

ИСТОРИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕТОДАХ РЕКОНСТРУКЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ

© Баиндурашвили А. Г., Свиридов М. К., Голяна С. И., Авдейчик Н. В.

ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

■ **Резюме.** Реконструкция костей является одной из наиболее актуальных проблем ортопедии и травматологии. По данным литературы, поиск оптимальных методов и материалов для костной пластики ведется давно и продолжается в настоящее время. Развитие микрохирургии предоставило новые возможности реконструкции костей, особенно в детской ортопедии. Однако, как и в любом случае, преобладание положительных моментов данного метода сопровождается и наличием недостатков. Поэтому вопрос костной пластики остается актуальным и дискуссионным.

■ **Ключевые слова:** костная пластика, микрохирургия, аутотрансплантация, пересадка костей у детей.

Лечение больных с обширными дефектами длинных трубчатых костей, посттравматическими дефектами и деформациями различных тканей, сочетающимися с плохой васкуляризацией пострадавшего сегмента, остается сложной проблемой детской травматологии и ортопедии. К настоящему времени нет единого мнения по поводу тактики лечения таких больных. Подавляющее большинство хирургов остаются сторонниками поэтапного восстановления целостности пострадавших структур конечности — замещения дефектов кости, мягких тканей, устранения вторичных деформаций. Традиционные методы лечения — различные варианты костной ауто- и/или аллопластики, билокальный остеосинтез по Илизарову и др. часто не дают эффекта или не применимы из-за резкого нарушения трофики поврежденных тканей и дефицита кожных покровов в результате тяжелых открытых повреждений, в том числе магистральных сосудов и нервов, многократных оперативных вмешательств, хронического воспалительного процесса [4–8]. Кроме того, нарушение кровообращения в зоне дефекта или деформации затрудняет процесс регенерации костной ткани, приводит к резорбции трансплантата. При использовании традиционных методов (ауто- или аллопластика) увеличиваются сроки лечения вследствие длительной перестройки трансплантатов, которые к тому же очень чувствительны к инфекции. Лечение компрессионно-дистракционным методом также требует длительного времени, при этом возрастает риск инфекционных осложнений. Для сокращения сро-

ков лечения иногда после дистракции производят замещение ауто- или аллотрансплантатами по регенерату [11].

Восстановление костной ткани при врожденной и приобретенной патологии опорно-двигательного аппарата у детей представляет наиболее сложную проблему. Возможности традиционных методов лечения данного контингента резко ограничены. Причиной этому являются необходимость в многоэтапных операциях, высокая частота больших объемов утраченных тканей, длительная иммобилизация в неудобном положении при стандартных методиках [15]. Основным условием реконструкции опорно-двигательного аппарата должно быть использование вмешательств, дающих стабильный функциональный результат и обеспечивающих последующий рост и развитие оперированного сегмента [16].

Внедрение микрохирургии в травматологию и ортопедию открыло новые возможности при лечении многих повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата. В 1981 году был обобщен клинический опыт пересадки костей на микрососудистых анастомозах в нашей стране. Материал явился убедительным доказательством перспективной альтернативы компрессионно-дистракционному методу [1]. Свободный костный трансплантат не имеет достаточного кровоснабжения, и вследствие неадекватной ревазуляризации погибает множество костных клеток, приводя к значительному рассасыванию пересаженного сегмента. Микрососудистый свободный трансплантат забирается полностью со своего места и одно-

моментно пересаживается на отдаленное место с обеспечением жизнеспособности за счет формирования микрососудистых анастомозов [26]. К преимуществам аутопластики с применением кровоснабжаемых трансплантатов и микрохирургической техники относят одномоментное восполнение дефекта кости и кожи, сращение пересаженного трансплантата с концами реципиентной кости в сроки, близкие к срокам сращения переломов данной локализации, что позволяет сократить время медицинской реабилитации и в более короткие сроки восстановить трудоспособность пациентов [11, 19]. Высокая устойчивость таких трансплантатов к инфекции, применение их с кожно-фасциальными, кожно-мышечными лоскутами расширяет возможности хирурга при наличии инфицированной раны, хронического остеомиелита и дефектов покровных тканей [8]. Кроме того, аутотрансплантация кровоснабжаемых комплексов тканей, в состав которых включаются метафиз с зоной роста или сустав, в детском возрасте обеспечивает так называемую истинную пересадку, при которой перемещенная ткань не подвергается перестройке, а продолжает расти и развиваться с последующей функциональной реадaptацией [16].

Возможности одномоментного восстановления всех или наиболее важных структур поврежденного сегмента начали интересовать хирургов после неудачных попыток традиционного многоэтапного лечения тяжелых посттравматических дефектов конечностей. Первые экспериментальные разработки в этом направлении велись с конца 60-х годов прошлого столетия [26–29].

Впервые васкуляризованный костный трансплантат использовал в клинике N. H. McKee в 1970 году. Это были трансплантаты из VI и VII ребер для замещения нижней челюсти [25–29]. В дальнейшем эти костные сегменты он использовал при несращении большеберцовой кости. В 1976 году В. М. О'Бриан с соавторами предложили брать задние сегменты VIII и IX ребер в качестве микрососудистого свободного трансплантата [29]. Независимо друг от друга Т. Уеба (1973) и В. М. О'Бриан (1973) изучали возможность применения в качестве свободного донорского трансплантата сегмент малоберцовой кости с сосудистой ножкой. В декабре 1973 года Т. Уеба произвел пересадку малоберцовой кости на питающих ее малоберцовых сосудах с целью замещения дефекта, занимающего $\frac{1}{3}$ правой локтевой кости после резекции нейрофибромы у 11-летнего мальчика. Малоберцовая кость в виде микрососудистого костного трансплантата была применена для замещения дефекта позвоночника.

G. I. Taylor с соавторами в 1975 году также описал свободную пересадку трансплантата малоберцовой кости, причем им впервые выполнена пересадка кожно-костного лоскута на основе данной кости. В 1978 году благодаря трудам G. I. Taylor и K. Watson была выполнена пересадка костно-кожного лоскута из гребня подвздошной кости на основе *a. circumflexa ileum profunda*. Этот лоскут и по сей день используется для реконструкции дефектов лица и конечностей. Описанный впервые С. Yang (1978) лучевой островковый лоскут применяется при лечении мягкотканых повреждений кисти. S. J. Mathes в 1985 году включил в состав этого лоскута кортикальную пластинку лучевой кости вместе с участком покрывающих его мышц и использовал для замещения 1-го и 2-го пальцев кисти в несвободном варианте [24–29, 33–37].

В нашей стране микрохирургическая пересадка свободных васкуляризованных кожно-костных трансплантатов проводится с 1976 года. Применяются все известные виды трансплантатов, причем выбор комплекса одномоментно восстанавливаемых структур у каждого больного зависит от тяжести первичной травмы и характера ее последствий. Однако, несмотря на значительные преимущества по сравнению с другими видами пластики, свободные кровоснабжаемые костные трансплантаты имеют ряд недостатков, особенно для замещения сочетанных костных и мягкотканых дефектов. Сегмент подвздошной кости может нести на себе кожный лоскут лишь несколько больших размеров, чем сам трансплантат, кроме этого, кровоснабжение его осуществляется через перфорантные сосуды, что исключает подвижность лоскута по отношению к кости. Кожно-фасциальный лоскут с малоберцовой костью также может быть забран лишь небольших размеров и чаще всего используется как мониторинг за кровоснабжением кости. Для использования сегмента ребра с торакодorzальным лоскутом необходим забор практически всей широчайшей мышцы спины, что весьма травматично, так как перфорантные сосуды входят в лоскут на уровне IX–XI ребер и могут быть забраны в составе этого мегатрансплантата на его дистальном конце. А. А. Богов (1991) предлагает использовать в качестве трансплантата край лопаточной кости с лопаточным лоскутом. Преимущества сегмента лопаточной кости как васкуляризованного трансплантата в возможности его использования с двумя видами лоскутов: кожно-фасциальным лопаточным и кожно-мышечным торакодorzальным, имеющих достаточную площадь для закрытия больших дефектов покровных тканей. Есть сообщения об использовании плюсневой кости,

дистального эпифиза лучевой кости, сегмента большого вертела [4–11].

Несмотря на определенные технические сложности при проведении микрохирургической аутотрансплантации, большинство хирургов указывают на хорошие и удовлетворительные исходы оперативных вмешательств. При устранении тяжелых посттравматических дефектов с помощью данной методики И. Г. Гришин (1996) отмечает 87,6 % хороших результатов. Использование свободных васкуляризованных трансплантатов обладает преимуществами перед другими методами в лечении врожденных ложных суставов предплечья и голени, положительные результаты лечения получены в 91,5–92,3 % случаев. О полном приживлении костных кровоснабжаемых трансплантатов при устранении дефектов костей верхней конечности в 96,8 % случаев сообщает А. А. Богов (1999) [3, 6, 9–11].

Вместе с тем большой проблемой пластической хирургии является лечение неудачных случаев обширных пересадок комплексов тканей, в том числе и кости. Осложнения данных методик включают в себя: нарушение кровоснабжения в трансплантате в связи погрешностями оперативной техники или тромбозом сосудов; замедление или отсутствие консолидации с трансплантатом, нагноение раны и остеомиелит трансплантата. Несмотря на малое число неудач — от 3 до 9 %, их ликвидация достаточно сложна и не всегда успешна. Поэтому для применения свободной васкуляризованной пересадки костной ткани должны быть строгие показания и высокая квалификация оператора [7, 12, 21, 23].

При анализе литературы по костной пластике, и в частности по использованию свободных васкуляризованных костных трансплантатов, оказалось крайне мало работ, посвященных этим методикам в детской травматологии и ортопедии, особенно при врожденной патологии конечностей. Напротив, некоторые хирурги являются противниками применения свободной костной пластики у детей. Вместе с тем врожденные и приобретенные поражения конечностей у детей детерминируют высокую степень инвалидизации этого контингента больных [2, 3].

Особенностью костной пластики в детском возрасте является не только восстановление функции поврежденного сегмента, но и обеспечение дальнейшего роста и развития оперированного сегмента. В связи с этим в состав костных трансплантатов включают зоны роста, эпифизы и суставные поверхности. Процесс сращения происходит путем консолидации трансплантата с концами реципиентной кости в сроки, прибли-

женные к срокам консолидации переломов длинных трубчатых костей [15, 16].

Показаниями к микрохирургической ауто-трансплантации костной ткани у детей являются: дефекты диафизов на протяжении как минимум $2/3$ с выраженными атрофическими изменениями сохранившихся проксимального и дистального концов, а также значительными рубцовыми изменениями окружающих тканей; врожденное отсутствие или анкилоз суставов (плечелучевой синостоз, последствия травм или остеомиелита); полное отсутствие одной из парных костей верхних и нижних конечностей. Для замещения дефектов трубчатых костей заимствуются: малоберцовая кость, первая и вторая плюсневая кости вместе с плюснефаланговым суставом, крыло подвздошной кости, латеральный край лопатки с апофизом нижнего угла. Костный трансплантат сегмента большого вертела с задненаружной поверхности апофиза с зоной роста применялся для замещения очага деструкции в головке бедренной кости при болезни Пертеса с целью возобновления кровоснабжения головки бедра, стимуляции роста и восстановления хрящевого покрова [4, 17, 18].

Анализ результатов микрохирургической аутотрансплантации костной ткани с включением эпифизов, суставов показали высокую эффективность данных методик даже в раннем детском возрасте. Проведенные наблюдения доказали возможность функционирования зон роста после подобных пересадок, хорошую перестройку даже в неблагоприятных условиях. Пересаженная кость продолжает расти, обеспечивая правильное развитие оперированного сегмента, что является важным преимуществом перед другими вариантами костных пластик, а иногда единственным методом лечения сложной патологии опорно-двигательного аппарата [16].

Микрохирургическая аутотрансплантация костной ткани является альтернативой другим методам костной пластики в лечении врожденной и приобретенной патологии опорно-двигательного аппарата. Васкуляризованный костный трансплантат с сохраненной сосудистой сетью и кровоснабжаемой надкостницей более устойчив к инфекции, обладает большей способностью к консолидации, нежели обычный свободный костный трансплантат. Включение в состав трансплантата кожно-фасциальных или кожно-мышечных лоскутов обеспечивает одновременное замещение обширных дефектов тканей при посттравматических деформациях конечностей. Впервые васкуляризованная пересадка костной ткани — ребра — была произведена в 1970 году. К настоящему времени применяются разнообраз-

- вмешательства с использованием микрохирургической техники при лечении последствий тяжелых повреждений конечностей. Вестник травматологии и ортопедии. 1996. № 3. С. 16–22. [Grishin IG, Goncharenko IV, Golubev VG and others. One-stage surgery combined with the use of microsurgical techniques in the treatment of the consequences of severe injuries of limbs. Bulletin of traumatology and orthopedics. 1996;(3):16-22.]
10. Гришин И. Г., Евграфов А. В., Хоранов Ю. Г., Крошкин М. М., Полотнянко В. Н. Реконструкция микрохирургическая и эндопротезирование при последствиях тяжелых повреждений верхней конечности. Современные методы лечения и протезирования при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательной системы. Международный конгресс 3–6 декабря. СПб., 1996. С. 86–87. [Grishin IG, Evgrafov AV, Horanov JuG, Kroshkin MM, Polotnjanko VN. Microsurgical reconstruction and arthroplasty with the consequences of severe injuries of the upper extremity. Modern methods of treatment and prosthetics with diseases and injuries of the musculoskeletal system. International Congress on 3-6 December. St. Petersburg, 1996:86-87.]
11. Евграфов А. В., Маракби М. М. Исходы костной пластики дефектов и ложных суставов плечевой кости свободными васкуляризованными аутоотрансплантатами. Проблемы микрохирургии. Тезисы III Всесоюзного симпозиума по микрохирургии. Саратов, 1989. С. 202–204. [Evgrafov AV, Marakbi MM. Outcomes of bone grafting defects and false joints humerus free vascularized autotransplantati. Problems of microsurgery. Abstracts III All-Union Symposium on microsurgery. Saratov, 1989;202-204.]
12. Корнилов Н. В., Иванцова Т. М., Родоманова А., Кныш В. В. Способ оперативного лечения тканевых дефектов кисти: методические рекомендации; РосНИИТО им. П. П. Вредена. СПб., 1996. 5 с. [Kornilov NV, Ivantsova TM, Rodomanova A, Knish VV. The method of surgical treatment of tissue defects brush: guidelines; RosNIITO them. P. P. Harm. St. Petersburg, 1996:5.]
13. Тяжелков А. П. Восстановление функции суставов при повреждениях кисти у детей. Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. СПб., 2000. С. 70–73. [Tjazelkov AP. Restoration of joint function in injuries brush in children. Actual problems of pediatric traumatology and Areas Behavioral-India. St. Petersburg, 2000:70-73.]
14. Тяжелков А. П. Эндопротезирование суставов пальцев кисти у детей. Травматология и ортопедия России. 1998. № 1. С. 23–25. [Tjazelkov AP. Joint replacement fingers in children. Traumatology and Orthopedics of Russia. 1998;(1):23-25.]
15. Рыбченко В. В. Пластическая микрохирургия в лечении различных дефектов тканей у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1991. 25 с. [Rybchenok VV. Plastic microsurgery in the treatment of various tissue defects in children: Author. dis. ... cand. honey Sciences. M., 1991:25.]
16. Шведовченко И. В. Микрохирургическая аутоотрансплантация комплексов тканей при лечении дефектов суставов у детей. Пособие для врачей. СПб., 1999. 24 с. [Shvedovchenko IV. Microsurgical autologous tissue complexes in the treatment of defects in joints in children. Manual for physicians. St. Petersburg, 1999:24.]
17. Шведовченко И. В. Микрохирургическая аутоотрансплантация комплексов тканей в детской ортопедии. Актуальные вопросы лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата. Евпатория, 1995. 56 с. [Shvedovchenko IV. Microsurgical autologous tissue complexes in pediatric orthopedics. Actual problems of treatment of diseases of the musculoskeletal system. Evpatoria, 1995;56.]
18. Шведовченко И. В., Голяна С. И., Сафонов А. В., Орешков А. Б. Показания к микрохирургической аутоотрансплантации костной ткани в детской ортопедии. Вестник аритмологии. 1998. № 8. С. 99. [Shvedovchenko IV, Goljana SI, Safonov AV, Oreshkov AB. Indications for microsurgical autografting of bone tissue in pediatric orthopedics. Bulletin aritmologii. 1998;(8):99.]
19. Юрневич В. В. Использование лоскутов с осевым типом кровоснабжения при лечении огнестрельной травмы конечностей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1991. 23 с. [Jurnevich VV. The use of flaps with axial type of blood supply in the treatment of gunshot injuries of extremities: Author. dis. ... cand. honey. Sciences. St. Petersburg, 1991:23.]
20. Boyer MI, Danska JS, Nolan L, Kiral A & Bowen CV. Microvascular transplantation of physal allografts. J Bone Joint Surg Br. 1995;77(5):806-814.
21. Coleman SS, Coleman DA. Congenital pseudoarthrosis of the tibia: Treatment by transfer of the ipsilateral fibula with vascular pedicle. Pediatr. Orthop. 1994;(14):156-159.
22. Hung Leung Kim. Free metatarsal bone-epiphyseal graft for reconstruction of congenital thumb deficiency A278. 2004.
23. Jupiter JB, Palumbo MA et al. Secondary reconstruction after vascular-ized fibular transfer. J. Bone. Jt. Surg. 1993;75-A(10):1442-1450.
24. Mathes SJ. Plastic Surgery, Mathes J, Hentz VR. The hand and upper limb. 2006. V.VII. Part I. P.1 12. Philadelphia.
25. McKee NH, Haw P, Vettese T. Anatomic study of the nutrient foramen in the shaft of the fibula. Clin. Orthop. 1984;(184):141-144.
26. O'Brien BM. Reconstructive microsurgery of the upper extremity. J. Hand Surg. 1990;15-A(2):316-321.
27. O'Brien BM, MacLeod AM, Sykes FJ, Treefall YN, Browning F. Microvascular second toe transfer for digital reconstruction. J. Hand Surg. 1978;3:123-130.
28. O'Brien BM, Black MJ, Morrison W.A. Microvascular great toe transfer for congenital absence of the thumb. Hand. 1978;10(1):113-124.
29. O'Brien BM, Morrison WA, MacLeod AM and Dooley BJ. Microvascular osteocutaneous transfer using the groin flap and iliac crest, the dorsalis pedis and second metatarsal. British Journal of Plastic Surgery. 1979;32:188.

30. Hernigou Phillippe, Tissue bioengineering in orthopedics. Clin Cases Miner Bone Metab. 2012;9(1):21-23.
31. Pho RW. Free vascularised epiphyseal transplantation in upper extremity reconstruction. The Journal of Hand Surgery: British & European Volume. 1988;13(4):440-447.
32. Simo K. Vilkki. Vascularized metatarsophalangeal joint transfer for radial hypoplasia. 2008. Seminars in plastic surgery. 22(3):195.
33. Taylor GI. The current status of free vascularized bone grafts. Clinics in plastic surgery. 1983;10(1):185.
34. Taylor GI, Miller GD & Ham FJ. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. Plast Reconstr Surg. 1975;55(5):533-544.
35. Taylor GI, Tounsend P. Composite free flap and tendon transfer: An anatomical study and a clinical technique. Br. J. Plast. Surg. 1979;32:170-183.
36. Taylor GI, Niller CDH, Ham FJ. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. Plast. Reconstr. Surg. 1975;55(5):533-544.
37. Yang WG, Chiang YC, Wei FC et al. Thin anterolateral Thigh Perforator Flap Using a Modified Perforator Microdissection Technique and Its Clinical Application for Foot Resurfacing. Plast. and Reconstr. Surg. 2006;117(3):1004-1008.

HISTORICAL AND MODERN CONCEPTS OF BONE RECONSTRUCTION METHODS

Baindurashvili A. G., Sviridov M. K., Golyana S. I., Avdeychik N. V.

FSBI «Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics n. a. G. I. Turner»
under the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint-Petersburg

✧ **Abstract.** Bone reconstruction is one of the most topical problems of orthopedics and traumatology. According to the literature, search for the best methods and materials for bone grafting is carried out for a long time and is currently ongoing. The development of microsurgery provided new opportunities of bone remodeling, especially in pediatric orthopedics.

However, as with any method, the predominance of the positive aspects of this method is accompanied by the existence of flaws. So the question of bone grafting remains relevant and debatable.

✧ **Keywords:** bone grafting, microsurgery, auto-transplantation, bone grafting in children.

Сведения об авторах:

Баиндурашвили Алексей Георгиевич — д. м. н., профессор, чл.-корр. РАН, заслуженный врач РФ, директор ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68. E-mail: turner01@mail.ru.

Baindurashvili Alexei Georgievich — MD, PhD, DMedSc, Professor, corresponding member of RAS, honored doctor of the Russian Federation, Director of FSBI “Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64-68. E-mail: turner01@mail.ru.

Голяна Сергей Иванович — к. м. н., руководитель отделения реконструктивной микрохирургии и хирургии кисти. ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68. E-mail: ser.golyana@mail.ru.

Golyana Sergei Ivanovich — MD, PhD, head of the department of reconstructive microsurgery and hand surgery. FSBI “Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64-68. E-mail: ser.golyana@yandex.ru.

Свиридов Максим Константинович — аспирант отделения реконструктивной микрохирургии и хирургии кисти. ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68. E-mail: mksviridov@mail.ru.

Sviridov Maxim Konstantinovich — MD, PhD student of the department of reconstructive microsurgery and hand surgery. FSBI “Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64-68. E-mail: mksviridov@mail.ru

Авдейчик Наталья Валерьевна — заочный аспирант отделения реконструктивной микрохирургии и хирургии кисти. ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68.

Avdeychik Natalia Valerievna — MD, PhD student of the department of reconstructive microsurgery and hand surgery. FSBI “Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64-68. E-mail: natali_avdeichik@mail.ru.