

Эффективность кровоснабжаемой и обычной костной пластики в достижении сращения при ложных суставах плечевой кости

И.О. Голубев^{1,2}, А.Р. Саруханян², М.В. Меркулов¹, О.М. Бушуев¹, Г.Н. Ширияева¹, И.А. Кутепов¹,
А.А. Максимов¹, М.В. Капырина¹, Г.Г. Балюра¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

Effectiveness of vascularized and conventional bone grafting in achieving union in humeral pseudarthrosis

I.O. Golubev^{1,2}, A.R. Sarukhanyan², M.M. Merkulov¹, O.M. Bushuev¹, G.N. Shiryaeva¹, I.A. Kutepov¹,
A.A. Maksimov¹, M.V. Kapryrina¹, G.G. Balyura¹

¹National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation

²Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

Введение. Переломы плечевой кости составляют от 5 до 8 % от всех переломов костей скелета. Несращения их встречаются при накостном остеосинтезе в 5,5–8,7 %, блокируемом интрамедуллярном остеосинтезе в 3–5,6 %, часто это связано с наличием инфекции, нарушением кровоснабжения, характером перелома и хирургическими ошибками. **Цель.** Сравнение эффективности кровоснабжаемой и некровоснабжаемой костной пластики в достижении сращения при лечении пациентов с ложными суставами и дефектами плечевой кости. **Материалы и методы.** В отделении микрохирургии и травмы кисти ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» в период с 2010 по 2017 год было проведено оперативное лечение 69 пациентов с ложными суставами и дефектами плечевой кости, из них 41 пациент – с использованием васкуляризованных костных трансплантатов и 28 пациентов с использованием некровоснабжаемой костной пластики из гребня подвздошной кости. Оценка результатов проводилась на основании данных рентгенографии и компьютерной томографии. **Результаты.** Консолидация перелома при кровоснабжаемой костной пластике была достигнута в 36 случаях (88 %) в течение 4–6 месяцев. В группе пациентов, где применялась некровоснабжаемая костная пластика, консолидация трансплантата достигнута в 20 случаях (71 %) в течение 8–12 месяцев. **Выводы.** При посттравматических ложных суставах и дефектах плечевой кости, при наличии двух и более предшествующих оперативных вмешательств в анамнезе, применение васкуляризованной костной пластики дает больше удовлетворительных результатов и сокращает сроки заживления перелома по сравнению с некровоснабжаемой пластикой. **Ключевые слова:** ложный сустав плечевой кости, трансплантат, лоскут, медиальный мыщелок, дефект кости, васкуляризованный трансплантат из малоберцовой кости

Introduction Humeral fractures comprise from 5 % to 8 % of all fractures. Nonunion rate of humeral fractures is 5.5–8.7% with open reduction and internal fixation (ORIF) technique and 3–5.6 % with the use of locked intramedullary nailing technique. Its frequent causes are infection, poor vascularity, severe comminution or technical errors. **Purpose** Analysis of effectiveness of vascularized bone grafting and non-vascularized bone grafting in humeral nonunion and defect treatment. **Material and methods** Surgical management of 69 patients with humeral nonunion was performed from 2010 to 2017 at a single institution in two groups. Vascularized bone grafts were used in 41 cases and non-vascularized ones in 28 cases. X-rays and CT-scans of all the patients were studied. **Results** In the vascularized bone grafting group, union was achieved in 36 cases (88 %) after four to 6 months; in non-vascularized bone group union was achieved in 20 cases (71 %) after eight to 12 months. **Conclusion** In post-traumatic humeral nonunion and bone defects, after two or more failed surgical procedures performed previously, vascularized bone grafting yields more satisfactory results and reduces the total healing time. **Keywords:** humeral nonunion, graft, flap, medial condyle, bone defects, vascularized fibular grafts

ВВЕДЕНИЕ

Переломы плечевой кости составляют от 5 до 8 % от всех переломов костей скелета [1–3]. Несращения их встречаются при накостном остеосинтезе в 5,5–8,7 % случаев, блокируемом интрамедуллярном остеосинтезе – в 3–5,6 %, и могут представлять значительные трудности для лечения [4, 5].

Неудачный исход операции с формированием ложного сустава делает повторное вмешательство неизбежным [6, 7]. Чаще всего тактика повторной операции состоит в удалении ранее установленного имплантата, повторном остеосинтезе, чаще пластиной с аутопластикой плечевой кости трансплантатом из гребня подвздошной кости [2]. Успех при повторных оперативных вмешательствах составляет от 70 до 92 % [3, 8, 9].

Костная пластика губчатой аутокостью считается значимым фактором достижения костного сращения при повторных операциях и рекомендуется большинством авторов при внутренней фиксации. Однако его использование не всегда приводит к сращению [10–12].

В случае неудачи повторной операции выбор специалиста стоит между повторением ранее выполненной операции или изменением хирургической стратегии. Это может быть переход на иной способ фиксации и (или) иной способ стимулирования регенерации [13–16].

Одним из способов замещения дефектов трубчатой кости является кровоснабжаемая костная пластика. Основным трансплантатом при этом служит фрагмент

Эффективность кровоснабжаемой и обычной костной пластики в достижении сращения при ложных суставах плечевой кости / И.О. Голубев, А.Р. Саруханян, М.В. Меркулов, О.М. Бушуев, Г.Н. Ширияева, И.А. Кутепов, А.А. Максимов, М.В. Капырина, Г.Г. Балюра // Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 2. С. 182–186. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-2-182-186

Golubev I.O., Sarukhanyan A.R., Merkulov M.M., Bushuev O.M., Shiryaeva G.N., Kutepov I.A., Maksimov A.A., Kapryrina M.V., Balyura G.G. Effectiveness of vascularized and conventional bone grafting in achieving union in humeral pseudarthrosis. *Genij Ortopedii*, 2021, vol. 27, no 2, pp. 182–186. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-2-182-186

малоберцовой кости. Впервые трансплантат из малоберцовой кости описан в 1975 году [17]. Васкуляризованная костная пластика широко применяется в хирургии нижней конечности, однако в последние годы было описано много новых методов лечения сложных патологий верхних конечностей с ее применением [3, 18, 19].

Васкуляризованные костные трансплантаты обеспечивают более быстрое заживление, имеют преимущество при наличии инфекции, снижают риск последующего перелома и обладают способностью к ремоделированию при физиоло-

гической нагрузке с учетом ранней нагрузки весом [4, 5, 18].

Дополнительным преимуществом васкуляризованного костного трансплантата является возможность применения в костно-кожном варианте для реконструкции сопутствующего мягкотканного дефекта и контроля кровоснабжения трансплантата [20–23].

Целью настоящего исследования является сравнение эффективности кровоснабжаемой и некровоснабжаемой костной пластики в достижении сращения при лечении ложных суставов и дефектов плечевой кости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования явились результаты лечения пациентов с посттравматическими ложными суставами и дефектами диафиза плечевой кости, перенесших в анамнезе два и более оперативных вмешательства, без наличия активной локальной инфекции. В отделении микрохирургии и травмы кисти ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» в период с 2010 по 2017 год было проведено оперативное лечение 41 пациента с ложными суставами и дефектами плечевой кости (мужчин – 19, женщин – 22) с использованием васкуляризованных костных трансплантатов и 28 пациентов (мужчин – 13, женщин – 15) с использованием некровоснабжаемой костной пластики (рис. 1).



Рис. 1. Распределение пациентов по типу пластики

Все пациенты, участвовавшие в исследовании, дали информированное добровольное согласие на медицинское вмешательство и публикацию данных исследования.

Во всех случаях применялся наконный остеосинтез пластиной. В большинстве случаев пластина фиксировала только отломки плечевой кости, без трансплантата (мостовидная костная пластика). Последний в этих случаях фиксировался отдельно винтами (рис. 2).



Рис. 2. Мостовидная фиксация малоберцового лоскута

РЕЗУЛЬТАТЫ

При наличии показаний в раннем послеоперационном периоде проводилась хирургическая ревизия трансплантата для восстановления микроциркуляции в нем.

Консолидация перелома при кровоснабжаемой костной пластике была достигнута в 36 случаях (88 %) в течение 4–6 месяцев: в группе с применением малоберцового трансплантата консолидация была достигнута в 33 случаях, в группе с применением трансплантата из мышечка бедренной кости консолидация трансплантата была достигнута в 3-х случаях.

В группе пациентов, где применялась некровоснабжаемая костная пластика, консолидация трансплантата достигнута в 20 случаях (71 %) в течение 8–12 месяцев.

Была выявлена зависимость консолидации от группы. Хи-квадрат = 2,91, p-value = 0,088. Результат свидетельствует о статистически значимой разнице при уровне значимости 0,1. Получили $p < 0,00001$, что свидетельствует о значимом статистическом различии в сроках консолидации разных групп.

Клинический пример

Пациент К., 49 лет (рис. 3). Травма – 19 января 2008 года. На момент поступления в ЦИТО перенес 7 оперативных вмешательств. Диагноз при поступлении: ложный сустав диафиза правой плечевой кости.

08.12.2010 г. выполнено оперативное вмешательство: экономная резекция зоны ложного сустава диафиза правой плечевой кости. Остеосинтез пластиной. Васкуляризованная костная аутопластика плечевой кости малоберцовым трансплантатом.

Операция проводится под общей анестезией двумя бригадами хирургов.

Одна бригада готовила реципиентную зону к пластике, выполняла остеосинтез плечевой кости пластиной и винтами. Вторая бригада работала с донорской зоной (голень с противоположной ложному суставу стороны).

Забор трансплантата

На нижнюю конечность накладывается пневматическая манжета выше коленного сустава.

По наружной поверхности голени проводится кожный разрез в проекции малоберцовой кости. Выделяется малоберцовая кость. Предварительно отводится в сторону передний большеберцовый сосудисто-нервный пучок. Выделяется и мобилизуется малоберцовая

артерия с комитантными венами. Лигируется и отсекается дистальная сосудистая ножка. Далее снимается пневматическая манжета. Затем с помощью осцилляторной пилы производится двойная остеотомия, отступя дистально на 7 см от межберцового синдесмоза и не менее 5 см проксимально от головки малоберцовой кости. Выполняется тщательный гемостаз. Далее отсекается проксимальная сосудистая ножка трансплантата (фиксируется время ишемии лоскута), передается бригаде хирургов, работающих с плечом.

После обработки сосудистой ножки (выделение артерии и вен, перевязка ветвей сосудистой ножки) малоберцовый трансплантат фиксируется «бок-в-бок» к концам диафиза плечевой кости дистально и проксимально монокортикально двумя винтами. С использованием микрохирургической техники анастомозируют артерию трансплантата с плечевой артерией по типу «конец-в-бок», вену трансплантата с веной basilica либо плечевой веной по типу «конец-в-бок». После запуска кровотока оценивается кровопиток и кровоотток. Выполняется тщательный гемостаз. Раны послойно ушиваются с оставлением резиновых выпускников на плече, активного дренажа на голени.

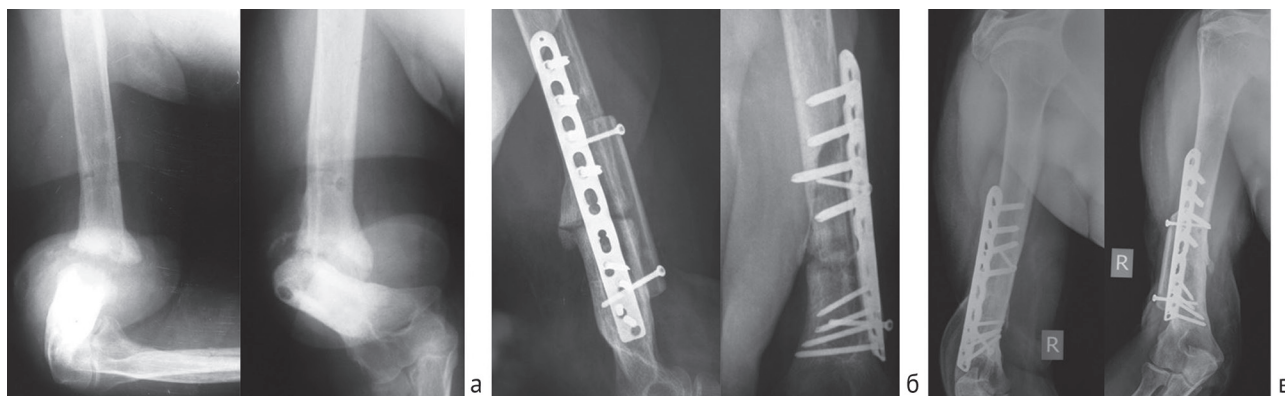


Рис. 3. Пациент К., 49 лет: а – рентгенограммы правого плеча до операции; б – операция: резекция зоны ложного сустава правой плечевой кости, мостовидная костная пластика васкуляризованным трансплантатом из левой малоберцовой кости; в – рентгенограммы через 6 месяцев после операции

ДИСКУССИЯ

Правильный выбор материала для костных трансплантатов остается неопределенным. Пластика губчатым аутогенным трансплантатом из подвздошной кости длительное время считалась «золотым стандартом», новые высокотехнологичные опции для трансплантации могут дать лучший или эквивалентный результат с меньшей травматизацией донорского места [24].

При дефектах плечевой кости перед специалистом всегда стоит два вопроса: выбор метода фиксации и способ замещения дефекта. При использовании внутреннего остеосинтеза выбор стоит между пластинами и стержнями [13, 25]. Альтернативой служат аппараты внешней фиксации, которые возможно использовать как в режиме фиксатора с дополнительной костной пластикой, так и в биллокальном режиме, используя его для замещения дефекта [16]. При замещении дефекта основной выбор стоит между губчатой аутокостью и кровоснабжаемыми трансплантатами [3].

Выбор метода костной пластики определяется размером дефекта. Так, использование костных трансплан-

татов из подвздошного гребня показано при дефектах длиной менее 5–6 см при наличии хорошо кровоснабжаемых мягких тканей [26, 27]. Однако каждое повторное вмешательство ухудшает качество тканей. Помимо этого, неизбежная подвижность в области ложного сустава приводит к нестабильности имплантата относительно, как минимум, одного из отломков. Эта нестабильность сопровождается лизисом кости и, зачастую, фактически формированием ее дефекта. В этих обстоятельствах при использовании стандартной тактики требуется большая резекция кости и ее укорочение [3, 18].

С развитием микрохирургических методов васкуляризованные костные трансплантаты хорошо рекомендовали себя как метод, способный обеспечить решение сложных реконструктивных проблем. Использование свободного лоскута из малоберцовой кости при лечении несращений диафиза плечевой кости также приобрело большую популярность в последние несколько десятилетий [17, 18, 28]. Причина этого двоякая. Во-первых, повышенная васкуляризация в месте перелома

необходима для ускорения процесса заживления кости и противодействия инфекции [13]. Во-вторых, васкуляризованная кость обеспечивает более высокую биомеханическую прочность, чем неаваскуляризованная [27].

Первоначально описанная в 1970-х годах васкуляризованная костная пластика стала одной из ключевых методик восстановления трубчатых костей при их дефектах. Похожая костная анатомия и размер делают верхнюю конечность одним из наиболее перспективных мест для свободной пересадки малоберцовой кости [18].

Васкуляризованный трансплантат из малоберцовой кости имеет преимущества в случае больших костных дефектов, при наличии инфекции, предшествующих многократных оперативных вмешательствах в анамнезе [5, 18]. Относительно недавно описанный трансплантат медиального мыщелка бедра довольно широко используется в ортопедической практике при небольших дефектах кости, особенно в тех случаях, когда дефект небольшой, а реципи-

ентная зона сильно рубцово изменена, и успешность обычной костной пластики сомнительна [20, 29, 30]. Наряду с внесозговым кровоснабжением, медиальный мыщелок бедренной кости также обладает хорошим внутрикостным кровоснабжением и содержит в среднем 30 внутрикостных перфорантных сосудов, которые обычно сосредоточены в нижне-дистальном квадранте мыщелка, что делает его предпочтительным местом для забора трансплантата. Васкуляризованный кортикопериостальный трансплантат из медиального мыщелка бедренной кости успешно применяется при лечении атрофических ложных суставов без значительного костного дефекта [12, 18, 31].

Эластичность трансплантата позволяет осуществить более тугую укладку его вокруг трубчатой кости. Это особенно удобно при малом размере дефекта, когда использование аутокости из крыла подвздошной кости или малоберцового трансплантата может быть проблематичным [3, 12, 22, 31].

ВЫВОДЫ

Таким образом, при посттравматических ложных суставах и дефектах плечевой кости, при наличии двух и более предшествующих оперативных вмешательств в анамнезе, применение васкуляризованной

костной пластики позволяет достоверно увеличить вероятность сращения и уменьшить сроки его достижения по сравнению с некровоснабжаемой костной пластикой.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ward E.F., Savoie F.H. III, Hughes J.L. Jr. Fractures of the diaphyseal humerus. In: Skeletal trauma: fractures, dislocations, ligamentous injuries. 2nd Edn. / B.D. Browner, J.B. Jupiter, A.M. Levine, P.G. Trafton, eds. Philadelphia, PA: Saunders. 1998. Vol. 2. P. 1523-1547.
2. Adelaar R.S., Soucacos P.N., Urbaniak J.R. Autologous cortical bone grafts with microsurgical anastomosis of periosteal vessels // Surg. Forum. 1974. Vol. 25, No 0. P. 487-489.
3. King A.R., Moran S.L., Steinmann S.P. Humeral Nonunion // Hand Clin. 2007. Vol. 23, No 4. P. 449-456. DOI: 10.1016/j.hcl.2007.09.003
4. Vascularised bone grafts for the management of non-union / P.N. Soucacos, Z. Dailiana, A.E. Beris, E.O. Johnson // Injury. 2006. Vol. 37, No Suppl. 1. P. S41-S50. DOI: 10.1016/j.injury.2006.02.040
5. The free vascularized fibular graft for bridging large skeletal defects of the upper extremity / P.N. Soucacos, A.V. Korompilias, M.D. Vekris, A. Zoubos, A.E. Beris // Microsurgery. 2011. Vol. 31, No 3. P. 190-197. DOI: 10.1002/micr.20862
6. Why a surgically treated humeral shaft fracture became a nonunion: review of 11 years in two trauma centers / A. Maresca, P. Sangiovanni, S. Cerbasi, R. Politano, R. Fantasia, M. Commessatti, R. Pascarella // Musculoskelet. Surg. 2017. Vol. 101, No Suppl. 2. P. 105-112. DOI: 10.1007/s12306-017-0509-5
7. Pedicled Vascularized Bone Graft of the Distal Radius for Recalcitrant Nonunion of the Distal Humerus / E.E. Zaidenberg, F.J. Cesca, M.J. Pastrana, C.R. Zaidenberg // J. Orthop. Trauma. 2018. Vol. 32, No 10. P. e394-e399. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001255
8. Haidukewych G.J., Sperling J.W. Results of treatment of infected humeral nonunions: the Mayo Clinic experience // Clin. Orthop. Relat. Res. 2003. No 414. P. 25-30. DOI: 10.1097/01.blo.0000084399.53464.4e
9. Recalcitrant nonunion of the distal humerus: treatment with free vascularized bone grafting / P.K. Beredjiklian, R.N. Hotchkiss, E.A. Athanasian, M.L. Ramsey, M.A. Katz // Clin. Orthop. Relat. Res. 2005. No 435. P. 134-139.
10. Operative management of humeral nonunions. Factors that influence the outcome / A. Koutalos, S. Varitimidis, Z. Dailiana, K. Bargiotas, A. Koutsogiannis, K.N. Malizos // Acta Orthop. Belg. 2015. Vol. 81, No 3. P. 501-510.
11. Zafra M., Uceda P., Carpintero R. Reconstruction of massive bone loss in the elbow using vascularized fibular transfer: a case report // J. Shoulder Elbow Surg. 2015. Vol. 24, No 5. P. e144-e147. DOI: 10.1016/j.jse.2015.01.010
12. Free vascularized medial femoral condyle autograft for challenging upper extremity nonunions / D.B. Jones Jr., P.C. Rhee, A.T. Bishop, A.Y. Shin // Hand Clin. 2012. Vol. 28, No 4. P. 493-501. DOI: 10.1016/j.hcl.2012.08.005
13. Atrophic ununited diaphyseal fractures of the humerus with a bony defect: treatment by wave-plate osteosynthesis / D. Ring, J.B. Jupiter, J. Quintero, R.A. Sanders, R.K. Marti // J. Bone Joint Surg. Br. 2000. Vol. 82, No 6. P. 867-871. DOI: 10.1302/0301-620x.82b6.10124
14. Management of humeral nonunion after the failure of locking intramedullary nails / M.D. McKee, M.A. Miranda, B.L. Riemer, R.B. Blasier, B.J. Redmond, S.H. Sims, J.P. Waddell, J.B. Jupiter // J. Orthop. Trauma. 1996. Vol. 10, No 7. P. 492-499. DOI: 10.1097/00005131-199610000-00008
15. Treatment of nonunion of the humerus using the Ilizarov external fixator / J. Lammens, G. Bauduin, R. Driesen, P. Moens, J. Stuyck, L. De Smet, G. Fabry // Clin. Orthop. Relat. Res. 1998. No 353. P. 223-230. DOI: 10.1097/00003086-199808000-00026
16. Nonunion of the humerus after failure of surgical treatment. Management using the Ilizarov circular fixation / V.R. Patel, D.K. Menon, R.D. Pool, R.B. Simonis // J. Bone Joint Surg. Br. 2000. Vol. 82, No 7. P. 977-983. DOI: 10.1302/0301-620x.82b7.10180
17. Taylor G.I., Miller G.D., Ham F.J. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques // Plast. Reconstr. Surg. 1975. Vol. 55, No 5. P. 533-544. DOI: 10.1097/00006534-197505000-00002
18. New options for vascularized bone reconstruction in the upper extremity / M.T. Houdek, E.R. Wagner, C.C. Wyles, G.P. Nanos 3rd, S.L. Moran // Semin. Plast. Surg. 2015. Vol. 29, No 1. P. 20-29. DOI: 10.1055/s-0035-1544167
19. Bilgin S.S. Reconstruction of proximal humeral defects with shoulder arthrodesis using free vascularized fibular graft // J. Bone Joint Surg. Am. 2012. Vol. 94, No 13. P. e94. DOI: 10.2106/JBJS.J.01823
20. The medial femoral trochlea flap with a monitor skin island. Report of two cases / M. Tremp, A. Haumer, R. Wettstein, Y.X. Zhang, P. Honigmann, D.J. Schaefer, D.F. Kalbermatten // Microsurgery. 2017. Vol. 37, No 5. P. 431-435. DOI: 10.1002/micr.30093
21. Free vascularized tibial periosteal graft with monitoring skin island for limb reconstruction: Anatomical study and case report // P. Diaz-Gallardo, J. Knörr, I. Vega-Encina, P.S. Corona, S. Barrera-Ochoa, A. Rodriguez-Baeza, V.V. Mascarenhas, F. Soldado // Microsurgery. 2017. Vol. 37, No 3. P. 248-251. DOI: 10.1002/micr.30011

22. Тактика хирургического лечения посттравматических ложных суставов и дефектов диафиза плечевой кости / И.О. Голубев, А.Р. Саруханян, М.М. Меркулов, О.М. Бушуев, Г.Н. Ширяева, И.А. Кутепов, А.А. Максимов, М.В. Капырина // Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова. 2019. № 1. С. 35-41.
23. Current evidence for postoperative monitoring of microvascular free flaps: a systematic review / M.P. Chae, W.M. Rozen, I.S. Whitaker, D. Chubb, D. Grinsell, M.W. Ashton, D.J. Hunter-Smith, W.C. Lineaweaver // *Ann. Plast. Surg.* 2015. Vol. 74, No 5. P. 621-632. DOI: 10.1097/SAP.0b013e3181f8cb32
24. Treatment of 10 year humeral shaft nonunion with segment bony defect: a case report / Z.-K., Zeng, L.-M. Yuan, P.-P. Jiang, F. Huang // *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2016. Vol. 9, No 10. P. 20242-20246.
25. Paramasivan O.N., Younge D.A., Pant R. Treatment of nonunion around the olecranon fossa of the humerus by intramedullary locked nailing // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2000. Vol. 82, No 3. P. 332-335. DOI: 10.1302/0301-620X.82b3.9474
26. Brunelli G.A., Vigasio A., Brunelli G.R. Microvascular fibular graft in skeleton reconstruction // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1995. No 314. P. 241-246.
27. Vascularized fibular graft for management of severe osteomyelitis of the upper extremity / J. Mattar Jr., R.J. Azze, M.C. Ferreira, R. Starck, A.C. Canedo // *Microsurgery.* 1994. Vol. 15, No 1. P. 22-27. DOI: 10.1002/micr.1920150108
28. Moran C.G., Wood M.B. Vascularized bone autografts // *Orthop. Rev.* 1993. Vol. 22, No 2. P. 187-197.
29. Кровоснабжаемый костный аутооттрансплантат из мыщелков бедренной кости в лечении ложных суставов длинных трубчатых костей / И.О. Голубев, И.А. Кукин, М.В. Меркулов, Г.Н. Ширяева, О.М. Бушуев, И.А. Кутепов, М.Е. Саутин, Г.Г. Балиюра, А.Р. Саруханян // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2019. № 2. С. 19-23.
30. Sananpanich K., Kraissarin J. Descending genicular artery free flaps: Multi-purpose tissue transfers in limb reconstruction // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2015. Vol. 68, No 6. P. 846-852. DOI: 10.1016/j.bjps.2015.02.003
31. Rao S.S., Sexton C.C., Higgins J.P. Medial femoral condyle flap donor-site morbidity: a radiographic assessment // *Plast. Reconstr. Surg.* 2013. Vol. 131, No 3. P. 357e-362e. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31827c6f38

Рукопись поступила 28.05.2020

Сведения об авторах:

1. Голубев Игорь Олегович, д. м. н.,
ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
г. Москва, Россия,
ФГАОУ ВО РUDN, г. Москва, Россия,
Email: iog305@mail.ru
2. Саруханян Анна Робертовна,
ФГАОУ ВО РUDN, г. Москва, Россия,
Email: annesr@mail.ru
3. Меркулов Максим Владимирович, д. м. н.,
ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
г. Москва, Россия,
Email: mer-vika@mail.ru
4. Бушуев Олег Михайлович, к. м. н.,
ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
г. Москва, Россия,
Email: bushuev_oleg@mail.ru
5. Ширяева Галина Николаевна, д. м. н.,
ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
г. Москва, Россия,
Email: hand-clinic@mail.ru
6. Кутепов Илья Александрович, к. м. н.,
ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
г. Москва, Россия,
Email: kutepov_cito@mail.ru
7. Максимов Андрей Андреевич, к. м. н.,
ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
г. Москва, Россия,
Email: aam.moscow.hand.72@gmail.com
8. Капырина Мария Владимировна, к. м. н.,
ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
г. Москва, Россия,
Email: mashamv69@mail.ru
9. Балиюра Григорий Григорьевич,
ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
г. Москва, Россия,
Email: baliura.doctor@gmail.com

Information about the authors:

1. Igor O. Golubev, M.D., Ph.D.,
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation,
RUDN University, Moscow, Russian Federation,
Email: iog305@mail.ru
2. Anna R. Sarukhanyan, M.D.,
RUDN University, Moscow, Russian Federation,
Email: annesr@mail.ru
3. Maksim V. Merkulov, M.D., Ph.D.,
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation,
Email: mer-vika@mail.ru
4. Oleg M. Bushuev, M.D., Ph.D.,
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation,
Email: bushuev_oleg@mail.ru
5. Galina N. Shiryayeva, M.D., Ph.D.,
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation,
Email: hand-clinic@mail.ru
6. Ilya A. Kutepov, M.D., Ph.D.,
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation,
Email: kutepov_cito@mail.ru
7. Andrey A. Maksimov, M.D., Ph.D.,
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation,
Email: aam.moscow.hand.72@gmail.com
8. Maria V. Kapryrina, M.D., Ph.D.,
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation,
Email: mashamv69@mail.ru
9. Grigory G. Balyura, M.D.,
National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation,
Email: baliura.doctor@gmail.com