

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ  
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кафедра травматологии и ортопедии

**СОВРЕМЕННЫЕ КОСТНОПЛАСТИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ  
КОСТНОЙ ТКАНИ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ**

Учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО  
2021

УДК 616.71-089.844(075.9)

ББК 54.58я73

С 56

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия  
НМС Государственного учреждения образования  
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»  
протокол № 8 от 28.12.2020

**Авторы:**

*Ладутько Ю.Н.*, доцент кафедры травматологии и ортопедии БелМАПО,  
к.м.н.

*Ладутько Д.Ю.*, врач-микрохирург отделения микрохирургии УЗ «Минская  
областная клиническая больница»

*Кезля О.П.*, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии БелМАПО,  
д.м.н., профессор

*Ярмолович В.А.*, доцент кафедры травматологии и ортопедии БелМАПО,  
к.м.н.

*Бенько А.Н.*, доцент кафедры травматологии и ортопедии БелМАПО, к.м.н.

*Селицкий А.В.*, старший преподаватель кафедры травматологии и ортопедии  
БелМАПО

**Рецензенты:**

*Эйсмонт О.Л.*, заместитель по научной работе Республиканского научно-  
практического центра травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук,  
профессор

*Кафедра* травматологии УО «БГМУ»

С 56

**Современные** костнопластические методы лечения пациентов  
с дефектами костной ткани различной этиологии /Ю.Н. Ладутько  
[и др.]. – Минск: БелМАПО, 2021. – 30 с.

ISBN 978-985-584-539-4

В учебно-методическом пособии изложены четыре метода костнопластических операций восполнения костных дефектов: пластика невааскуляризованными костными трансплантатами; метод несвободной костной пластики, основанной на явлении дистракционного остеогенеза по методу Илизарова; аутотрансплантация васкуляризованных костных лоскутов с применением микрохирургических технологий; восстановления крупных костных дефектов с помощью индуцированной мембранной техники.

Учебно-методическое пособие предназначено для слушателей, осваивающих содержание образовательных программ переподготовки по специальности «Травматология и ортопедия» (дисциплина «Частные вопросы травматологии»); повышения квалификации врачей-травматологов-ортопедов.

УДК 616.71-089.844(075.9)

ББК 54.58я73

ISBN 978-985-584-539-4

© Ладутько Ю.Н. [и др.], 2021

© Оформление БелМАПО, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПЛАСТИКА НЕВАСКУЛЯРИЗИРОВАННЫМИ КОСТНЫМИ ТРАНСПЛАНТАТАМИ	5
НЕСВОБОДНАЯ ВАСКУЛЯРИЗИРОВАННАЯ ПЛАСТИКА ПО Г.А. ИЛИЗАРОВУ	7
АУТОТРАНСПЛАНТАЦИЯ ВАСКУЛЯРИЗОВАННОГО КОСТНОГО ЛОСКУТА В ПОЗИЦИЮ ДЕФЕКТА КОСТИ	11
ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРУПНЫХ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНДУЦИРОВАННОЙ МЕМБРАННОЙ ТЕХНИКИ	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	18
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	18

## ВВЕДЕНИЕ

Дефекты костей различной локализации и этиологии являются причиной тяжёлых функциональных нарушений конечностей и сопровождаются психологической травмой для пациентов. Крупные дефекты длинных трубчатых костей встречаются редко: в некоторых исследованиях сообщалось о встречаемости составляющей 0,4% среди всех пациентов, госпитализированных с переломами [1,2]. Удельный же вес ложных суставов и дефектов костей в структуре ортопедической патологии варьирует от 15,7 до 57,6%, а плохие исходы хирургического лечения встречаются в 34-54,5% случаев [3]. По данным различных авторов дефекты и ложные суставы нижних конечностей приводят к стойкой утрате трудоспособности в 58-92 % случаев, причем в основном это инвалиды I - II группы. До 64,5% таких пациентов оперируют неоднократно и, несмотря на применение современных медицинских технологий, зачастую лечение заканчивается ампутацией конечности (3,4-6,5% случаев) [3,4,5,6,7].

Высокая частота неудовлетворительных исходов, послеоперационных осложнений, в том числе и необратимых, длительные сроки лечения, а также социальная дезадаптация пациентов делают эту проблему значимой, актуальной, но до настоящего времени не имеющей однозначного решения.

Чаще всего костные дефекты формируются вследствие: открытых многооскольчатых переломов, нередко сопровождающихся значительным дефектом мягких тканей; ошибок при выборе метода и технических погрешностей хирургического лечения [8,9,10,11]; посттравматического остеомиелита [12,13]; сегментарных резекций костей по поводу злокачественных и доброкачественных опухолей [14], а также при врожденных аномалиях развития конечностей.

Даже небольшие сегментарные дефекты костей протяженностью более 3 мм заполняются рубцовыми тканями, часто препятствующими образованию новой костной ткани и образующими механическое препятствие для сращения отломков [15]. Дефект же крупного размера определяется как наименьший дефект, который не отстраивается спонтанно и обычно составляет более 5 см. Однако его размер более логически определяется в контексте разных сегментов конечностей как произведение диаметра кости на коэффициент 2-2,5 [16]. Обязательным условием успешного восстановления функции конечности при данной патологии является не только решение задачи сращения переломов, но и восстановление длины сегмента конечности [7,17,18].

В настоящее время для восполнения костных дефектов используются четыре метода костнопластических операций:

1. пластика неваскуляризованными костными трансплантатами;
2. метод несвободной костной пластики, основанной на явлении дистракционного остеогенеза по методу Илизарова;
3. аутотрансплантация васкуляризованных костных лоскутов с применением микрохирургических технологий [19,20,21,22].
4. Восстановления крупных костных дефектов с помощью индуцированной мембранной техники.

### **ПЛАСТИКА НЕВАСКУЛЯРИЗОВАННЫМИ КОСТНЫМИ ТРАНСПЛАНТАТАМИ**

Широкое распространение получил метод лечения дефектов костей с помощью пластики неваскуляризованными костными трансплантатами. В практике наиболее часто используются методики пластики дефектов ауто- и аллотрансплантатами [23]. Отмечено, что приживление и последовательное замещение трансплантированной костной ткани может происходить по трем направлениям: остеогенез (аутотрансплантат обладает жизнеспособными остеобластами, которые являются источником регенерации новой кости), остеоиндукция (в трансплантате находятся сигнальные биомолекулы и специфические морфогенетические белки, которые способствуют проникновению недифференцированных мезенхимальных клеток в трансплантат с его последующей оссификацией), остеокондукция (нахождение костного трансплантата в реципиентном ложе стимулирует остеобластическую активность окружающей костной ткани с последующей его резорбцией и замещением новообразованной костной тканью [24]. Техника оперативного лечения с помощью свободного костного трансплантата является простой и не требует специального оборудования и инструментария. Обязательным условием для использования данного вида костной пластики являются асептическое состояние реципиентных тканей и наличие хорошего кровоснабжения воспринимающего ложа. Одним из компонентов оперативного вмешательства при лечении псевдоартрозов с диафизарными дефектами трубчатых костей является воздействие на склерозированные концы костных отломков с закрытыми костномозговыми каналами. По мнению Решетникова А.Н. имеется прямая связь между выраженностью склероза концов отломков при лечении псевдоартрозов с дефектами большеберцовой кости и частотой неудовлетворительных результатов лечения с применением свободной костной аутопластики [25]. Для не кровоснабжаемых фрагментов аутотрансплантата единственным

источником питания в первые дни после пересадки является диффузия питательных веществ из окружающих тканей, и только в последующем, вторым источником становится постепенное восстановление кровообращения путем прорастания сосудов из окружающих тканей. По данным A.Berggren и соавторов (1982), выживают в среднем около 30% клеток при пересадке губчатого и лишь 3% при пересадке кортикального аутоотрансплантата [26]. В любом случае происходит гибель большинства остеоцитов, и аутоотрансплантаты играют главным образом роль остеокондуктора и в меньшей степени остеоиндуктора и остеогенеза. Мертвые участки кости под влиянием сосудистой инвазии из окружающих тканей подвергаются резорбции с образованием пор и полостей. На этом месте формируется новая кость за счет плюрипотентных клеток костного мозга и окружающих тканей [27,28,29]. Благодаря тому, что нативные аутоотрансплантаты обладают полной биологической совместимостью с тканями реципиентной зоны, происходит их ранняя адаптация и реваскуляризация, а процессы костеобразования в них с участием клеток аутологичного костного мозга, обладающих значительным остеогенным потенциалом, начинаются значительно быстрее, нежели в трансплантатах аллогенного происхождения [24,30,31,32,33]. Таким образом восстановление нормальной костной ткани при свободной алло- и аутопластики происходит в основном за счёт грануляционных тканей реципиентной области, а сам костный трансплантат подвергается резорбции с дальнейшим замещением костной тканью реципиента или отграничивается тканями как инородное тело [34].

Безусловным преимуществом свободной костной пластики является возможность одномоментного замещения костного дефекта. К одним из недостатков этого метода относят длительность процесса перестройки трансплантата, неустойчивость его к инфекции и, как следствие, частое развитие гнойных осложнений, заканчивающихся резорбцией и секвестрацией трансплантата [35,36,37]. Нагноение, отторжение и переломы алло- ауто-трансплантатов, не сращение одного или обоих его концов и др. составляют от 8,8 до 42,9 % [43,44, ,45,46,], что в первую очередь связано с неполноценной и длительной реваскуляризацией массивных трубчатых имплантатов. Отсутствие завершённой органотипической перестройки аутоотрансплантатов отмечена через 10-12 месяцев после свободной костной пластики. При аллотрансплантации полная перестройка трансплантата при отсутствии осложнений происходит лишь через 1,5-2,5 года [47,48,49,45,50]. А.Ю. Плаксейчук считает, что свободная костная пластика сложно прогнозируема уже при величине дефекта 5 см, а трансплантат длиной более

8 см никогда полностью не перестраивается, независимо от трофики ложа, в которое он помещен [44]. Необходимость длительной иммобилизации (8-12 мес.) ведёт за собой развитие контрактур и анкилозов в смежных повреждённой кости суставах [45,46]. Кроме того, донорский материал, используемый при аллопластике, нуждается в достаточно дорогостоящей процедуре проверки на наличие вирусного инфицирования, что, несмотря на последующую стерилизацию, тем не менее, сохраняет определённый риск заражения донора.

### **НЕСВОБОДНАЯ ВАСКУЛЯРИЗИРОВАННАЯ ПЛАСТИКА ПО Г.А. ИЛИЗАРОВУ**

Другим, не менее популярным методом лечения дефектов костей различной этиологии является несвободная васкуляризированная пластика по Г.А. Илизарову. Она широко применяется ортопедами-травматологами для лечения дефектов трубчатых костей и основана на остеотомии костного фрагмента и дистракции его с помощью аппарата внешней фиксации Илизарова с формированием костного регенерата. Современной модификацией устройства является пространственная рамка Тейлора (Smith & Nephew), которая имеет структуру из углеродного волокна, что позволяет получать лучшие радиологические изображения и более легкую конструкцию. В настоящее время принцип дистракционного остеогенеза реализуется двумя классическими методиками: транспорт костного фрагмента и острое укорочение сегмента с последующим восстановлением его длины [51,52].

Положительные результаты несвободной костной пластики по Илизарову у больных с обширными дефектами костей были высоко оценены многими авторами [53,54,55,56]. К его важнейшим преимуществам можно отнести возможность восстановить дефекты костей самого разнообразного размера, начиная от минимальных, заканчивая большими дефектами, достигающими до 20 и более см [47], а также отсутствие донорского участка забора аутотрансплантата. Однако применение данного метода костной пластики требует присутствия определённых условий. Важнейшую роль играют наличие неповрежденных и хорошо кровоснабжаемых мягких тканей в зоне костного дефекта, достаточная длина для остеотомии хотя бы одного из костных отломков, отсутствие выраженного остеопороза, очагов острой и хронической инфекции в зоне остеотомии [48]. При несоблюдении этих условий применение данной методики костной пластики становится невозможным. Определяющими его недостатками являются многоэтапность и большие временные сроки лечения. Так, средняя длительность лечения варьирует от 1,45 до 2,4 мес. на 1 см дефекта. При длительном нахождении аппарата на конечности одной из проблем лечения является развитие

воспаления мягких тканей в местах прохождения спиц, что может закончиться развитием остеомиелита, флегмоны и даже сепсиса. Типичным осложнением является западение и интерпозиция мягких тканей в зоне дефекта. За время транспорта костного фрагмента нередко случаи возникновения вторичных смещений, что требует исправлений положений отломков с неоднократным рентгенологическим контролем. Отрицательными последствиями долгого ограничения функции находящейся в аппарате конечности являются развитие контрактур в смежных с дефектом суставах, вплоть до развития тугоподвижности и анкилозов, которые требуют длительной и часто безуспешной реабилитации. По мнению ряда авторов, при замещении обширных дефектов длинных трубчатых костей срок чрескостного остеосинтеза, в первую очередь, определяется органотипической перестройкой дистракционного регенерата. Достигнутая величина удлинения отломка, в первую очередь, зависит от репаративных потенций поврежденного сегмента и организма в целом, выбора технологии чрескостного остеосинтеза и качества ее исполнения [49, 57]. Основные проблемы, возникающие в процессе применения данной методики: развитие гипопластического типа костеобразования и замедленная консолидация отломков. Так, при замещении костных дефектов не удавалось достигнуть костного сращения на стыке отломков в 11-12,7 % клинических наблюдений [58, 59, 60, 61]. В литературе имеются сведения о возможности гипопластического типа костеобразования при формировании дистракционного регенерата величиной более 4-5 см [62, 48, 59, 63]. Н.Р. Song с соавторами показал, что примерно у трети таких больных развиваются различные местные осложнения: нарушения консолидации костных отломков, укорочения конечностей, рефрактуры, а также спицевой или стержневой остеомиелит [64]. По данным В.Д. Макушина с соавторами общая частота различных осложнений при лечении дефектов костей методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову колеблется от 11,8% до 30,2% [65].



1а



1б

Рис.1а Кортикотомия в метафизарной зоне большеберцовой кости у пациента с укорочением голени 8см.

Рис.1б Сформировавшийся регенерат большеберцовой кости через 2 года после операции.

Для улучшения результатов лечения на базе методических принципов несвободной костной пластики по Илизарову были разработаны методики полилокального замещения обширных дефектов длинных костей конечностей, основанные на использовании нескольких дистракционных регенератов. Часто это методика рассматривается как метод выбора при замещении обширных циркулярных дефектов костей конечностей у больных с тяжелыми открытыми переломами и их последствиями [66]. Однако, по мнению А.В. Шумило полилокальный остеосинтез следует применять только при дефектах костей протяженностью до

8 см. При этом размер сопутствующего мягкотканого дефекта не должен превышать величины дефекта кости [67]. S.R. Rozbruch с соавторами отмечают, что в случаях, когда показано пластическое замещение дефектов мягких тканей конечностей, лечение сопутствующих дефектов костей методом полилокального остеосинтеза будет не эффективным [68].

Идеи замещения обширных дефектов костей, основанные на принципах дистракционного остеогенеза, получили свое дальнейшее развитие в методике острого укорочения поврежденного сегмента конечности с последующим восстановлением его длины (acute shortening). Устранение костного дефекта путем сближения костных фрагментов фиксированных в аппарате Илизарова на первом этапе лечения часто позволяет одновременно восстановить и мягкотканые дефекты конечностей без каких-либо дополнительных реконструктивно-пластических вмешательств. На втором этапе лечения проводят дозированную дистракцию аппаратом внешней фиксации с целью восстановления длины сегмента конечности и формирования костного регенерата [69,70]. Качество и прочность костной ткани, образующейся при дистракции отломков после острого укорочения не хуже, чем при свободной пересадке васкуляризированной малоберцовой кости [71,72]. Н.Р. Granhed подтвердил, что использование методики острого укорочения позволяет достичь лучших анатомо-функциональных результатов замещения дефектов конечностей, чем при любых других вариантах внешнего дистракционного остеосинтеза. Однако во всех их наблюдениях размеры циркулярных дефектов костей составляли не более 5 см. [73]. По мнению К.Уокоуата с соавторами, острое укорочение сегмента показано только в тех случаях, когда величина костного дефекта не

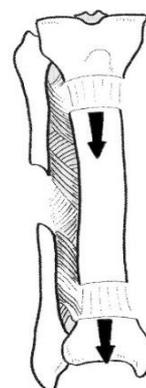


Рис. 1  
Методика  
полилокальной  
несвободной  
васкуляризированной  
пластика по  
Г.А. Илизарову

превышает 4-5 см. [74]. Другие авторы отмечают что в тех случаях, когда размер дефекта составляет более 25% от исходной длины поврежденного сегмента конечности, данная методика в любых ее модификациях часто ведет к характерным для нее осложнениям таким как венозный застой в мягких тканях с образованием обширных некрозов и иногда к острому нарушению кровообращению конечности [75].



3а



3в



3г

Рис.3а Посттравматический дефект дистального метадиафиза большеберцовой кости.

Рис.3в Применение методики острого укорочения сегмента конечности (1 этап –сближение костных фрагментов).

Рис.3г Сформированный костный регенерат большеберцовой кости после дистракции аппаратом Илизарова.

## АУТОТРАНСПЛАНТАЦИЯ ВАСКУЛЯРИЗОВАННОГО КОСТНОГО ЛОСКУТА В ПОЗИЦИЮ ДЕФЕКТА КОСТИ

В настоящее время в реконструктивной хирургии при замещении крупных костных дефектов отдается предпочтение аутотрансплантатам резистентным к инфекции, аутоиммунной агрессии организма, способным к полной органотипической перестройке в процессе ремоделирования костной ткани. Таким методом лечения является аутотрансплантация васкуляризованного костного лоскута в позицию дефекта кости [76,77,48,44].

Данный вид костных трансплантатов лишен большинства недостатков, присущих неваскуляризованным. В отличие от предыдущих методов, микрохирургическая аутотрансплантация васкуляризованных костных фрагментов позволяет улучшить кровообращение тканей в зоне замещённого дефекта тем самым стимулируя репаративные процессы. Авторы подобных сообщений указывают, что такой подход позволяет приблизить сроки сращения трансплантата с ложем к срокам консолидации неосложненных бифокальных переломов костей и получить в большинстве случаев хорошие анатомо-функциональные результаты лечения [78,79,80]. Лучшие результаты лечения достигаются при замещении дефектов костей верхней конечности, при этом сращение трансплантата с реципиентной костью происходит в сроки от 2,5 до 6 месяцев, т.е. близкие к срокам сращения переломов данной локализации [44,81]. Кроме того, кровоснабжаемая костная ткань более устойчива к инфекции и повторным курсам лучевой терапии, а васкуляризованные комплексы мягких тканей с фрагментом кости позволяют в один этап заместить костный дефект, осложнённый дефектом покровных тканей в этой же зоне [44,8].

Впервые операцию этого типа выполнил J. Taylor в 1974 г., пересадив малоберцовую кость на малоберцовом сосудистом пучке в дефект соседней большеберцовой кости [82,83]. На сегодняшний день известно большое количество васкуляризованных костных лоскутов различных по своим размерам и формам, которые активно применяются реконструктивными хирургами. Аутотрансплантаты из малоберцовой кости, гребня подвздошной кости, лопатки, рёбер, лучевой кости являются наиболее популярными и часто используемыми.

В связи с тем, что основной нагрузочной костью

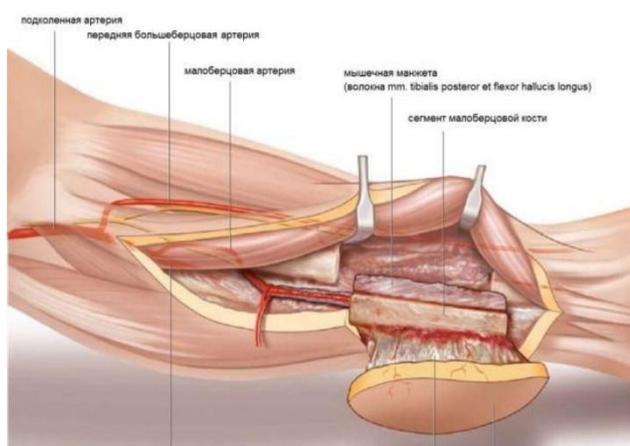
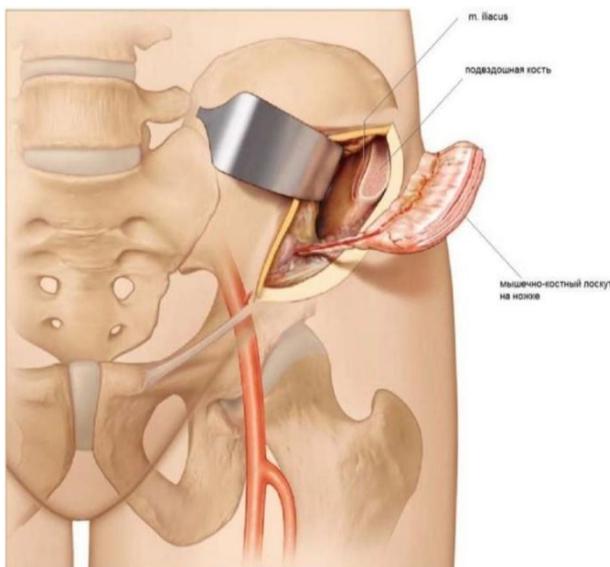


Рис. 4 Фрагмент малоберцовой кости на питающей сосудистой ножке.

голени является большеберцовая кость аутотрансплантат из малоберцовой кости широко используется в пластической хирургии. Удаление малоберцовой кости не отражается на функции конечности. Средняя длина малоберцовой кости составляет 34 см, поэтому с помощью данного трансплантата возможно заместить достаточно большие дефекты.

Сосудистым пучком, обеспечивающим кровоснабжение данного лоскута, является малоберцовые артерия и вены, которые имеют относительно крупный диаметр и являются анатомически постоянными, что, безусловно, является преимуществом. Несмотря на маленький размер малоберцовой кости в диаметре, она довольно прочна из-за своей трёхгранной формы, наличия трёх кортикальных пластинок и значительной толщины компактного вещества [84]. Данный лоскут идеально подходит для замещения диафизарных дефектов трубчатых костей. Важным преимуществом васкуляризованного малоберцового костного лоскута является возможность её быстрой гипертрофии с постепенным увеличением площади поперечного сечения до 4 раз [85,86]. Относительным недостатком данного вида аутотрансплантата можно считать малую длину сосудистой ножки (2-5см) [87,88], а также технические трудности, связанные с выделением и забором малоберцовой кости вместе с мышечной муфтой.

Лоскут гребня подвздошной кости предложен G.I. Teulor в 1979 году [83]. Первоначально он изучил и применил в клинике комплексный свободный лоскут, включающий в себя мягкие ткани паховой области и участок подвздошной кости, кровоснабжающихся за счет поверхностных артерии и вен, огибающих подвздошную кость. Однако в процессе дальнейших исследований и практической деятельности было установлено, что кровоснабжение подвздошной кости в большей степени осуществляется за



счет глубоких сосудов. Таким образом на данный момент глубокие артерия и вены, огибающие подвздошную кость, являются сосудистой ножкой описываемого лоскута.

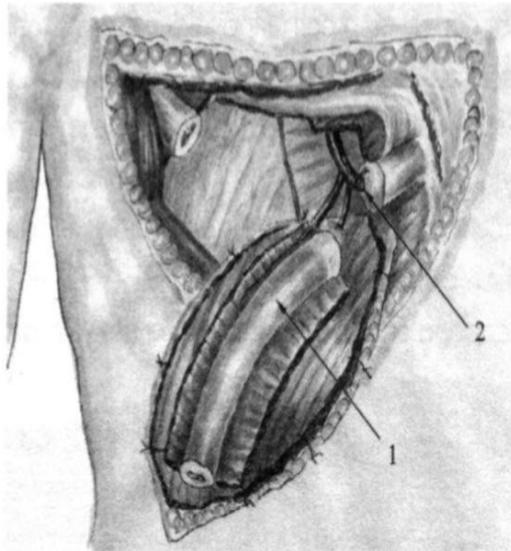


Рис. 5 Лоскут гребня подвздошной кости

Эти сосуды, аналогично малоберцовым, являются постоянными и имеют достаточный диаметр для формирования микрососудистых анастомозов. Ряд ценных свойств таких, как длина сосудистой ножки, диаметр артерии и вены, анатомическое постоянство, возможность забрать большой объем не только васкуляризованной костной ткани, но также мягких тканей для закрытия дефектов на одной сосудистой

ножке создают условия для широкого применения лоскутов на базе глубокой артерии, огибающей подвздошную кость. Немаловажным преимуществом данного вида костной пластики является возможность первичного закрытия донорского дефекта с неплохим косметическим результатом.

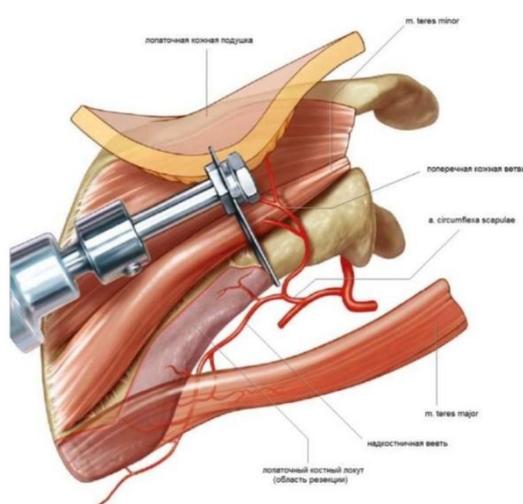
Как отдельный васкуляризованный костный трансплантат необходимый участок ребра может быть выделен на передней межреберной артерии (передней межреберный лоскут) и на задней межреберной артерии (задний межреберный лоскут). При заборе лоскута на передних межреберных сосудах чаще всего берут участки 5-6 ребер, на задних сосудах - участки 8-9 ребер. Длина и диаметр сосудистой ножки реберных лоскутов, а также их анатомическое постоянство основные причины их широкого использования.

Рис.6

Передний межрёберный лоскут

- 1 – внутренняя грудная артерия
- 2 – васкуляризированное ребро

Рис. 7



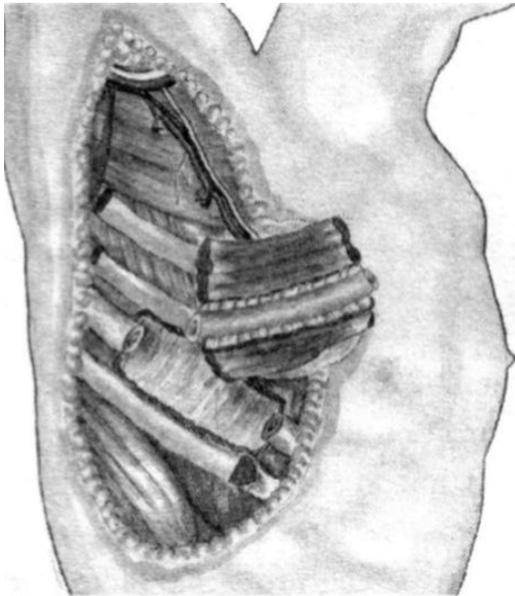
Васкуляризированное ребро в составе лоскута зубчатой мышцы

Васкуляризированные участки ребер могут быть компонентом в составе лоскутов большой и малой грудных мышц,

кровообращение которых обеспечивают торако-акромиальная артерия и вены и латеральные грудные артерия и вены, и в составе лоскутов широчайшей мышцы спины и зубчатой мышцы, кровообращение которых обеспечивает а. et v. thoracodorsalis. Васкуляризированный реберный аутотрансплантат преимущественно применяется для реконструкции нижней челюсти, но может использоваться в качестве пластического материала при замещении дефектов костей других анатомических локализаций.

Лоскут на сосудах, огибающих лопатку, впервые описан L. Finders dos Santose в 1978 году. Сосудистым пучком, обеспечивающим кровоснабжение этого лоскута, является артерия и вена, огибающие лопатку.

Рис.8 Лоскут на сосудах, огибающих лопатку



Однако в составе этого лоскута может быть взят небольшой по размерам фрагмент кости из латерального края лопатки. Аналогично участок васкуляризованной костной ткани можно забрать на лучевых артерии и венах в составе лучевого лоскута, в составе латерального лоскута плеча, локтевого лоскута и многих других, однако в данном случае костного пластического материала достаточно лишь для замещения небольших костных

дефектов. Несмотря на то что, наиболее перспективными для лечения больных с крупными дефектами длинных трубчатых костей представляются технологии реконструктивной микрохирургии, в то же время ограниченные размеры аутотрансплантатов, техническая сложность операции, необходимость использования специализированного инструментария и оборудования являются факторами, снижающими частоту его применения. Кроме этого отсутствие единого алгоритма хирургического лечения методом васкуляризированной пластики костных дефектов приводит к значительному количеству послеоперационных осложнений [22,89,21,90,91]. По данным S.A. Green [et al.] неудачные исходы замещения дефектов кровоснабжаемыми трансплантатами (тромбоз артериовенозного анастомоза, отторжение, нагноение, рассасывание, патологический перелом, отсутствие сращения с реципиентной костью и т.д.) достигают 60% [92]



Рис 9а



Рис 9в



Рис 9г



Рис 9а Рентгенограмма пациента с остеосаркомой большеберцовой кости.

Рис 9в Рентгенограммы после сегментарной резекции большеберцовой кости и замещения дефекта васкуляризированным малоберцовым трансплантатом.

Рис.9г Рентгенограммы голени через 2 года после замещения дефекта большеберцовой кости.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРУПНЫХ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНДУЦИРОВАННОЙ МЕМБРАННОЙ ТЕХНИКИ**

В 1986 года Masquelet был разработан альтернативный метод восстановления крупных костных дефектов с помощью индуцированной мембранной техники. С момента первой публикации этого метода его применение расширилось по всему миру и приобрела популярность для замещения крупных костных дефектов. [93,94]. Эта методика состоит из двух этапов хирургического лечения. Первым этапом проводится хирургическая обработка костного ложа с последующей имплантацией цементного спейсера (полиметилметакрилат) в позицию костного дефекта и восстановление дефекта покровных тканей. Местная реакция на инородное тело индуцирует образование вокруг цементной прокладки биомембрану спустя 4-6 недель после операции. Последние исследования показали, что биомембрана имеет толщину от 0,5 до 1 мм, гипervasкуляризирована и выполняет две функции. Механическую путем предотвращения врастания волокнистой соединительной ткани в костный дефект и биологическую-создание благоприятной среды для регенерации костного трансплантата. Многочисленные фундаментальные исследования подтвердили биологическую роль мембраны, которая экспрессирует некоторые вещества (факторы роста и мезенхимальные стволовые клетки), способствующие остеоинтеграции [95,96,97]. Вторым этапом включает рассечение мягких тканей и стенки индуцированной мембраны, удаление цементного спейсера и имплантации в сформировавшуюся полость губчатого ауто-трансплантата или, при больших костных дефектах, смесь ауто- и аллотрансплантатов, которая хорошо удерживается при сшивании стенки биомембраны. Индуцированная мембрана благодаря своим свойствам облегчает васкуляризацию и кортикализацию трансплантата, предотвращает резорбцию губчатой кости, обеспечивает интеграцию и восстановление целостности кости [98,99,100,101].

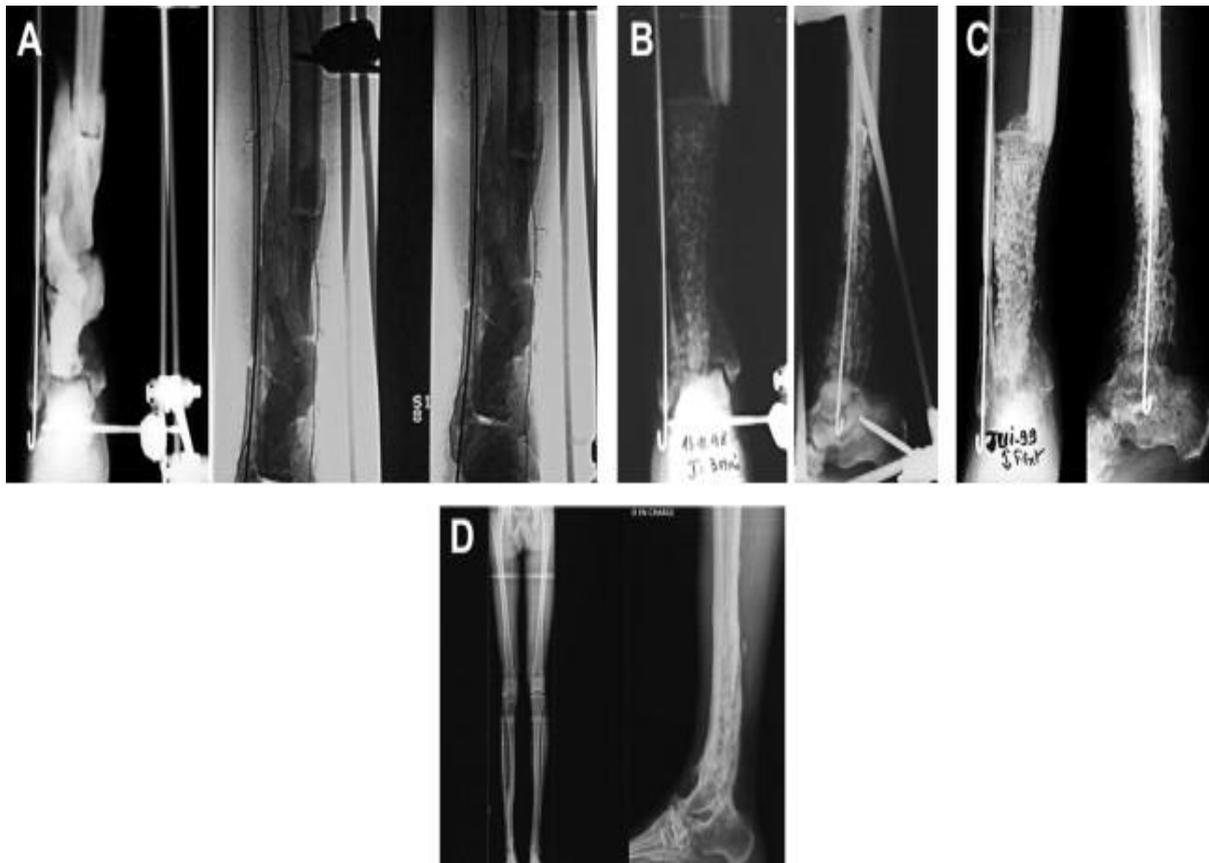


Рис А Рентгенограммы костей голени у пациента с инфицированным посттравматическим дефектом большеберцовой кости после хирургической обработки костного ложа и замещения костного дефекта костным цементным спенсером.

Рис. В Рентгенограммы после удаления цементного спейсера и имплантации в костный дефект губчатого аутотрансплантата.

Рис С Рентгенограммы после 1 года и 7 месяцев после операции.

Рис D Рентгенограммы через 3 года после операции.

Были опубликованы ряд исследований, в которых сообщается об эффективности и неудачах этого подхода к восстановлению крупных дефектов кости [102]. В самом крупном исследовании (84 пациента), в котором сообщалось о результатах применения метода частота сращения через год после операции наступила в 90% случаях [(103]. Однако авторы рекомендовали нагрузку на конечность после полного ремоделирования сформированной костной ткани и в среднем этот срок составил 17,4 месяца. По мнению некоторых исследователей, такой продолжительный период иммобилизации и ограничения нагрузки на конечность способствует развитию послеоперационных осложнений (мышечная атрофия, дегенеративно дистрофические изменения и контрактуры суставов), что может ухудшить общие функциональные результаты лечения пациентов. [104,105,106].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, костнопластические методы замещения дефектов костной ткани остаются наиболее эффективными при лечении пациентов рассматриваемого профиля. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки и могут применяться как самостоятельно, так и в комбинации, тем самым, дополняя друг друга и улучшая функциональный результат.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Molina, C.S. Treatment of traumatic segmental long-bone defects. A critical analysis review / C.S. Molina, D.J. Stinner, W.T.Obremskey // JBJS Rev, 2014. – 2:1.

2. Keating, J.F. The management of fractures with bone loss / J.F. Keating, ANRW Simpson, C.M.Robinson // J Bone Joint Surg [Br], 2005. – 87-B. – P. 142–150.

3. Барабаш, А.П. Чрескостный остеосинтез при замещении дефектов длинных костей / А.П. Барабаш. – Иркутск : типография Восточно Сибирского аэрогеодезического предприятия, 1995. – 208 с.

4. Herman, H. de Boer Vascularized fibular transfer / H. de Boer Herman, 1988. – 93 p.

5. Макушин, В.Д. Лечебно-реабилитационные преимущества метода Илизарова при псевдоартрозах и дефектах бедра. Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в ортопедии и травматологии : тематич. сб. науч. тр. / В.Д. Макушин, Л.М. Куфтырев. – Курган, 1980. – Вып. 6. – С. 12–18.

6. Медико-социальная реабилитация инвалидов с повреждениями опорно-двигательного аппарата / В.Ю. Трубников, Г.П. Истомина, Д.А. Яременко [и др.] // X съезд травматологов-ортопедов Украины : тез. докл. – Одесса, 1987. – Ч. 1. – С. 52–53.

7. Jay R. Lieberman, MD, Gary E. Friedlaender, MD Bone Regeneration and Repair // Biology and Clinical Applications. – Humana (New Jersey), 2005. – P. 450

8. Modified classification and single-stage microsurgical repair of posttraumatic infected massive bone defects in lower extremities / Y.F. Yang, Z.H. Xu, G.M. Zhang, J.W. Wang, S.W. Hu, Z.Q. Hou, D.C. Xu // J Reconstr Microsurg., 2013. – Vol. 29 (9). – P. 593–600.

9. Primary shortening with secondary limb lengthening for Gustilo III open tibial fractures: a report of six cases / K. Yokoyama, M. Itoman, K.

Nakamura, M. Uchino, T. Tsukamoto, T. Suzuki // J. Trauma, 2006. – Vol. 61 (1). – P. 172–180.

10. Зоря, В.И. Ферментная стимуляция остеогенеза при лечении несросшихся переломов и ложных суставов костей конечностей / В.И. Зоря [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова, 2007. – № 2. – С. 80–85.

11. Миланов, Н.О. Микрохирургическая аутотрансплантация надкостнично-кортикальных комплексов тканей в лечении ложных суставов длинных трубчатых костей / Н.О. Миланов, А.С. Зелянин, В.И. Симаков // Вестн. Рос.акад. мед. наук, 2004. – № 10. – С. 45–49.

12. Девятова, Т.А. Лечение методом чрескостного остеосинтеза больных с пострезекционными дефектами диафиза бедренной кости, осложненными хроническим посттравматическим остеомиелитом / Т.А. Девятова, Л.В. Розова // Гений ортопедии, 2000. – № 2. – С. 22–24.

13. Резник, Л.Б. Результаты применения различных видов имплантов при замещении остеомиелитических дефектов длинных костей в эксперименте / Л.Б. Резник, И.В. Стасенко, Д.А. Негров // Гений ортопедии, 2016. – № 4. – С. 81–87.

14. Хирургическое лечение пациентов с опухолями длинных трубчатых костей верхних конечностей с использованием индивидуальных имплантатов из костнозамещающего материала, созданных по технологиям 3D-печати / Н.Н. Карякин, Р.О. Горбатов, А.Е. Новиков, Р.М. Нифтуллаев // Гений ортопедии, 2017. – Т. 23. – № 3. – С. 323–330.

15. Ручкина, И.В. Рентгеноденситометрические особенности формирования регенерата в костном дефекте, изолированном от мягких тканей резорбируемым материалом (экспериментальное исследование) / И.В. Ручкина, Е.В. Осипова, А.Н. Дьячков // Гений ортопедии, 2003. – № 4. – С. 35.

16. Gugala, Z. New approaches in the treatment of critical-size segmental defects in long bones / Z. Gugala, R.W. Lindsey, S. Gogolewski // Macromolecular Symposia., 2007. – Vol. 253. – P. 147–161.

17. Taylor, G.I. The Evolution of Free Vascularized Bone Transfer: A 40-Year Experience / G.I. Taylor, R.J. Corlett, M.W. Ashton // Plast Reconstr Surg., 2016. – Vol. 137 (4). – P. 1292–1305.

18. Membrane Induced Osteogenesis in the Management of Posttraumatic Bone Defects / Matheus Azi, Armando Augusto de Teixeira, Ricardo Cotias, Alexander Joeris, Mauricio Kfuri // Journal of Orthopaedic Trauma, October 2016. – Vol. 30 (10). – P. 545–550.

19. Konstantinos, N. / Reconstructive microsurgery / N. Konstantinos, M.D. Malizos, 2003.

20. Белоусов, А.Е. / Пластическая реконструктивная и эстетическая хирургия / А.Е. Белоусов, 1998.

21. Yazar, S. One-stage reconstruction of composite bone and soft-tissue defects in traumatic lower extremities / S. Yazar, C.H. Lin, F.C. Wei // *Plast Reconstr Surg.*, 2004. – Vol. 114 (6). – P. 1457–1466.

22. Monitoring island flap for fibular graft in 30 patients with long bone defects / Q.F. Guo, Z.H. Xu, W.S. Cai, J.K. Zhu // *Chin J Traumatol*, 2003. – Vol. 6 (5). – P. 275–279.

23. Некоторые аспекты аллопластики дефектов костей, образовавшихся после удаления доброкачественных опухолей и опухолеподобных образований / И. Марин, Н. Капрош, Н. Михул, В. Вуколова, И. Бачу, В. Орлов // *Ортопедия, травматология и протезирование*, 2009. – № 1. – P. 103–105.

24. Melloning, J.T. Comparison of bone graft materials: Part 1. New formation with autografts and allografts determined by Stroncium-85 / J.T. Melloning, G.M. Bowers, R. Bagley // *J. Periodontol.*, 1981. – Vol. 52, № 6. – P. 291–296.

25. Решетников, А.Н. Оптимизация репаративной регенерации костной ткани при лечении ложных суставов с дефектами большеберцовой кости / А.Н. Решетников // *Казан.мед. журн.*, 2005. – № 1. – С. 26–28.

26. Berggren, A. The effect of prolonged ischemia time on osteocyte and osteoblast survival in composite bone grafts revascularized by microvascular anastomosis / A. Berggren, A.J. Weiland, H. Dorfman // *Plast. reconstr. Surgery.*, 1982. – Vol. 69. – № 2. – P. 290–298.

27. Free vascularised fibular grafts in orthopaedics / M. Bumbasirevic, M. Stevanovic, V. Bumbasirevic, A. Lesic, H.D. Atkinson // *Int Orthop.*, 2014. – Vol. 38 (6). – P. 1277–1282.

28. Белоусов, А.Е. Микрохирургия в травматологии / А.Е. Белоусов, С.С. Ткаченко– Л. : Медицина, 1988. –224 с.

29. Allo geneic vascularized grafting of a human knee joint with postoperative immunosuppression / G.O. Hofmann, M.H. Kirschner, F.D. Wagner, W. Land, V. Biihren // *Arch Orthop Trauma Surg.*, 1997. – Vol. 116. – P. 125–128.

30. Melloning, J.T. Comparison of bone graft materials. Part 2. New formation with autografts and allografts. A histological evaluation / J.T. Melloning, G.M. Bowers, R. Bagley // *J. Periodontol.*, 1981. – Vol. 52, № 6. – P. 297–302.

31. A technique for osseous restorations of deficient edentulous maxillary ridges / P.J. Boyne [et al.] // *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1985. – Vol. 43, № 2. – P.87–91.

32. Кочиш, А.Ю. Новый способ одномоментной несвободной пластики двумя кровоснабжаемыми костными аутотрансплантатами при ложных суставах обеих костей предплечья / А.Ю. Кочиш, Р.М. Тихилов, С.П. Лушников // *Травматология и ортопедия России*, 2010. – № 1. – С. 89–93.

33. Методика остеосинтеза штифтом UTN с блокированием при лечении несросшихся переломов и ложных суставов большеберцовой кости / С.В. Бровкин [и др.] // *Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. –2006. – № 4. – С. 8–12.

34. Транскортикальная комбинированная пластика ложных суставов костей конечностей / В.И. Зоря [и др.] // *Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*, 2009. – № 3. – С. 80–85.

35. Myeroff, C. Autogenous Bone Graft. Donor Sites and Techniques / C. Myeroff, M. Anderson // *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2011. – Vol. 93 (23). – P. 2227–2236

36. Management of open fractures and subsequent complications / C.G. Zalavras, R.E. Marcus, L.S. Levin, M.J. Patzakis // *J Bone Joint Surg Am.*, 2007. –Vol. 89 (4). – P. 884–895.

37. Bone Grafting: Sourcing, Timing, Strategies, and Alternatives / K.A. Egol, A. Nauth, M. Lee, H.C. Pape, J.T. Watson, J.Jr. Borrelli // *J Orthop Trauma*, 2015. – Vol. 29 Suppl 12. – P. 10–14.

38. Миланов, Н.О. Микрохирургическая аутотрансплантация надкостнично-кортикальных комплексов тканей в лечении ложных суставов длинных трубчатых костей / Н.О. Миланов, А.С. Зелянин, В.И. Симаков // *Вестн. Рос.акад. мед. наук*, 2004. – № 10. – С. 45–49.

39. Коваленко, П.П. Исходы костной пластики при ложных суставах / П.П. Коваленко, Ж.Н. Пирумян // *Ортопед., травматол.*, 1973. – № 3. – С.66–68.

40. Стахеев, И.А. Переломы диафизарных трубчатых гомотрансплантатов в процессе перестройки / И.А. Стахеев // *Ортопед., травматол.*, 1976. – № 2. – С. 16–20.

41. Рыбачук, О.И. Восстановительные операции при дефектах диафизов длинных трубчатых костей (Экспериментально-клиническое исследование) : автореф. дис... д-ра мед. наук. – Киев, 1978. – 33 с.

42. Терновой, К.С. Костная пластика при лечении ложных суставов длинных трубчатых костей / К.С. Терновой, Ю.С. Жила // Ортопед., травматол., 1985. – № 9. – С. 17–20.

43. Лечение ложных суставов и дефектов диафизов трубчатых костей / И.В. Шумада, О.И. Рыбачук, Ю.С. Жила. – Киев : Здоровье, 1985. – 147 с.

44. Плаксейчук, А.Ю. Сравнительный анализ современных методов замещения дефектов длинных трубчатых костей / А.Ю. Плаксейчук // Амбулаторная травматолого-ортопедическая помощь : тез. докл. всерос. науч.-практ. конф. ; в 2-х ч. – Ч.2. – Спб.- Йошкар-Ола, 1994. – С.16–17.

45. Волков, М.В. Замещение дефектов костей аллопластическим материалом по методу «вязанки хвороста» / М.В. Волков, АЛ. Бережной, С.В. Вирабов // Ортопедия, травматология и протезирование : респ. межвед. сб. – Киев, 1983. – Вып. 13. – С. 10–14.

46. Некоторые аспекты аллопластики дефектов костей, образовавшихся после удаления доброкачественных опухолей и опухолеподобных образований / И. Марин, Н. Капрош, Н. Михул, В. Вуколова, И. Бачу, В. Орлов // Ортопедия, травматология и протезирование, 2009. –

№ 1. – С. 103–105.

47. Ilizarov's method: a solution for infected bone loss / K. Fabry E.J. Lammens A.P. Delhey E.J. Stuyck, U.Z. Pellenberg // Eur J Orthop Surg Traumatol., 2006. – Vol. 16. – P. 103–109.

48. Голяховский, В. Руководство по чрескостному остеосинтезу методом Илизарова / В. Голяховский, В. Френкель. – Спб., 1999. – 267 с.

49. Макушин, В.Д. Результаты многофакторного анализа исходов лечения по Илизарову больных с дефектами костей нижних конечностей / В.Д. Макушин, Л.М. Куфтырев // Гений ортопедии, 1995. – № 1. – С. 67–70.

50. Bone substitutes in orthopaedic surgery: from basic science to clinical practice / V. Сатрапа, G. Milano, E. Pagano, M. Barba, C. Cicione, G. Salonna, W. Lattanzi, G. Logroscino // J Mater Sci Mater Med., 2014. – Vol. 25 (10). – 2445–2461.

51. Ilizarov, G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation / G.A. Ilizarov // Clin Orthop Relat Res., 1989a. – Vol. 238. – P. 249–281.

52. Ilizarov, G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction / G.A. Ilizarov // Clin Orthop Relat Res., 1989b. – Vol. 239. – P. 263–285.

53. Abdel-Aal AM. Ilizarov bone transport for massive tibial bone defects / A.M. Abdel-Aal // *Orthopedics.*, 2006. – Vol. 29 (1). – 70–74.

54. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss / D. Paley, M.A. Catagni, F. Argnani, A. Villa, G.B. Benedetti, R. Cattaneo // *Clin Orthop Relat Res.*, 1989. – Vol. 241. – P. 146–165.

55. Management of hypertrophic nonunion with failure of internal fixation by distraction osteogenesis / Xu J., Jia Y.C., Kang Q.L., Chai Y.M. // *Injury.*, 2015. – Vol. 46 (10). – P. 2030–2035.

56. A Systematic Review and Meta-Analysis of Ilizarov Methods in the Treatment of Infected Nonunion of Tibia and Femur / Yin P., Ji Q., Li T. [et al.] // *PLoS One*, 2015. – Vol. 10 (11) : 0141973. Published 2015 Nov 3.

57. Шевцов, В.И. Дефекты костей нижних конечностей / В.И. Шевцов, В.Д. Макушин, Л.М. Куфтырев. – Курган, 1996. – 502 с.

58. Барабаш, Ю.А. Особенности лечения больных с дефектом костей голени после остеомиелита большеберцовой кости / Ю.А. Барабаш // *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*, 1999. – Т. 1. – № 1 (9). – С. 117–122.

59. Лечение переломов голени, осложненных дефектом костной ткани / Т.А. Ревенко, М.Г. Колосова, И.И. Гаврилов, В.Н. Попов // *Ортопедия, травматология и протезирование : респ. межведомств. сб.* – Киев : Здоров'я, 1986. – С. 79–81.

60. Free vascularized fibular graft vs. Ilizarov method for post-traumatic tibial bone defect / K. Yokoyama, M. Itoman, K. Nakamura, T. Tsukamoto, Y. Saita, S. Aoki // *J Reconstr Microsurg.*, 2001. – Vol. 17 (1). – P. 17–25.

61. Green, S.A. Skeletal defects. A comparison of bone grafting and bone transport for segmental skeletal defects / S.A. Green // *Clin Orthop Relat Res.*, 1994. – Vol 301. – P. 111–117.

62. Treatment of traumatic bone defects by bone transport / C. Kesemenli, M. Subasi, T. Kirkgoz, A. Kapukaya, H. Arslan // *Acta Orthop Belg.*, 2001. – Vol. 67 (4). – P. 380–386.

63. Варианты восполнения дефектов костей предплечья / В.В. Бодулин, А.А. Воротников, А.К. Хеларов, А.Н. Матвеев // *Актуальные вопросы травматологии и ортопедии : сб. науч. работ.* – Екатеринбург, 1997. – С. 95–97.

64. Tibial bone defects treated by internal bone transport using the Ilizarov method / H.R. Song [et al.] // *Int. Orthop.*, 1998. – Vol. 22. – P. 293–297.]

65. Макушин, В.Д. Причины неудач и осложнений при возмещении дефектов длинных трубчатых костей методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову / В.Д. Макушин, Л.М. Куфтырев, В.К. Камерин // *Гений ортопедии*, 1996. – № 1. – С. 59–61.

66. Борзунов, Д.Ю. Замещение дефектов длинных костей полилокальным удлинением отломков / Д.Ю. Борзунов // Травматология и ортопедия России, 2006. – № 4. – С. 24–29.

67. Шумило, А.В. Профилактика послеоперационных местных осложнений при лечении больных с остеомиелитом и дефектами большеберцовой кости методом чрескостного остеосинтеза : дис. ... канд. мед. наук / А.В. Шумило ; Военномедицинская академия – СПб., 1997. – 218 с.

68. Rozbruch, S.R. Simultaneous treatment of tibial bone and soft-tissue defects with the Ilizarov method / S.R. Rozbruch [et al.] // J. Orthop. Trauma, 2006. – Vol. 20. – N 3. – P. 197–205.

69. El-Rosasy, M.A. Acute shortening and relengthening in the management of bone and soft-tissue loss in complicated fractures of the tibia / M.A. El-Rosasy // J. Bone Joint Surg., 2007. – Vol. 89-B. – N 1. – P. 80–88.

70. Acute shortening – modular treatment modality for severe combined bone and soft tissue loss of the extremities / A. Lerner [et al.] // J. Trauma, 2004. – Vol. 57. – P. 603–608.

71. Song, H.R. Comparison of internal bone transport and vascularized fibular grafting for femoral bone defects / H.R. Song, A. Kale, H.B. Park // J. Orthop. Trauma., 2003. – Vol. 17. – P. 203–211.

72. Yokoyama, K. Free vascularized fibular graft vs. Ilizarov method for posttraumatic tibial bone defect / K.Yokoyama [et al.] // J. Reconstr. Microsurg., 2001. – Vol. 17. – P. 17–25.

73. Granhed, H.P. Bone debridement and limb lengthening in type III open tibial shaft fractures. No infection or nonunion in 9 patients / H.P. Granhed, A.H. Karladani // Acta Orthop. Scand., 2001. – Vol. 72. – N 1. – P. 46–52.

74. Yokoyama, K. Primary shortening with secondary limb lengthening for Gustilo IIIB open tibial fractures: a report of six cases / K. Yokoyama [et al.] // J. Trauma, 2006. – Vol. 61. – N 1. – P. 172–180.

75. Lowenberg, D.W. Combined muscle flap and Ilizarov reconstruction for bone and soft tissue defects / D.W. Lowenberg, R.J. Feibel, K.W. Louie, I. Eshima // Clin. Orthop., 1996. – N 332. – P. 37–51.

76. Голубев, В.Г. Свободная пересадка костных аутотрансплантатов на сосудистой ножке при дефектах трубчатых костей / В.Г Голубев : автореф. дис... д-ра мед. наук. – М., 1986.

77. Оноприенко, Г.А. Лечение дефектов костей с использованием аппарата Илизарова / Г.А. Оноприенко // Труды V Всесоюзного съезда травматологов-ортопедов. – М., 1990. – Ч.2. – С. 50–57.

78. Аутопластика пострезекционных дефектов трубчатых костей кисти при лечении доброкачественных опухолей и опухолеподобных заболеваний с использованием чрескостного остеосинтеза / Л.М. Куфтырев, Д.Ю. Борзунов, А.В. Злобин, А.И. Митрофанов // Гений ортопедии, 2004. – № 2. – С. 16–17.

79. Ефименко, Н.А. Пластика дефектов длинных трубчатых костей свободными кровоснабжаемыми костными аутотрансплантатами / Н.А. Ефименко [и др.] // Воен.-мед. журн., 2001. – Т. 322. – № 12. – С. 22–26.

80. Илизаров, Г.А. Морфологическая характеристика образования и перестройки костной ткани при замещении обширного дефекта кости / Г.А. Илизаров, А.П. Барабаш, И.А. Имершвили // Ортопедия, травматология и протезирование, 1984. – № 1. – С. 16–20.

81. Богов, А.А. Микрохирургическая трансплантация в лечении ложных суставов и дефектов длинных трубчатых костей / А.А. Богов // Казанский мед. журнал, 1993. – № 2. – С. 135–139.

82. Wolff, K.-D. Raising of microvascular flaps / K.-D.Wolff, F.Hölzle // Springer-Verlag, 2005. – 180 p.

83. Обыдённов, С.А. Основы реконструктивной пластической микрохирургии / С.А. Обыдённов, И.В. Фраучи. – Санкт-Петербург : Человек, 2000. – 142 с.

84. Ankle Instability After Vascularized Fibular Harvest for tumor reconstruction / Saminathan S. Nathan, Lee Hung-Yi, Joseph J. Disa, Edward Athanasian, Patrick Boland, Peter G. Cordeiro, MD and John H. Healey, MD // Annals of Surgical Oncology, 12 (1). – P. 57–64.

85. Microsurgical Free Fibular Bone Transfer: A Technique for Reconstruction of Large Skeletal Defects Following Resection of High-Grade Malignant Tumors / F. Schuind, F. Burny, F.J. Lejeune // World J. Surg., 1988. – Vol. 12. – P. 310–317.

86. Reconstruction of large defects of the long bones with free vascularized bone grafts: functional results after minimum 5-year follow-up / K. Bauwens, D. Stengel, J.I. Höpfner, U. Weber, A. Eisenschenk // Orthopedics, 2008. – Vol. 31 (4). – P. 369.

87. Reconstruction of defects following bone tumor resections by distraction osteogenesis / Kaan Erler, Cemil Yildiz, Barbaros Baykal, A. Sabri Atesalp, Taner Ozdemir, Mustafa Basbozkurt // Arch Orthop Trauma Surg, 2005. – Vol. 125. – P. 177–183.

88. Revascularized fibula for tibia replacement in adamantinoma / Lei Li, Jürgen Bruns, Reinhard E. Friedrich, Rainer Schmelzle. – Received : 18 June 2003 Accepted : 28 March 2005 ; Published online : 24 March 2006.

89. The vascularised fibular graft for limb salvage after bone tumour surgery: a multicentre study / P.H. Hilven, L. Bayliss, T. Cosker [et al.] // *Bone Joint J.*, 2015. – Vol. 97-B. – P. 853–861.

90. Reconstruction after resection of tumors around the knee: role of the free vascularized fibular graft / S.M. Amr, A.O. El-Mofty, S.N. Amin [et al.] // *Microsurgery*, 2000. – Vol. 20. – P. 233–251.

91. The outcome and complications of vascularised fibular grafts / M.T. Houdek, C.O. Bayne, A.T. Bishop, A.Y. Shin // *The Bone & Joint Journal*, 1991 OncologyFree Access Published Online :1 Jan 2017.

92. Management of segmental defects by the Ilizarov intercalary bone transport method / S.A. Green, I.M. Jackson, D.M. Wall [et al.] // *Clin. orthop.*, 1992. – N 280. – P. 136–142.

93. Re construction des os longs par membrane induite et autogreffe spongieuse. ([in French]) / A.C. Masquelet, F. Fitoussi, T. Bégué [et al.] // *Ann Chir Plast Esthet.*, 2000. – Vol. 45. – P. 346–353.

94. Masquelet, A.C. Muscle reconstruction in reconstructive surgery: soft tissue repair and long bone reconstruction / A.C. Masquelet // *Langenbecks Arch Surg.*, 2003. – Vol. 388. – P. 344–346.

95. Masquelet, Alain C. The Concept of Induced Membrane for Reconstruction of Long Bone Defects / Alain C. Masquelet, Thierry Begue // *Orthopedic Clinics*. – Vol. 41, Issue 1. – P. 27–37 : Published in issue: January 2010.

96. The mechanism ofaction ofinduced membranes in bone repair / O.M. Aho, P. Lehenkari, J. Ristiniemi, S. Lehtonen, J. Risteli, H.V.Leskela // *J Bone Joint Surg Am.*, 2013. – Vol. 95 (7). – P. 597–604.

97. Membrane Induced Osteogenesis in the Management of Posttraumatic Bone Defects / Matheus Azi, Armando Augusto de Teixeira, Ricardo Cotias, Alexander Joeris, Mauricio Kfuri // *Journal of Orthopaedic Trauma*, oct. 2016. – Vol. 30 (10). – P. 545–550.

98. Cancellous bone graft for skeletal reconstruction muscular versus periosteal bed. Preliminary results / L. Hertel, A. Gerber, U. Schlegel [et al.] // *Injury*, 1994. – Vol. 25. – P. 59–70.

99. Weiland, A.J. Bone graft: a radiological, histological and biomechanical model comparing auto grafts, allografts and free vascularized bone grafts / A.J. Weiland, T.W. Phillips, M.A. Randolph // *Plast Reconstr Surg.*, 1984. – Vol. 74. – P. 368–379.

100. Effect of recombinant human osteogenic Protein-1 on healing of segmental defects in non-human primates / S.D. Cook, M.W. Wolfe, S.L. Salked [et al.] // *J Bone Joint Surg.*, 1995. – Vol. 77A. – P. 734–750.

101. Biological implementation of “in situ” induced autologous foreign body membranes in consolidation of massive cancellous bone grafts / K. Klaue, C. Anton, U. Knothe [et al.] // *J Bone Joint Surg.*, 1993. – Vol. 79B. – P. 236.

102. Masquelet Technique for Treatment of Posttraumatic Bone Defects / Tak Man Wong, Tak Wing Lau, Xin Li, Christian Fang, Kelvin Yeung, Frankie Leung // *The Scientific World Journal*, 2014.

103. Treatment of posttraumatic bone defects by the induced membrane technique / C. Karger, T. Kishi, L. Schneider [et al.] // *Orthop Traumatol Surg Res.*, 2012. – Vol. 98. – P. 97–102.

104. Masquelet, Alain C. The Concept of Induced Membrane for Reconstruction of Long Bone Defects / A.C. Masquelet, Thierry Begue // *Orthopedic Clinics.* – Vol. 41, Issue 1. – P. 27–37 : Published in issue : Jan. 2010.

105. Morris, R. Pallister Induced membrane technique for treating tibial defects gives mixed results / R. Morris, M. Hossain, A. Evans // *The Bone & Joint Journal.* – Vol. 99-B. – N. 5 : Trauma Free Access blished Online :1 May 2017.

106. Giannoudis, Peter V. MD, FACS, FRCS Has the Induced Membrane Technique Revolutionized the Treatment of Bone Defects? / Peter V. Giannoudis // *Techniques in Orthopaedics*, March 2016. – Vol. 31. – Issue 1. – P. 2.

Учебное издание

**Ладутько** Юрий Николаевич  
**Ладутько** Дмитрий Юрьевич  
**Кезля** Олег Петрович  
**Ярмолович** Владислав Антонович  
**Бенько** Александр Николаевич  
**Селицкий** Антон Вацлавович

СОВРЕМЕННЫЕ КОСТНОПЛАСТИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ КОСТНОЙ ТКАНИ  
РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 28.12.2020. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».  
Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».  
Печ. л. 1,88. Уч.- изд. л. 2,05. Тираж 70 экз. Заказ 26.  
Издатель и полиграфическое исполнение –  
государственное учреждение образования  
«Белорусская медицинская академия последипломного образования».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1275 от 23.05.2016.  
220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3, кор.3.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ  
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кафедра травматологии и ортопедии

**СОВРЕМЕННЫЕ КОСТНОПЛАСТИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ  
КОСТНОЙ ТКАНИ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ**

Минск БелМАПО  
2021

