

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРОВΟΣНАБЖАЕМЫХ КОСТНЫХ АУТОТРАНСПЛАНТАТОВ ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ЛОКТЕВОЙ КОСТИ У ДЕТЕЙ

Авдейчик Н.В., Голяна С.И., Гранкин Д.Ю., Сафонов А.В.

*ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава РФ, Санкт-Петербург, e-mail: grankin.md@gmail.com*

Предложены различные варианты оперативных вмешательств на предплечье у пациентов детского возраста с локтевой косоруконостью. Выбор способа хирургического лечения зависит от расположения дефекта. Целью работы было изучить результаты лечения пациентов детского возраста, которым выполняли микрохирургическую аутотрансплантацию второй плюсневой и малоберцовой костей для восполнения дефектов локтевой кости. В исследование включены 34 пациента, которые получали оперативное лечение с 1987 по 2021 гг. Средний возраст пациентов  $5,5\pm 3,6$  года. Пациенты разделены на группы: I - дети, которым производили микрохирургическую аутотрансплантацию кровоснабжаемого эпиметафиза второй плюсневой кости с ростковой зоной (16 случаев); II - дети, которым для восстановления диафиза локтевой кости использовали аутотрансплантацию малоберцовой кости (19 случаев). Преобладали пациенты с врожденной локтевой косоруконостью (40%), нейрофиброматозом (29%). В 51% случаев дефект локтевой кости располагался в ее средней трети. В I группе дефект локтевой кости составил  $4,2\pm 0,5$  см, во II -  $8,7\pm 2,5$  см. Длина аутотрансплантата, сформированного из второй плюсневой кости, была  $5\pm 0,6$  см, из малоберцовой кости -  $9,8\pm 2,8$  см. В I группе в 56% случаев трансплантат формировали на первой тыльной и второй подошвенной плюсневых артериях. В 91,4% случаев в реципиентной области использовали локтевую артерию. Аутотрансплантация кровоснабжаемых тканевых комплексов с целью замещения дефектов локтевой кости у пациентов детского возраста является эффективным методом хирургического лечения с невысоким риском развития осложнений.

Ключевые слова: микрохирургия, локтевая кость, косоруконость, нейрофиброматоз, дети.

## MICROSURGICAL REPLACEMENT OF THE ULNA DEFECT IN CHILDREN

Avdeychik N.V., Golyana S.I., Grankin D.Y., Safonov A.V.

*H. Turner National Medical Research Centre for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, e-mail: grankin.md@gmail.com*

The article contains various options for forearm surgery in children with ulnar longitudinal deficiency. The choice of surgical treatment depends on the location of defect. Retrospective analysis treatment of children. Patients underwent microsurgical autotransplantation of blood-supplied tissue complexes to replace defects of ulnar bone. The study includes the results of treatment of 34 children operated since 1987 to 2021. The age of patients is  $5.5\pm 3.6$  years. The patients which performed reconstruction of ulna diaphysis were divided in 2 groups: I - children who undergo microsurgical autotransplantation of the blood-supplied epimetaphysis of the second metatarsal bone with a growth plate (16 cases); II - children with fibular graft (19 cases). Patients with ulnar longitudinal deficiency (40%), neurofibromatosis (29%) dominated. In group I, the ulna defect was  $4.2\pm 0.5$  cm, in group II -  $8.7\pm 2.5$  cm. The length of the autograft second metatarsal bone was  $5\pm 0.6$  cm, fibular graft -  $9.8\pm 2.8$  cm. In group I 56% of cases, the graft was formed on 1 dorsal and 2 plantar metatarsal arteries. In 91.4% ulnar artery was used in the recipient area. Autotransplantation of blood-supplied tissue complexes to replace elbow bone defects in children is an effective method of surgical treatment, with a low risk of complications.

Keywords: microsurgery, ulnar longitudinal deficiency, neurofibromatosis, children.

Локтевая косоруконость - редкое заболевание у детей, характеризующееся полным или частичным отсутствием локтевой кости. Причинами деформации локтевой кости могут быть как врожденные заболевания (врожденная локтевая косоруконость, нейрофиброматоз, фиброзная и экзостозная дисплазия), так и приобретенные (последствия травм предплечья, остеомиелита, опухолевых заболеваний) [1-3]. Частота встречаемости локтевой косоруконости

при врожденной патологии достигает 1 на 25000-150 000 новорожденных, соотношение мальчики:девочки определяется как 3:2 [2, 4].

Основные жалобы, предъявляемые пациентами: ограничение функции верхней конечности, укорочение и саблевидная деформация предплечья, вывих головки лучевой кости, ульнарная девиация кисти [2, 5, 6]. Раннее хирургическое лечение данной патологии помогает избежать прогрессирования укорочения локтевой кости, деформации диафиза лучевой кости и вывиха головки лучевой кости [1]. При врожденной локтевой косоруконости наиболее распространенные вмешательства - иссечение костно-хрящевого тяжа в дистальном отделе локтевой кости, удлинение локтевой кости [4, 5]. При расположении дефекта в средней трети локтевой кости возможны несвободная костная пластика кровоснабжаемым кортикально-надкостничным аутооттрансплантатом, сформированным из дистального метаэпифиза лучевой кости, внутренний остеосинтез в сочетании с костной пластикой, остеотомия одного из фрагментов с последующей дистракцией аппаратом Илизарова. Однако подобные виды операций эффективны только при дефекте небольшой протяженности [7, 8]. При значительной длине дефекта предпочтительнее использовать свободные кровоснабжаемые аутооттрансплантаты, такие как плюсовая или малоберцовая кости [3, 6, 7]. По данным литературы, васкуляризированные костные аутооттрансплантаты могут лучше противостоять ранней механической нагрузке, чем не васкуляризированные, что сводит к минимуму вероятность резорбции кости и стрессовых переломов. Кроме того, течение репаративных процессов при таком виде костной пластики практически не отличается от остеогенеза при обычном переломе [9, 10].

Однако для осуществления подобных вмешательств необходимы определенная квалификация и опыт хирургов, использование операционной оптики и специального микрохирургического инструментария, опыт анестезиологов, осуществляющих интра- и послеоперационное ведение пациентов после пересадки кровоснабжаемых комплексов тканей. Поэтому данный вид костной пластики используется у детей довольно редко и только в специализированных, соответствующе оснащенных центрах.

Цель исследования: изучить результаты лечения пациентов детского возраста, которым выполняли микрохирургическую аутооттрансплантацию второй плюсовой и малоберцовой костей для восполнения дефектов локтевой кости.

**Материалы и методы исследования.** В исследование приняли участие 34 пациента (14 девочек (41,2%) и 20 мальчиков (58,8%)), которым была выполнена микрохирургическая аутооттрансплантация кровоснабжаемых комплексов тканей для замещения дефектов локтевой кости с 1987 по 2021 гг. в отделении реконструктивной микрохирургии и хирургии кисти ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России. У 1

пациента оперативное лечение проводили на двух конечностях. Критерий исключения - пациенты, у которых одновременно выполняли восстановление дефицита мягких тканей предплечья. Средний возраст пациентов составил  $5,5 \pm 3,6$  года (от 2 до 15 лет).

Дети были разделены на группы: I - пациенты, которым производили микрохирургическую аутотрансплантацию кровоснабжаемого эпиметафиза второй плюсневой кости с ростковой зоной (16 случаев); II - дети, у которых для восстановления диафиза локтевой кости использовали аутотрансплантацию малоберцовой кости (19 случаев).

У 14 пациентов первым этапом выполняли монтаж аппарата внешней фиксации (АВФ) с целью низведения лучевой кости и дистального фрагмента локтевой кости (если таковой имелся). При монтаже дистракционного аппарата в перекрестном направлении перпендикулярно оси костей проводили по 2 спицы Киршнера через проксимальный отдел локтевой кости и дистальные отделы локтевой и лучевой костей, еще одной спицей фиксировали вторую-пятую пястные кости. Спицы фиксировали в двух кольцах и на выносных штангах (спицу, фиксирующую пястные кости) дистракционного аппарата, скрепленных между собой тремя штангами. Часто одновременно производили кожную Z-пластику по локтевой поверхности дистального отдела предплечья, где в 3 случаях определялся соединительнотканый тяж, являющийся продолжением недоразвитой локтевой кости. Тогда производили его частичную резекцию. На 2-е сутки после перенесенного оперативного вмешательства проводили дистракцию в режиме 0,25 мм 3 раза в сутки. В период коррекции пациенты получали консервативное лечение с целью профилактики развития контрактур суставов. После низведения лучевой кости проводили второй этап оперативного лечения.

Микрохирургическая аутотрансплантация кровоснабжаемого фрагмента кости заключалась в подготовке реципиентной зоны, а именно: 1) выделении проксимального и дистального (при его сохранности) отделов локтевой кости, их резекции до здоровых кровоснабжаемых участков, в результате чего возникал диастаз определенной длины; 2) подготовке артерии и вены для последующего «подключения» питающей ножки аутотрансплантата.

В донорской области проводили следующие этапы у пациентов I группы: 1) выделяли костный аутотрансплантат с надкостницей и окружающими мягкими тканями, питаемый сосудистой ножкой; 2) выполняли капсулотомию плюснев-фалангового сустава и остеотомию проксимального метафиза плюсневой кости; 3) проводили отсечение сосудистой ножки. У пациентов II группы производили выделение костного аутотрансплантата необходимой длины из диафиза малоберцовой кости с надкостницей и окружающими мягкими тканями. Во всех случаях в состав трансплантата включали кожный лоскут («буйковый»), питаемый

перфорантными сосудами указанных сосудистых ножек для наблюдения за кровоснабжением трансплантата.

Полученный трансплантат помещали в диастаз локтевой кости в положении максимального разведения фрагментов кости с выведением кисти в гиперкоррекцию в лучевую сторону на 10-15°. Фиксацию производили спицей Киршнера, проведенной через пястную кость, фрагменты локтевой кости и ауто трансплантат. Создавали анастомозы между донорскими и реципиентными сосудами. После снятия сосудистых клипс и восстановления кровообращения в ауто трансплантате послойно накладывали швы на рану.

У пациентов I группы в донорской области выполняли продольную остеотомию первой плюсневой кости, латеральный фрагмент отводили и помещали под основную фалангу второго пальца. Фиксацию осуществляли осевой и двумя поперечными спицами Киршнера. У детей II группы (10 случаев) в нижнем отделе голени в поперечном направлении создавали канал через мало- и большеберцовые кости, в который вводили кортикальную костную «шпильку», сформированную из дистального отдела малоберцовой кости. Данная реконструкция выполнялась с целью предотвращения возможного развития нестабильности голеностопного сустава.

Фиксацию конечностей производили гипсовыми лонгетами на 4-6 недель. После окончания иммобилизации пациенты получали консервативное лечение с целью разработки движений в суставах верхней и нижней конечностей.

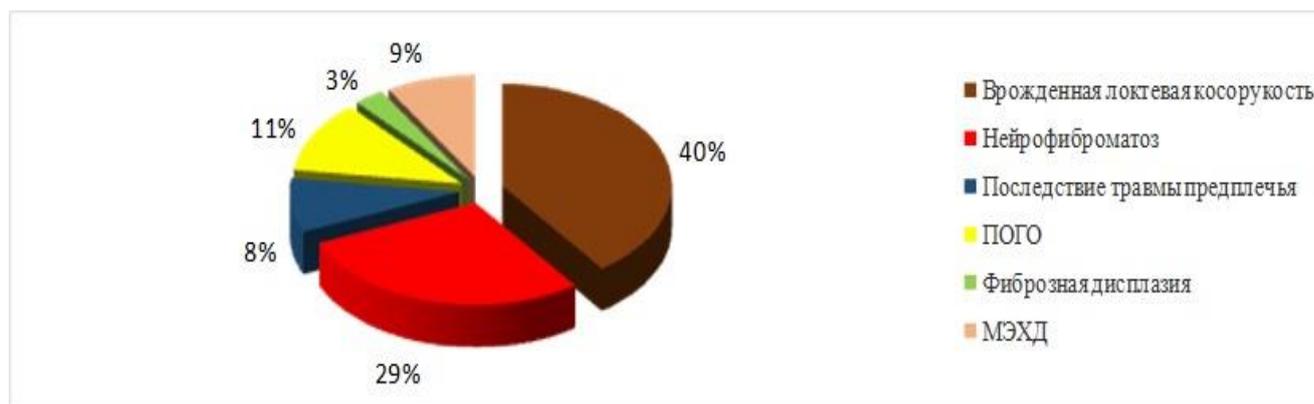
Для оценки результатов лечения был проведен анализ протоколов оперативных вмешательств. Учитывались следующие показатели: 1) возраст и пол пациента; 2) причины развития деформации локтевой кости, длина дефекта; 3) варианты и длина сформированного костного трансплантата; 4) варианты донорских и реципиентных сосудов; 5) осложнения; 6) необходимость проведения дополнительных оперативных вмешательств на предплечье. Все осложнения были классифицированы как интра- и послеоперационные [11].

Полученные результаты подвергали обработке в Statgraphics 18 с помощью методов параметрической и непараметрической статистики.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В ФГБУ «НМИЦ ДТО им. Г.И. Турнера» Минздрава России с 1984 по 2021 гг. было проведено 1327 микрохирургических ауто трансплантаций различных тканей в свободном варианте, в 2,6% случаев для замещения дефекта локтевой кости.

Выявлено, что преобладали пациенты с врожденной локтевой косорукостью (40% случаев), нейрофиброматозом (29%) и последствиями острого гематогенного остеомиелита (ПОГО) (11%). В 20% случаев дефект локтевой кости возникал у детей с фиброзной

дисплазией, множественной экзостозной хондродисплазией (МЭХД) и последствиями травм предплечья (рис. 1).

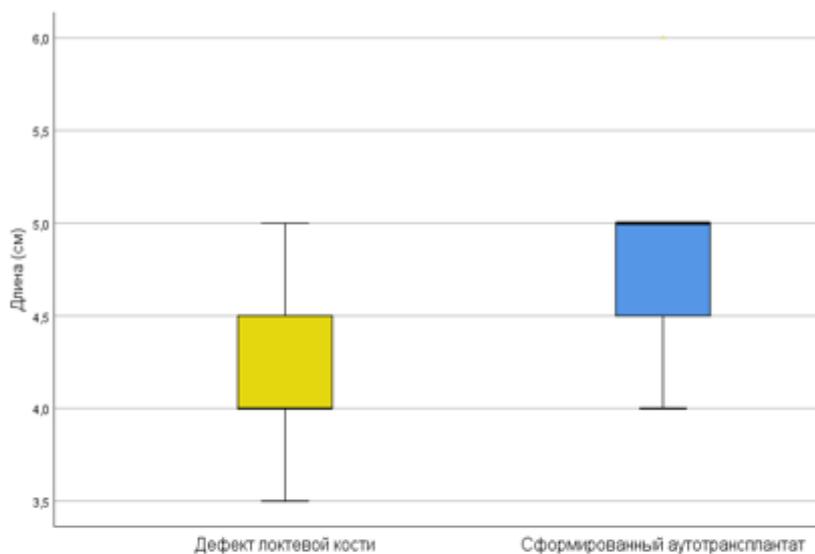


*Рис. 1. Диаграмма распределения пациентов по диагнозам*

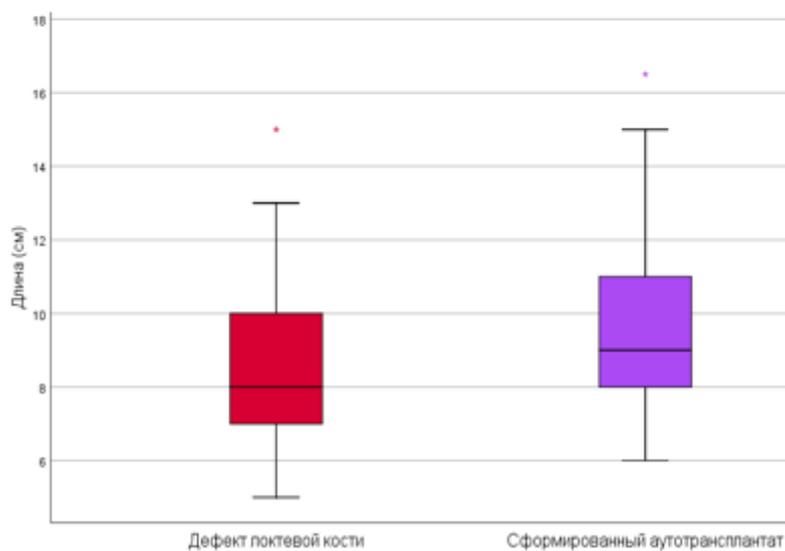
Дефект локтевой кости располагался как в средней трети (51%), так и в нижней трети (49%). При этом у 7 пациентов в дистальном отделе локтевая кость была представлена соединительнотканым хрящом.

У детей, которым первым этапом проводили низведение лучевой кости, средний срок distraction составил  $87 \pm 30,5$  дня.

У пациентов I группы дефект локтевой кости составил  $4,2 \pm 0,5$  см. Длина аутотрансплантата, сформированного из второй плюсневой кости, составила  $5 \pm 0,6$  см. Различия показателей оказались статистически значимыми ( $p < 0,05$ ). Уровни показателей сопоставлены на рисунке 2А. У пациентов II группы длина дефекта локтевой кости составила  $8,7 \pm 2,5$  см. Длина аутотрансплантата, сформированного из малоберцовой кости, была  $9,8 \pm 2,8$  см. При сравнении данных показателей статистически значимые различия отсутствовали, что подтверждалось критерием Манна-Уитни ( $p > 0,05$ ). Графически уровни показателей представлены на рисунке 2Б.



*A*



*Б*

*Рис. 2. Сравнение длины дефекта локтевой кости и сформированного аутографтата у пациентов I (А) и II (Б) групп*

Таким образом, у пациентов II группы длина сформированного трансплантата была на 49% больше, чем в I группе, что позволило заместить больший объем костной ткани. По данным, представленным в литературе, малоберцовую кость часто используют при дефектах более 6 см [10], что и подтвердилось в нашем исследовании.

У пациентов I группы в качестве питающей ножки аутографтата всегда использовали тыльную артерию стопы, продолжением которой являлись первая тыльная и вторая подошвенная плюсневые артерии в 56% случаев, только первая тыльная плюсневая артерия в 19% и только вторая подошвенная плюсневая артерия в 13% случаев (рис. 3). Еще в двух случаях использовали по две тыльные и подошвенные плюсневые артерии



При наложении венозных анастомозов в реципиентной зоне в 43% случаев использовали v.cephalica, а у 29% пациентов - комитантные вены, сопровождающие реципиентную артерию (рис. 4).

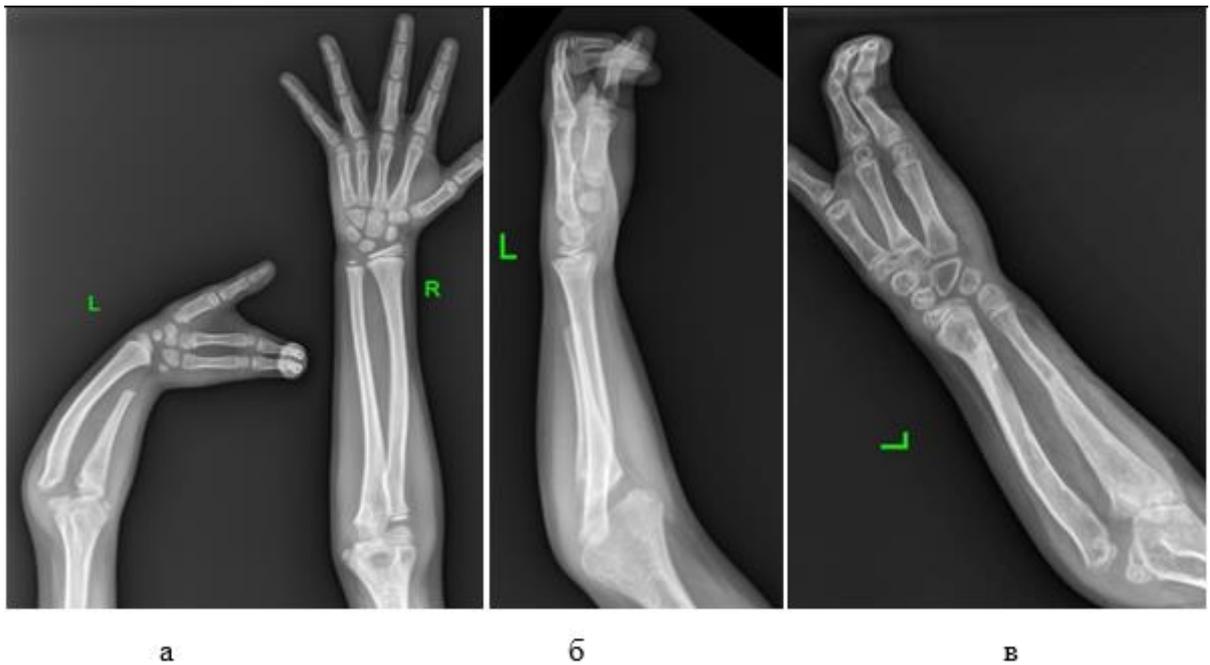
Фиксация трансплантата в реципиентной области может быть осуществлена пластиной, спицей Киршнера, аппаратом Илизарова [1]. В нашем исследовании в 14,3% случаев фиксация проводилась АВФ, в остальных случаях - осевой спицей Киршнера. Различий в сроках сращения отмечено не было.

По данным литературы, при аутотрансплантации костных фрагментов в 4% случаев возникают осложнения, такие как частичный лизис трансплантата, тромбоз питающей ножки, миграция трансплантата, псевдоартроз в зоне кость - аутотрансплантат и др. [1, 7, 8, 10]. Только в 1 случае (2,9%) мы столкнулись с ранними послеоперационными осложнениями. В связи с нарушением микроциркуляции в аутотранспланте потребовались проведение ревизии сосудистых анастомозов и удаление гематомы. Развившееся осложнение не повлияло на итоговый результат лечения.

При заимствовании фрагмента малоберцовой кости возможно развитие нестабильности голеностопного сустава. В связи с этим рекомендовано осуществлять остеотомию в дистальном отделе на расстоянии более 5 см от дистального эпифиза малоберцовой кости [10]. В нашем исследовании ни у одного пациента не было отмечено нестабильности голеностопного сустава. В связи с отсутствием данного осложнения было принято решение в последующем не создавать межберцовый анкилоз в дистальном отделе голени.

В литературе не описаны последующие операции после реконструкции локтевой кости. В нашем исследовании в 17,1% случаев (6 пациентов) в процессе роста наблюдалось опережение роста лучевой кости, что потребовало удлинения локтевой кости с помощью дистракционного остеосинтеза.

Клинический пример. Пациент Ш., 8 лет, поступил на оперативное лечение с жалобами на деформацию предплечья, ульнарную девиацию кисти. На рентгенограмме предплечья выявлены недоразвитие дистального отдела локтевой кости, вывих лучевой кости (рис. 5 а, б). Первым этапом было выполнено иссечение тяжа локтевой кости и монтаж АВФ с последующей дистракцией. В последующем проведена микрохирургическая пересадка второй плюсневой кости. При контрольном осмотре через 8 месяцев кисть в среднем положении, отмечается ремоделирование лучевой кости (рис. 5 в).



*Рис. 5. Результат оперативного лечения пациента I группы:*

*а, б) укорочение, недоразвитие локтевой кости, вывих лучевой кости; в) отдаленный результат через 8 месяцев после оперативного вмешательства*

### **Заключение**

Проведенное исследование доказало эффективность микрохирургической аутотрансплантации кровоснабжаемого эпиметафиза второй плюсневой кости и малоберцовой кости для замещения дефекта локтевой кости у детей. Данный вид оперативных вмешательств возможно проводить как при врожденной, так и при приобретенной патологии. При этом риск развития послеоперационных осложнений невысок. Однако в последующем у ряда пациентов требуется проведение дополнительных вмешательств для устранения разницы в длине костей предплечья.

### **Список литературы**

1. Bauer A.S., Singh A.K., Amanatullah D., Lerman J., James M.A. Free vascularized fibular transfer with langenskiöld procedure for the treatment of congenital pseudarthrosis of the forearm. *Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery*. 2013. Vol. 17 (3). P. 144-150.
2. Özdemir M., Turan A., Kavak R.P. Ulnar hemimelia: a report of four cases. *Skeletal radiology*. 2019. Vol. 48 (7). P. 1137-1143.
3. Авдейчик Н.В., Голяна С.И., Гранкин Д.Ю., Сафонов А.В., Тихоненко Т.И., Галкина Н.С. Возможности применения микрохирургической аутотрансплантации комплексов тканей у детей // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2020. Т . 8. Вып. 4. С. 437-450.

4. Wolfe S. W., Hotchkiss R. N., Pederson W. C., Kozin S. H., Conen M.S. Green's Operative Hand Surgery Seventh Edition . 2017. P. 1328-1334.
5. Chen G.X., Zhou Z.A., Yang L. Ulnar lengthening using a half-ring sulcated external fixator for ulnar longitudinal deficiency: a case report. Cell Biochemistry and Biophysics. 2013. Vol. 67 (2). P. 809-812.
6. Vilkki S.K. Distal Radio-Ulnar Joint Reconstruction after failed Darrach operation using free autogenous second toe Metatarso-phalangeal joint transfer. Development of the technique and a long-term (over 25 year) follow-up. Injury. 2021. Vol. 12. S0020-1383(21)00240-0.
7. Дажин А.Ю., Миначов Б.Ш., Валеев М.М., Чистиченко С.А., Бикташева Э.М. Свободная костная пластика васкуляризированным фрагментом малоберцовой кости при лечении больных с обширными сегментарными дефектами костей предплечья // Гений ортопедии. 2013. № 2. С. 58-61.
8. Губочкин Н.Г., Микитюк С.И., Иванов В.С. Пересадка кровоснабжаемых костных трансплантатов для лечения ложных суставов и дефектов костей // Гений ортопедии. 2014. № 4. С. 5-10.
9. Маликов М.Х., Курбанов У.А., Давлатов А.А. Пересадка васкуляризированных костных трансплантатов при травматических дефектах и ложных суставах костей верхней конечности // Новости хирургии. 2012. Т. 20. № 5. С. 82-90.
10. Taqi M., Llewellyn C.M., Estefan M. Fibula Tissue Transfer. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563283/> (дата обращения: 12.12.2021).
11. Голяна С.И., Тихоненко Т.И., Говоров А.В., Зайцева Н.В., Балашов А.В. Осложнения при использовании микрохирургической аутопересадки пальцев стопы у детей с патологией кисти // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2017. Т. 5. № 4. С. 16-23.
12. Lin Y.T., Chen S.H., Loh C.Y.Y., Hsu C.C., Lin C.H. Rationalizing the Vascular Anatomy for Oblique Osteotomy of the Metatarsal Head during Toe/Joint Transfers of the Metatarsophalangeal Joint // Plastic and Reconstructive Surgery-Global Open. 2018. Vol. 6 (10). P. e1805.
13. Лукьянов С.А., Прошенко Я.Н., Зорин В.И. Использование кровоснабжаемых трансплантатов из малоберцовой кости с функционирующей зоной роста для реконструкции дефектов костей конечностей у пациентов детского возраста: обзор зарубежной литературы // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2021. Т. 9. № 2. С. 245-256.