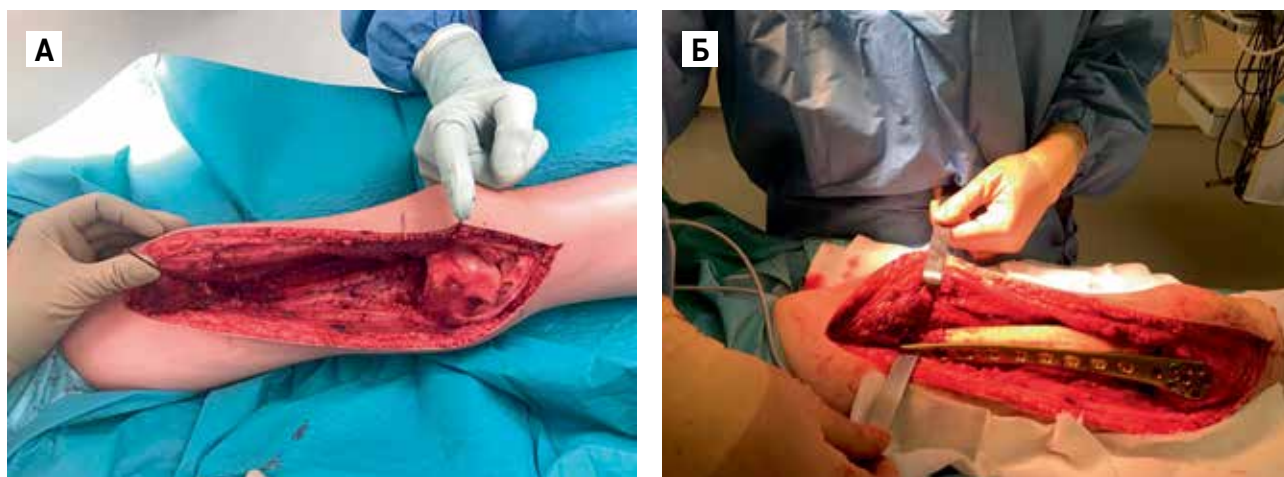
The reconstruction of the tibial defect with a fibula flap and an allograft in a 14-year-old patient with periosteal osteosarcoma  
А – a magnetic resonance image obtained before surgery; Б – an X-ray image obtained 1 day after surgery; В – an X-ray image obtained 12 months after surgery

**Рисунок 2**

А – вид операционной раны после удаления остеосаркомы бедра; Б – реконструкция дефекта бедренной кости аллогraftом, малоберцовым лоскутом и остеосинтез пластиной с угловой стабильностью

**Figure 2**

А – the appearance of the surgical wound after resection of osteosarcoma of the femur; Б – the reconstruction of the femur defect with an allograft and a fibula flap and osteosynthesis with an angular stability plate



Показатель бессобытийной выживаемости при остеосаркоме составил  $85,7 \pm 13,2\%$ , общей выживаемости –  $100\%$ , при саркоме Юинга –  $64,6 \pm 14,3\%$  и  $100\%$  соответственно (рисунок 3). Все пациенты с адамантиномой живы без событий.

### Осложнения

У 12 (37,5 %) пациентов отмечено 15 случаев осложнений (таблица 4).

В 3 (9,4%) случаях выявлен тип IB – асептический некроз краев послеоперационной раны. Всем выполнено иссечение краев раны с ушиванием дефекта.

Таблица 2  
Классификация осложнений биологической реконструкции по E.R. Henderson (ISOLS) [16]

Table 2  
Classification of complications after biological reconstruction according to E.R. Henderson (ISOLS) [16]

Тип осложнения Type of complication	Подкатегория Subgroup	Описание Description
I. Повреждение мягких тканей Дефицит или дисфункция мягких тканей, приводящие к нарушению функции конечности I. Soft tissue failure Deficient or dysfunctional soft tissue resulting in compromised limb function	A. Функциональные A. Functional  B. Дефект укрытия B. Coverage	Ограничение функции из-за недостаточности мышечно-связочного аппарата Limited function due to insufficient muscular and ligamentous attachment Асептическое расхождение швов Aseptic wound dehiscence
II. Нарушение консолидации Клиническая и рентгенологическая картина нарушения консолидации аутооттрансплантата II. Graft-host nonunion Clinical and radiological evidence of autograft-host nonunion	A. С гипертрофией A. Hypertrophic  B. С атрофией B. Atrophic	Отсутствие консолидации с образованием костной мозоли Nonunion with callus formation Отсутствие консолидации без образования костной мозоли Nonunion without callus formation
III. Структурные повреждения III. Structural failure	A. Повреждение импланта A. Implant failure  B. Повреждение трансплантата B. Graft failure	Поломка пластины или винта, ведущая к нестабильности конструкции Plate or screw breakage leading to construct instability Перелом трансплантата, ведущий к нарушению опороспособности Fracture of a graft leading to reduced supporting ability
IV. Инфекционные осложнения IV. Infectious complications	A. Раннее A. Early  B. Позднее B. Late	Инфицирование импланта ранее чем через 6 мес после операции Implant infection < 6 months after surgery Инфицирование импланта позднее чем через 6 лет после операции Implant infection > 6 years after surgery
V. Прогрессия опухолевого заболевания Рецидив или прогрессирование опухоли с контаминацией трансплантата V. Tumor progression Recurrence or progression tumor with graft contamination	A. Мягкие ткани A. Soft tissue  B. Кость B. Bone	Прогрессирование опухоли с поражением мягких тканей с контаминацией трансплантата Tumor progression with soft tissue involvement with graft contamination Прогрессирование опухоли с поражением костной ткани с контаминацией трансплантата Tumor progression with bone involvement with graft contamination
VI. Педиатрические осложнения VI. Pediatric complications	A. Блокировка зоны роста A. Physeal arrest  B. Дисплазия сустава B. Joint dysplasia	Остановка роста, приводящая к продольной или угловой деформации Growth arrest leading to longitudinal or angular deformity Дисплазия сустава в результате взаимодействия с трансплантатом Joint dysplasia resulting from articulation with graft

Таблица 3  
Функциональный результат по шкале MSTS  
Table 3  
Functional outcomes evaluated using the MSTS score

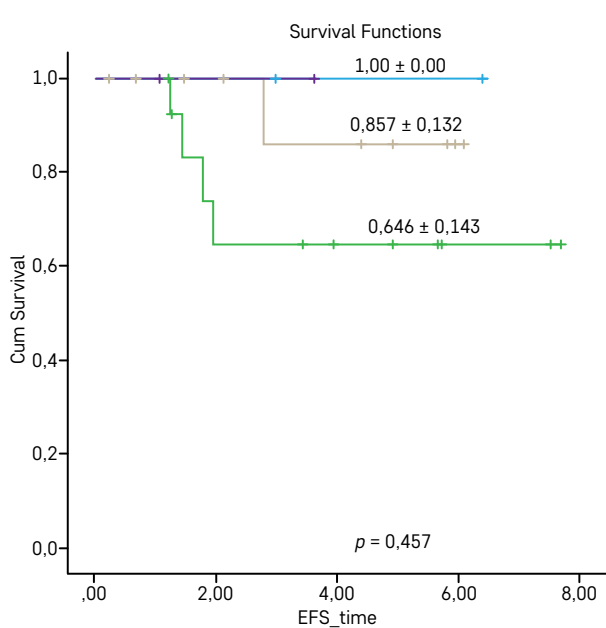
Результат Outcome	Значение, n (%) Value, n (%)
Отличный Excellent	15 (62,5)
Хороший Good	6 (25)
Удовлетворительный Satisfactory	3 (12,5)

Также у одного из них (пациент №5) проксимальные винты блокируют зону роста (тип VIA), так как по ней выполнена резекция кости. Пациент оставлен под динамическим наблюдением.

У 1 (3,1%) пациента имелась рентгенологическая картина нарушения консолидации аутооттрансплантата с гипертрофией костной мозоли (тип IIA), что потребовало проведения ревизионной операции в объеме костной пластики области нарушения консолидации скользящим костным лоскутом по Хахутову. По данным проведенной компьютерной томографии спустя 1 год отмечается полная консолидация данной области. У 1 (3,1%) пациента с атрофией костной мозоли (тип IIB) выявлен локальный рецидив (пациент №14).

Рисунок 3  
Бессобытийная выживаемость при саркоме Юинга (зеленый цвет), остеосаркоме (желтый цвет), адамантиноме (синий цвет)

Figure 3  
The event-free survival of the patients with Ewing sarcoma (green), osteosarcoma (yellow), and adamantinoma (blue)





**Таблица 4**  
**Распределение осложнений биологической реконструкции согласно классификации E.R. Henderson (ISOLS)**  
**Table 4**  
**The distribution of complications after biological reconstruction according to the classification by E.R. Henderson (ISOLS)**

Тип осложнения Type of complication	Подкатегория Subgroup	Количество случаев Number of cases
I. Повреждение мягких тканей I. Soft tissue failure	A. Функциональные A. Function	–
	B. Дефект укрытия B. Coverage	3
II. Нарушение консолидации II. Graft-host nonunion	A. С гипертрофией A. Hypertrophic	1
	B. С атрофией B. Atrophic	1
III. Структурные повреждения III. Structural failure	A. Повреждение импланта A. Implant failure	1
	B. Повреждение трансплантата B. Graft failure	1
IV. Инфекционные осложнения IV. Infectious complications	A. Раннее A. Early	2
	B. Позднее B. Late	1
V. Локальный рецидив V. Local recurrence	A. Мягкие ткани A. Soft tissue	–
	B. Кость B. Bone	4
VI. Педиатрические осложнения VI. Pediatric complications	A. Блокировка зоны роста A. Physeal arrest	1
	B. Дисплазия B. Dysplasia	–

Структурные повреждения (тип III) выявлены у 2 (6,25%) пациентов: в одном случае перелом аутотрансплантата (тип IIIB), в другом – перелом аутотрансплантата (тип IIIB) и металлоконструкции (тип IIIA). Во всех случаях выполнена гипсовая иммобилизация в срочном порядке с последующей плановой госпитализацией для проведения ревизионной операции, не нарушившей сроки полихимиотерапии.

Инфекционные осложнения (тип IVA), отмеченные у 3 (9,4%) пациентов, потребовали проведения ревизионной операции, включающей в себя санацию, дебридмент, замену или удаление металлоконструкции. Также у одного из них в процессе санации взята биопсия, выявившая локальный рецидив (пациент №20).

Локальный рецидив (тип VB) диагностирован в 4 (12,5%) случаях. Двум пациентам проведено удаление опухоли с онкологическим эндопротезированием, 1 – выполнена органосохраняющая операция, 1 – отправлен на паллиативную терапию в связи с прогрессией заболевания.

У 2 пациентов более чем через 2 года с момента операции отмечалась тенденция к формированию угловой деформации, но при этом не было блокировки зон роста, в связи с чем мы не стали их классифицировать по E.R. Henderson. На наш взгляд, деформация обусловлена ранним возрастом пациентов на момент операции, действующими зонами роста на фоне наличия отмоделированной пластины. Правильнее отнести данную деформацию к ожидаемым последствиям, нежели к осложнениям. Однако данный вопрос, а также причины формирования деформации остаются дискуссионными.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основном данная операция проводилась пациентам с IIb стадией по классификации AJCC ( $n = 23$ ; 71,9%). По данным литературы, показатели общей 5-летней выживаемости при остеосаркоме у таких пациентов составляют около 70%, при саркоме Юинга – около 65% [17–20], в то время как у пациентов с IV стадией как при остеосаркоме, так и при саркоме Юинга эти показатели значительно ниже, проведение операции, которая требует длительной иммобилизации и исключения полной осевой нагрузки (около 9 мес), что снижает качество жизни и при которой пациент возвращается к полноценной ходьбе не ранее чем через 9–12 мес, – дискуссионно. Учитывая, что онкологическое эндопротезирование, тем более с использованием цементной фиксации, позволяет почти сразу начать полноценную ходьбу, в то время как биологическая реконструкция требует длительного периода реабилитации, выполнение эндопротезирования более предпочтительно для пациентов с IV стадией заболевания. Во всех случаях решение о типе проводимой операции принимается совместно с родителями пациента, самим пациентом, когда подробно объясняются течение и прогноз заболевания, все преимущества и недостатки проводимой операции.

При анализе проведенной работы сразу обращает на себя внимание количество осложнений – 15 случаев у 12 (37,5%) пациентов – более чем треть, но при этом хорошие и отличные функциональные результаты отмечены у 21 (87,5%) из 24 анкетиро-

ванных пациентов. Это обусловлено тем, что такие проблемы, как поломка или миграция винтов, и даже поломка пластины или формирование асептического дефекта послеоперационного рубца на функцию практически не повлияли, так как первое быстро устранялось, а последнее возникало, когда активная реабилитация не начиналась и пациент находился в пластиковой повязке. Важно отметить, что перелом малоберцового трансплантата у пациента №22 консолидирован на фоне консервативного лечения в пластиковой повязке, что является свидетельством функционирования сосудистых анастомозов и полной интеграции с реципиентной зоной. Показатели, полученные в нашей работе, сопоставимы с данными общемировой литературы. Например, R. Саррапа и соавт. отмечают, что среди 90 прооперированных пациентов разных возрастных групп у 25 (27,7%) возникли осложнения, потребовавшие ревизии. Автор отдельно учитывает пациентов с локальным рецидивом – 7 (7,8%) случаев. Несмотря на количество осложнений, так же как и в нашем исследовании, среди 77 опрошенных пациентов в 92% случаев наблюдаются отличные и хорошие результаты [21]. Схожие результаты получены С. Errani и соавт., прооперирован 81 пациент, у 24 (29,6%) возникли осложнения, у 7 (8,6%) – возник локальный рецидив, хорошие и отличные функциональные результаты по шкале MSTS отмечены у 91% пациентов [5]. Нельзя не сказать о методике, предложенной R. Саррапа, когда малоберцовый лоскут дополняется аллогraftом. Автор публикует множество исследований о преимуществах данной операции [5, 12, 21]. В нашей работе после 3 случаев развития инфекции и 2 случаев асептического расхождения швов мы ограничили применение аллогraftов. Ряд авторов также опубликовали данные о сложностях, связанных с их использованием. Например, M.T. Houdeck и соавт., описывая результаты лечения 18 педиатрических пациентов, отмечают, что повторная операция потребовалась 14, тем не менее средний показатель функции по шкале MSTS составил 93% [22]. M.P.A. Bus и соавт., анализируя лечение 87 пациентов с использованием аллогraftов, отмечают развитие осложнений в 76% случаев и в заключение рекомендуют пересмотреть использование аллогraftов для реконструкции длиной 15 см и более [23]. Важно подчеркнуть, что речь идет не об аутоотрансплантате малоберцовой кости, который успешно замещает дефекты до 20 см и более [5, 21, 24]. Ориентируясь на данные результаты, мы ограничили использование аллогraftов у пациентов младше 10 лет и при объемных дефектах костей. Опыт нашей работы аналогичен, использованы аутоотрансплантаты от 10,5 до 22 см. Мы применяли классификацию осложнений по E.R. Henderson, но почти не встречали ее использования у других

авторов, хотя, на наш взгляд, она наиболее подробно описывает осложнения, особенно у детей, и должна быть рекомендована к широкому использованию.

Четыре (12,5%) случая возникновения локального рецидива у пациентов с саркомой Юинга, к сожалению, свидетельствуют об ограничениях методики при с данной нозологии. Расположение очага в диафизе обычно требует большего отступа в пределах здоровых тканей, что часто ограничено размерами малоберцового трансплантата. Данное обстоятельство может заставить хирурга пойти на компромисс, уменьшив длину отступа по кости, чего делать категорически не следует. При саркоме Юинга мы использовали отступ около 3–3,5 см, которого, видимо, оказалось недостаточно, несмотря на результаты гистологического исследования [8, 25]. Полученные онкологические результаты: бессобытийная выживаемость при остеосаркоме –  $85,7 \pm 13,2\%$ , при саркоме Юинга –  $64,6 \pm 14,3\%$ , также соответствуют показателям большинства источников литературы [17–20]. Но к сожалению, 100% показатели общей выживаемости обусловлены незрелостью кривых, малой медианой наблюдения, равной 3,2 года (интерквартильный размах 1,28–5,75 года), мы ожидаем снижения данного показателя.

Функциональный результат оценивался при помощи шкалы MSTS и, как уже было сказано выше, мы получили результаты, сопоставимые с большинством международных исследований. Однако, на наш взгляд, данная шкала не отражает в полной мере преимущества биологической реконструкции. При этом другие шкалы, например AOSAF или VAS, не могут быть применены, так как не отражают сложность восстановления после сегментарной резекции. Стоит отметить, что пациенты, имевшие хорошие и отличные результаты, помимо хорошей функции в смежных суставах, отсутствия ограничений по длине прогулки и косметического дефекта походки (либо его минимальной выраженности), могли заниматься спортом, который после эндопротезирования обычно не рекомендуется: делать упражнения для ног со штангой, такие как приседания, кататься на беговых лыжах, бегать, заниматься скалолазанием.

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

Таким образом, можно сделать вывод, что биологическая реконструкция диафизарных дефектов, несмотря на сложность выполнения, длительность реабилитации, количество осложнений, позволяет минимизировать объем инородных тел, используемых для операции и сохранить суставы пациенту, что способствует достижению хороших и отличных функциональных результатов, позволяет вести активный

образ жизни и даже заниматься некоторыми видами спорта. Использование данного метода при саркоме Юинга, несмотря на то что ряд авторов сообщают об их успешности, – дискуссионно. Решение должно приниматься междисциплинарной командой, обязательна оценка пораженного сегмента с помощью магнитно-резонансной томографии с контрастом до начала лечения, так как именно по его данным оценивается объем резекции.

#### ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Не указан.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

#### ORCID

**Bolshakov N.A.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6313-6712>

**Artemov A.Yu.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2210-6431>

**Vorochay A.M.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8026-0977>

**Slinin A.S.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9300-5198>

**Tikhonova M.V.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5679-8961>

**Rybchenok V.V.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9635-891X>

**Alexandrov A.V.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6110-2380>

**Grachev N.S.** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4451-3233>

## Литература / References

- Ferrari A., Dirksen U., Bielack S. Sarcomas of Soft Tissue and Bone. *Prog Tumor Res* 2016; 43: 128–41.
- Biazzo A., De Paolis M. Multidisciplinary approach to osteosarcoma. *Acta Orthop Belg* 2016; 82 (4): 690–8.
- Harwood J.L., Alexander J.H., Mayer-son J.L., Scharschmidt T.J. Targeted Chemotherapy in Bone and Soft-Tissue Sarcoma. *Orthop Clin North Am* 2015; 46 (4): 587–608.
- Lesensky J., Prince D.E. Distraction osteogenesis reconstruction of large segmental bone defects after primary tumor resection: pitfalls and benefits. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2017; 27 (6): 715–27.
- Errani C., Ceruso M., Donati D.M., Manfrini M. Microsurgical reconstruction with vascularized fibula and massive bone allograft for bone tumors. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2019; 29 (2): 307–11.
- Puri A. Limb salvage: When, where, and how? *Indian J Orthop* 2015; 49 (1): 46–55.
- Большаков Н.А., Артемов А.Ю., Ворочай А.М., Хамин И.Г., Тихонова М.В., Слинин А.С. и соавт. Эндопротезирование коленного сустава как хирургический этап лечения пациентов детского и подросткового возраста с опухолью костей. *Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии* 2019; 18 (1): 55–61. DOI: 10.24287/1726-1708-2019-18-1-55-61 [Bolshakov N.A., Artemov A.Yu., Vorochay A.M., Khamin I.G., Tikhonova M.V., Slinin A.S., et al. Endoprosthesis reconstruction, as a surgical treatment of children and adolescence with bone tumors around the knee. *Pediatric Hematology/Oncology and Immunopathology* 2019; 18 (1): 55–61. (In Russ.)].
- Casali P.G., Bielack S., Abecassis N., Aro H.T., Bauer S., Biagini R., et al. Bone sarcomas: ESMO-Paed-Can-EURACAN Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol* 2018; 29: iv79–95.
- Jeys L., Abudu A., Grimer R. Expandable prostheses. *Oper Tech Orthop Surg Oncol* 2014; 46–54.
- Hahn E. Eine Methode, Pseudarthrosen mit großem Defekt zur Ausheilung zu bringen. *Zentralblatt Chir* 1884; 21: 337–41.
- Walter M. Resection De L'extremite Inferieure Du Radius Pour Osteosarcome: Greffe de L'extremite Supérieure Du Péroné. *Bull Et Mem Soc de Chir de Par* 1911; 37: 739–47.
- Zaretski A., Amir A., Meller I., Leshem D., Kollender Y., Barnea Y. Free fibula long bone reconstruction in orthopedic oncology: A surgical algorithm for reconstructive options. *Plast Reconstr Surg* 2004; 113 (7): 1989–2000.
- Groundland J.S., Binitie O. Reconstruction After Tumor Resection in the Growing Child. *Orthop Clin North Am* 2016; 47 (1): 265–81.
- Muscolo D.L., Ayerza M.A., Aponte-Tinco L., Farfalli G. Allograft reconstruction after sarcoma resection in children younger than 10 years old. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466 (8): 1856–62.
- Davis A.M., Wright J.G., Williams J.I., Bombardier C., Griffin A., Bell R.S. Development of a measure of physical function for patients with bone and soft tissue sarcoma. *Qual Life Res* 1996; 5 (5): 508–16.
- Henderson E.R., O'Connor M.I., Ruggieri P., Windhager R., Funovics P.T., Gibbons C.L. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours: A modified system including biological and expandable reconstructions. *Bone Joint J* 2014; 96-B (11): 1436–40.
- Kaatsch P., Strothotte J., Becker C., Bielack S., Dirksen U., Blettner M. Pediatric bone tumors in Germany from 1987 to 2011: incidence rates, time trends and survival. *Acta Oncol (Madr)* 2016; 55 (9–10): 1145–51.
- Gatta G., Botta L., Rossi S., Aareleid T., Bielska-Lasota M., Clavel J. Childhood cancer survival in Europe 1999–2007: Results of EURO-CARE-5-a population-based study. *Lancet Oncol* 2014; 15 (1): 35–47.
- Gaspar N., Hawkins D.S., Dirksen U., Lewis I.J., Ferrari S., Le Deley M.-C. Ewing sarcoma: Current management and future approaches through collaboration. *J Clin Oncol* 2015; 33 (27): 3036–46.
- Esiashvili N., Goodman M., Marcus R.B. Changes in Incidence and Survival of Ewing Sarcoma Patients Over the Past 3 Decades. *J Pediatr Hematol Oncol* 2008; 30 (6): 425–30.
- Capanna R., Campanacci D.A., Belot N., Beltrami G., Manfrini M., Innocenti M. A New Reconstructive Technique for Intercalary Defects of Long Bones: The Association of Massive Allograft with Vascularized Fibular Autograft. Long-Term Results and Comparison with Alternative Techniques. *Orthop Clin North Am* 2007; 38 (1): 51–60.
- Houdek M.T., Wagner E.R., Stans A.A., Shin A.Y., Bishop A.T., Sim F.H. What Is the Outcome of Allograft and Intramedullary Free Fibula (Capanna Technique) in Pediatric and Adolescent Patients With Bone Tumors? *Clin Orthop Relat Res* 2016; 474 (3): 660–8.
- Bus M.P.A., Dijkstra P.D.S., van de Sande M.A.J., Taminiau A.H.M., Schreuder H.W.B., Jutte P.C. Intercalary allograft reconstructions following resection of primary bone tumors: A nationwide multicenter study. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96 (4): e26.
- Panagopoulos G.N., Mavrogenis A.F., Mauffrey C., Lesenský J., Angelini A., Megaloikonomos P.D. Intercalary reconstructions after bone tumor resections: a review of treatments. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2017; 27 (6): 737–46.
- Andreou D., Bielack S.S., Carrle D., Kevric M., Kotz R., Winkelmann W. The influence of tumor- and treatment-related factors on the development of local recurrence in osteosarcoma after adequate surgery. An analysis of 1355 patients treated on neoadjuvant Cooperative Osteosarcoma Study Group protocols. *Ann Oncol* 2011; 22 (5): 1228–35.