

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2022-63-11-27>  
УДК 617.3; 616-089.23; 616-001; 615.477.2; 616-089.28/29  
МРНТИ 76.29.41

Описание серии случаев

## Дефекты длинных костей – краткая история развития технологии их возмещения

Шевцов В.И.

Почетный профессор Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Россия. E-mail: shevtcovladimir3012@rambler.ru

### Резюме

*Дефект кости – потеря части кости в результате воздействия врожденных или внешних факторов.*

**Цель исследования:** *описать развитие технологии замещения дефектов длинных костей с клиническими примерами.*

*Описаны разные варианты чрескостного остеосинтеза по Илизарову: закрытый дистракционный остеосинтез для восстановления длины сегмента, би- и полилокальный остеосинтез для замещения дефекта кости, восстановления целостности и длины поврежденного сегмента использование малоберцовой кости в качестве имплантата.*

*Приведены результаты использования указанных технологий при замещении дефектов длинных костей. Используемые в клинической практике аллокости, металлы, керамика, гидроксилapatит в качестве заменителей кости могут выполнять лишь роль временного протеза. Мезенхимальные стволовые клетки и белковые фракции выполняют роль стимуляторов регенераторного процесса в совокупности с другими технологиями.*

**Ключевые слова:** *дефект кости, методики чрескостного остеосинтеза по Илизарову, искусственные материалы для замещения дефектов костей.*

Corresponding author: Vladimir Shevtsov, Honorary Professor of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center for Traumatology and Orthopaedics named after Academician G.A. Ilizarov of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kurgan, Russia.  
Postal code: 640014  
Address: Russia, Kurgan, Ulyanova st., 6  
E-mail: shevtcovladimir3012@rambler.ru

J Trauma Ortho Kaz 2022; Special issue. Number 63: 11-27  
Received: 22-06-2022  
Accepted: 12-07-2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Дефект кости – потеря части кости в результате воздействия врожденных или внешних факторов. Лечебная задача включает восстановление целостности кости. Для выполнения лечебных задач использовались разные технологии с применением ауто-, алло- и ксенопластики. «Золотым стандартом» до последнего времени считается использование аутотрансплантатов. Но после разработки Г.А. Илизаровым в 1967 г. технологии возмещения дефектов путем удлинения одного из отломков с использованием аппарата автора [1] эта методика стала доминирующей при лечении больных с дефектами костей.

Успешное решение проблемы замещения дефектов длинных костей началось с внедрения в практику метода Илизарова, представляющую собою принципиально новую цельную систему [1]. Основа разработанной системы включает регуляцию пластическими и регенераторными способностями тканей опорно-двигательного аппарата при создании комплекса оптимальных условий с использованием управляемой чрескостной фиксации. За это время для замещения дефектов были разработаны и

внедрены новые методики, включающие бескровные дистракционные способы и оперативные би- и полилокальные [2,3,4].

При показаниях (субтотальные дефекты костей) использовалась пластика свободными имплантатами малоберцовой кости. Эту операцию впервые выполнил J. Taylor в 1974 г. (цит. по 5). В литературных источниках можно выделить несколько направлений: использование ауто- и гетеропластики для замещения дефектов костей [6,7,8], пластику дефектов пересадкой малоберцовой кости [9-11], разработку и использование искусственных материалов для замещения дефектов [12-14], применение ткане-инженерных и клеточных технологий [15-17] и др. Так как методики, разработанные Г.А. Илизаровым и сотрудниками широко используются в мировой практике считаю необходимым кратко изложить их суть.

**Цель работы:** описать развитие технологии замещения дефектов длинных костей с клиническими примерами.

## Презентация случаев с описанием методик

**Методика бескровного дистракционного остеосинтеза.** Показанием для закрытого дистракционного остеосинтеза является гипертрофический тугоподвижный ложный сустав с укорочением 3-8 см. Такие псевдоартрозы по нашей классификации относятся к дефект-псевдоартрозам. При правильной оси сегмента бескровный остеосинтез осуществляется как правило в два этапа. На первом этапе при тугоподвижных гипертрофических псевдоартрозах производится остеосинтез аппаратом Илизарова из двух опор. Для уменьшения числа спиц, проходящих через мышечные массивы, вначале проводятся по три спицы на уровне метафизов отломков. Через 5-7 дней начинается дистракция по  $\frac{1}{4}$  оборота два – три раза в день. Темп дистракции при этом остеосинтезе ниже, чем при обычном удлинении. Снижение темпа дистракции связано с наличием рубцовых изменений мягких тканей, которые нередко прочно связаны с подлежащей костью. При удлинении рубцы натягиваются, что вызывает выраженные болевые ощущения. После достижения необходимого удлинения переходят ко второму этапу. Пациент поступает в операционную для проведения дополнительных спиц с целью усиления фиксации. При метафизарной локализации псевдоартроза проводятся три спицы через конец более длинного отломка отступя от щели псевдоартроза на 5 см. Все кольцевые опоры соединяются между собой. При диафизарной

локализации псевдоартроза дополнительные спицы проводятся выше и ниже регенерата, отступив от концов отломков на 3-5 см, как позволяет ситуация. Для иллюстрации приведем пример.

*Пациент Л., 10 лет.* Диагноз: Тугоподвижный гипертрофический псевдоартроз левой плечевой кости на границе верхней и средней трети. Два года назад – закрытый перелом левой плечевой кости. Лечился консервативно – была наложена гипсовая повязка на 1,5 месяца. После снятия повязки постепенно развилась деформация плеча, с ограничением движений в плечевом суставе. При осмотре определяется деформация в верхней трети плечевой кости, патологическая подвижность в пределах 5-7°, укорочение 8 см (рисунок 1).

Так как псевдоартроз тугоподвижный, гипертрофический, патологическая подвижность слабо выражена решено произвести бескровный (закрытый) остеосинтез плечевой кости для коррекции деформации и восстановления длины плечевой кости.

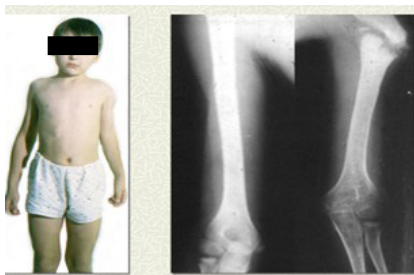


Рисунок 1 – Фото пациента Л. и его рентгенограмма до операции

Так как имелась угловая деформация произведен остеосинтез аппаратом Илизарова из трех опор с шарнирными узлами для коррекции деформации и удлинения. Дистракция с 5-го дня чередующимся ритмом по ¼ мм 2-3 раза в день. Общий срок дистракции 3,5 месяца. Последующая фиксация 5,5 месяцев.

Результат: без вмешательства на ложном суставе аппаратом постепенно достигнута коррекция имеющейся деформации, восстановлена длина и целостность плечевой кости (рисунок 2).

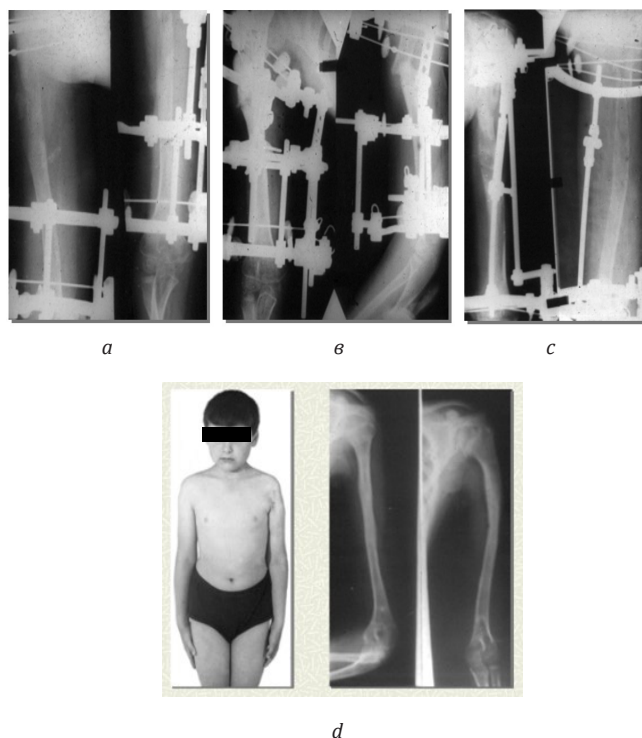


Рисунок 2 – Рентгенограммы и фото больного Л.: а) после остеосинтеза; в) на этапе дистракции; с) перед снятием аппарата; д) фото и рентгенограмма пациента через год после снятия аппарата

Пример использования **дистракционного остеосинтеза для восстановления целостности и длины бедренной кости**. Пациентка М., 29 лет. Диагноз: гипертрофический псевдоартроз диафиза правого бедра. В детстве перенесла туберкулезное поражение тазобедренного сустава, в результате чего развилось укорочение бедра 7 см. Три года назад была попытка удлинения бедра. В результате развился псевдоартроз диафиза правого бедра. Остеосинтез накостной пластиной. Через год пластина сломалась (рисунок 3).

показанием для бескровного дистракционного остеосинтеза. Удаление накостной пластины не планировалось, так как она не представляла препятствий для удлинения. Дистракция по ¼ мм 2-3 раза в день продолжалась 110 дней, последующая фиксация 5 месяцев (145 дней). В процессе лечения пациентка пользовалась конечностью, передвигалась с тростью, с полной нагрузкой на оперированную конечность.

Молодой возраст пациентки и гипертрофический псевдоартроз бедра явились

Результат: без вмешательства в области ложного сустава, бескровной методикой достигнуто удлинение бедра на 7 см и восстановление целостности бедренной кости (рисунок 3, правая рентгенограмма).

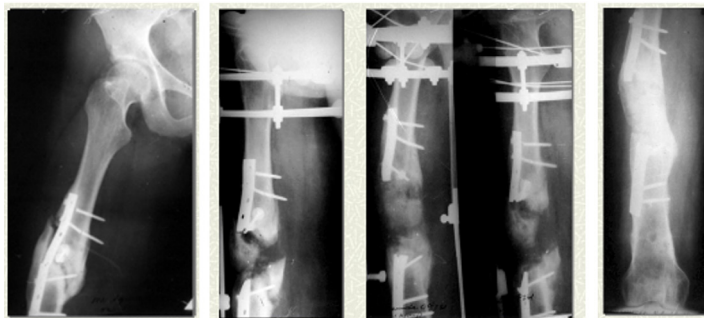


Рисунок 3 – Рентгенограммы пациентки М.: при поступлении, на этапах дистракции, результат

И ещё один пример использования дистракционного остеосинтеза при псевдоартроз-

дефекте большеберцовой кости. Больной Г., 42 г. Обратился по поводу укорочения правой конечности,

деформации голени и постоянной боли при физической нагрузке. Пять лет назад получил открытый перелом большеберцовой кости. Лечение: первичная хирургическая обработка раны, удаление костных осколков, скелетное вытяжение в течение двух месяцев, гипсовая повязка 3 месяца. Консолидация не достигнута, сформировалось укорочение голени на 6 см. С целью стимуляции остеогенеза производилась костная аллопластика с серкляжными металлическими швами. Консолидация не достигнута. Больного продолжали беспокоить боли в конечности,

невозможность физической нагрузки, ощущение подвижности в месте перелома. В нашем центре лечение проводилось в амбулаторных условиях.

Гипертрофический псевдоартроз, патологическая подвижность в пределах 7-10°, укорочение 6 см, сравнительно молодой возраст пациента послужили показанием к закрытому (бескровному) остеосинтезу аппаратом Илизарова (рисунок 4).

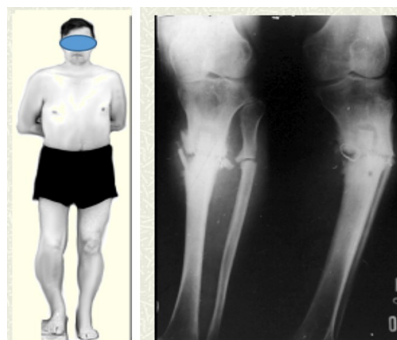


Рисунок 4 – Фото больного Г. и его рентгенограмма до операции

Лечение проведено в два этапа. На первом этапе использована классическая компоновка аппарата: произведен остеосинтез из двух внешних опор. После уравнивания длины конечности пациент взят в операционную, где ему проведены дополнительные спицы у проксимального конца дистального отломка (рисунок 5).

Дистракция 92 дня, последующая фиксация 6 месяцев. В процессе лечения пациент не ощущал никакого дискомфорта, ходил с полной нагрузкой на оперированную конечность. Через 3 месяца фиксации вернулся к исполнению своих трудовых обязательств – водителя грузового автомобиля.

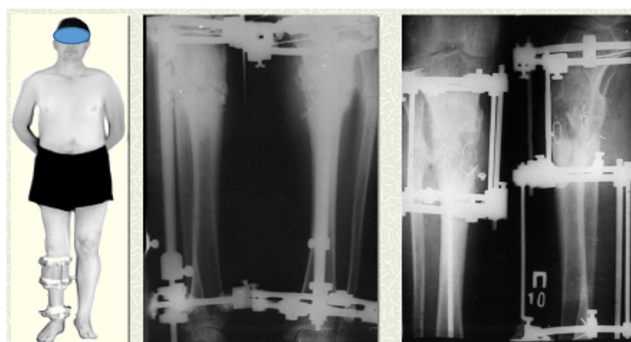


Рисунок 5 – Фото пациента Г. в процессе лечения. Рентгенограммы большеберцовой кости на первом и втором этапах лечения

Результат: бескровно замещен дефект, опороспособность конечности (рисунок 6). восстановлена длина большеберцовой кости и

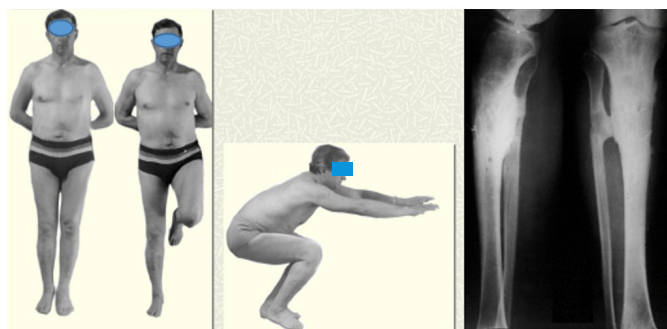


Рисунок 6 – Фото пациента и его рентгенограмма после окончания лечения

Я специально привожу три разных случая для того, чтобы у читателя не сложилось впечатления

о случайном выборе. Закрытый (бескровный) остеосинтез при ложных суставах и дефектах в нашем

центре применялся очень широко. В последние годы он используется в основном при лечении гипертрофических ложных суставов.

**Методика биллокального остеосинтеза для замещения дефектов костей.** Методика выполняется в двух вариантах. Первый вариант носит название биллокальный комбинированный компрессионно-дистракционный остеосинтез (рисунок 7). Методика используется при щелевидном диастазе между концами отломков, выраженной патологической

подвижности в зоне ложного сустава, укорочении 4 см и более. Для замещения дефекта в зоне псевдоартроза осуществляется компрессии, а для восстановления длины сегмента производится кортикотомия более длинного отломка – проксимального или дистального (рисунок 7). Для выполнения данной методики компоновкой аппарата предусматривается 3 внешних опоры с перекрещивающимися спицами в них.

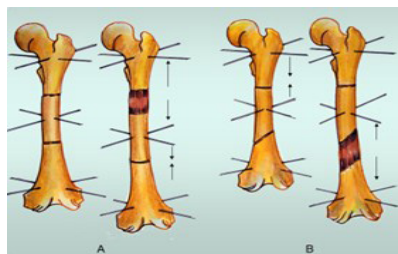


Рисунок 7 – Схема биллокального комбинированного компрессионно-дистракционного остеосинтеза; а) удлинением проксимального отломка; б) удлинением дистального отломка

Для иллюстрации приводим клиническое наблюдение. Пациент П., 9 лет. Диагноз: Врожденный ложный сустав левой большеберцовой кости, укорочение голени 13 см., антекурвационная (900),

деформация дистального отдела конечности (рисунок 8).

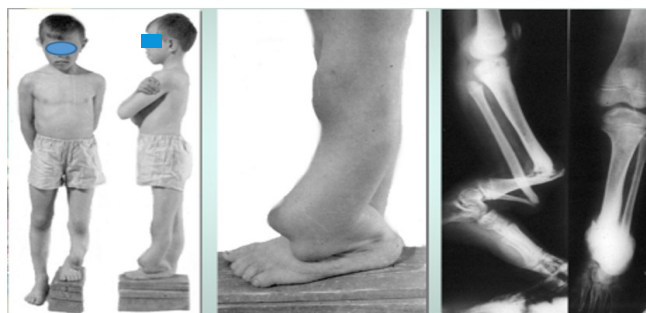


Рисунок 8 – Фото больного П. при поступлении на лечение и его рентгенограмма

Лечение проводилось в амбулаторных условиях в два этапа. На первом этапе проводилась постепенная коррекция имеющейся деформации. Для этого произведен остеосинтез аппаратом Илизарова: две опоры с перекрещивающимися спицами установлены на проксимальном отломке. Это базовая часть аппарата.

Две спицы во фронтальной плоскости проведены через дистальный отломок: одна на 2 см ниже щели ложного сустава. Она фиксирована к дистальной опоре проксимального отломка. При коррекции деформации она будет служить осью вращения. Вторая спица проведена также во фронтальной плоскости на уровне метафиза дистального отломка. Она фиксирована к кольцевой опоре.

Спереди в сагиттальной плоскости установлена опорная балка, что хорошо видно на натурном фото. К дистальному концу опорной балки посредством винтовой тяги прикреплена дистальная опора аппарата. Тягой за дистальную опору постепенно, за 48 дней, исправлена имеющаяся деформация. Эта опора и дистальная опора на проксимальном отломке напрямую соединены стержнями для возможности продольной компрессии в зоне ложного сустава. После

достижения правильной оси большеберцовой кости пациент взят в операционную для реконструкции аппарата и восстановления длины большеберцовой кости.

В операционной – спицы верхней опоры удалены. Проведено две спицы через проксимальный эпифиз, фиксированы к кольцевой опоре. На операционном столе дана одномоментная дистракция 10 мм, получен дистракционный эпифизеолиз. Дистракционное напряжение полностью снято, пациент переведен в послеоперационную палату на 1 сутки, после чего выписан домой. Через 5 дней начата дистракция по  $\frac{1}{4}$  мм 4 раза в день, продолжавшаяся 5 месяцев (145 дней). Длина голени восстановлена. Аппарат переведен в режим фиксации на 90 дней.



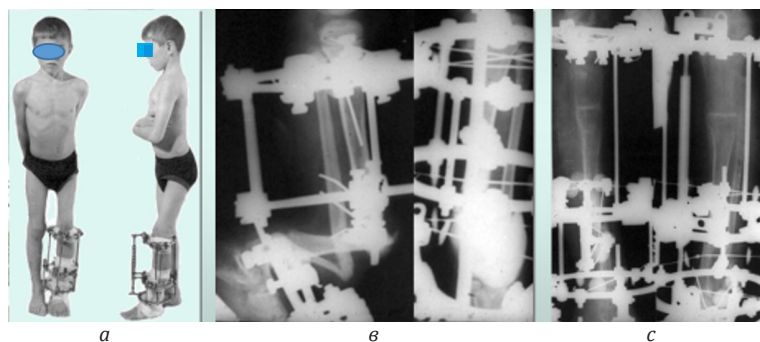


Рисунок 9 – Фото пациента П. на этапе фиксации (а). Рентгенограмма (в) после остеосинтеза аппаратом Илизарова; с) рентгенограмма после окончания удлинения и перевода аппарата в режим фиксации

Результат – восстановлены правильная ось и место выраженная деформация продольной оси длина большеберцовой кости, устранена имевшая (рисунок 10).

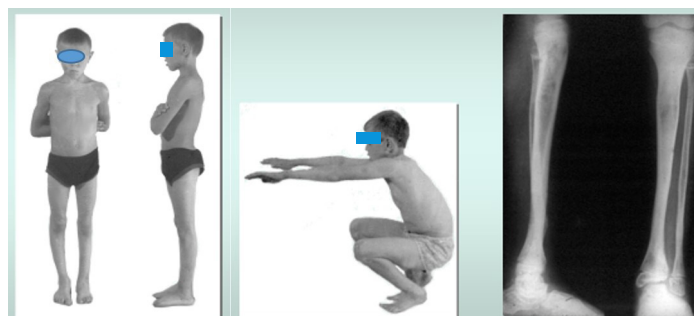


Рисунок 10 – Фото пациента П. и его рентгенограмма после окончания лечения

При выраженном межотломковом диастазе для возмещения дефекта кости показана **методика билочального последовательного дистракционно-компрессионного остеосинтеза** (рисунок 11), которой предусматривается кортикотомия более

длинного (проксимального или дистального) отломка. Для перемещения получаемого после кортикотомии промежуточного фрагмента используются две дистракционно-направляющие спицы, фиксируемые одним концом к винтовым тягам.

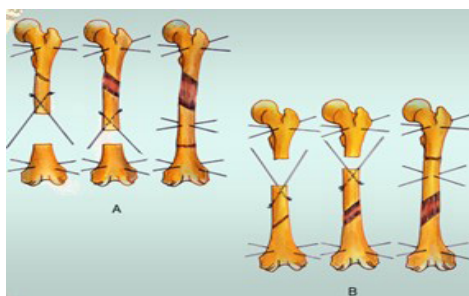


Рисунок 11 – Схема билочального дистракционно-компрессионного остеосинтеза с удлинением проксимального (а) или дистального отломка (в)

Навинчивание гаек винтовых тяг вызывает натяжение дистракционно-направляющих спиц, что

ведет к дискретному смещению промежуточного фрагмента. Для примера клиническое наблюдение.

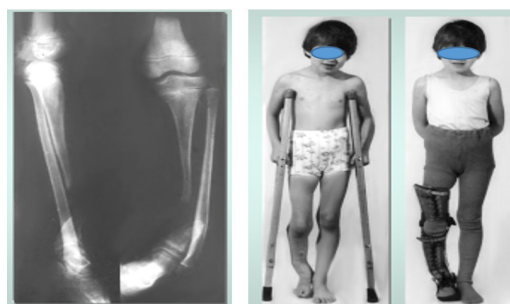


Рисунок 12 – Рентгенограмма и натурное фото пациентки Ц, 9 лет до операции

Пациентка Ц., 9 лет. Диагноз: Дефект правой большеберцовой кости 3 см с укорочением голени на 5 см, варусная деформация 150°, суммарная протяженность дефекта 8 см.

Для возмещения дефекта произведена кортикотомия проксимального метафиза большеберцовой кости.

Остеосинтез аппаратом Илизарова из двух внешних кольцевых опор с перекрещивающимися

спицами. Для дискретного перемещения полученного промежуточного фрагмента использовались две дистракционно-направляющие спицы с упорными площадками. После достижения межотломкового контакта производилось общее удлинение большеберцовой кости по стержням, соединяющим кольцевые опоры.

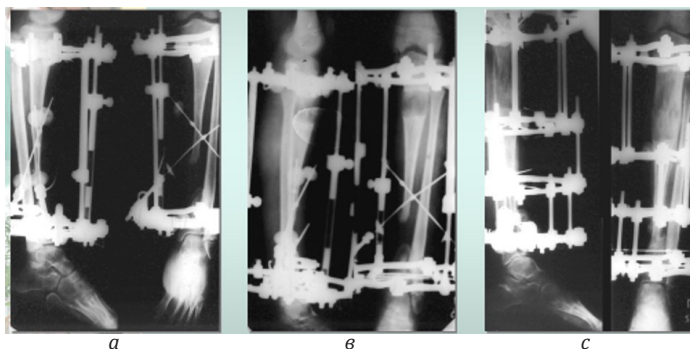


Рисунок 13 – Рентгенограммы пациентки Ц.: а) после кортикотомии и проведения дистракционно-направляющих спиц; в) на этапе перемещения промежуточного фрагмента; с) после проведения дополнительных спиц

После возмещения дефекта и восстановления длины голени с целью усиления фиксации костных отломков больная взята в операционную. Через перемещенный фрагмент, отступив на 5 см. от его проксимального и дистального концов, проведено по две перекрещивающиеся спицы. Спицы фиксированы к дополнительным кольцевым опорам. После чего все опоры соединены между собой продольными стержнями. Спицы с упорными площадками

удалены. Аппарат переведен в режим фиксации, продолжавшийся 70 дней (рисунок 13).

После перевода аппарата в режим фиксации больная пользовалась конечностью без ограничений, ходила с полной нагрузкой на оперированную конечность, без дополнительных средств опоры (рисунок 14).

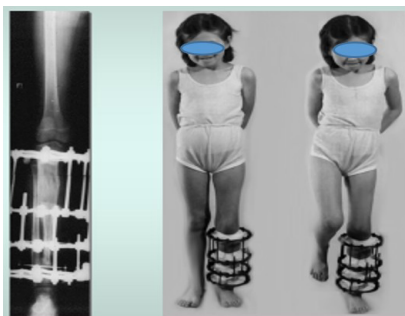


Рисунок 14 – Рентгенограмма и натурное фото пациентки Ц. после перевода аппарата в режим фиксации. На фото показана возможность полной функциональной нагрузки на оперированную конечность

Результат лечения: возмещен дефект и достигнута коррекция продольной оси голени, восстановлена длина большеберцовой кости, сохранены движения в смежных суставах (рисунок 15).

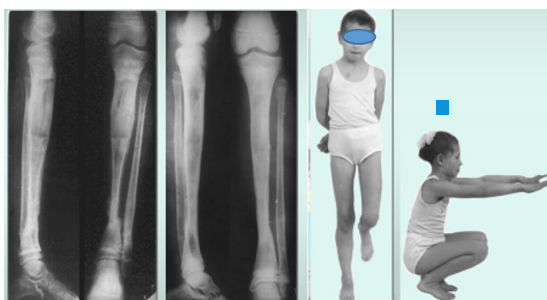


Рисунок 15 – Рентгенограммы больной Ц. после снятия аппарата и спустя 1 год. Натурные фото больной к указанному сроку, функция суставов нижней конечности

В 1977 г. Илизаров Г.А. предложил новую технологию удлинения сегментов конечностей – **удлинение на двух и более уровнях**. Это было сделано в ответ на требование пациентов о необходимости сокращения сроков лечения. Эта методика нашла свое применение и при замещении значительных (более 15 см) и субтотальных дефектов. Методика получила название полилокальный комбинированный компрессионно-дистракционный остеосинтез. По этой методике для восстановления целостности и длины сегмента производится компактомия обоих отломков с одновременной компрессией на стыке отломков. Если же имеется диастаз – дефект, то компрессия на

стыке отломков осуществляется после замещения дефекта и достижения межотломкового контакта. Для иллюстрации приводим клиническое наблюдение.

*Пациент П., 36 лет.* Диагноз: Посттравматический дефект левого бедра 11 см. 6 лет назад в автоаварии получил открытый перелом, осложнившийся остеомиелитом. Дважды производились секвестрнекрэктомии, консолидация не достигнута. Развился псевдоартроз диафиза бедренной кости с укорочением бедра 11 см (рисунок 16).

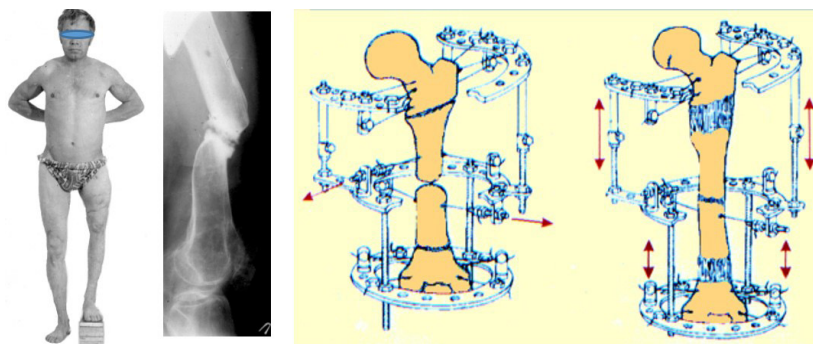


Рисунок 16 – Фото больного, рентгенограмма бедра до операции. Схема полилокального компрессионно-дистракционного остеосинтеза

На представленном фото больного отчетливо видно имеющееся укорочение конечности. Справа схема остеосинтеза для замещения дефекта удлинением

обоих отломков с одновременной компрессией на стыке отломков (рисунок 17).



Рисунок 17 – Рентгенограммы пациента после операции и на этапе удлинения отломков с одновременной компрессией на стыке. Фото больного на этапе лечения

Дистракция начата на 6 день после операции. Темп дистракции по 0,25 мм 3 раза в день. Из-за выраженных болевых ощущений, связанных с обширными рубцовыми изменениями кожных покровов производились две остановки дистракции,

продолжительностью по 6 дней. После стихания болевых ощущений, восстановления сна и аппетита дистракция продолжалась до восстановления длины бедра. Продолжительность дистракции 180 дней, последующая фиксация 140 дней.

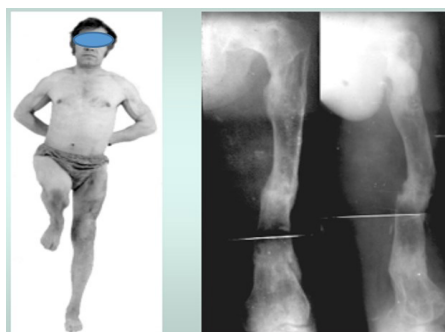


Рисунок 18 – Фото больного и его рентгенограммы через 6 месяцев после окончания лечения



Результат: замещен дефект бедренной кости, достигнута консолидация без вмешательства в зоне псевдоартроза, восстановлена длина и опороспособность конечности (рисунок 18).

**Методика трифокального остеосинтеза.** Нередко при больших дефектах с отягчающими обстоятельствами можно использовать трифокальную методику остеосинтеза. К таким отягчающим обстоятельствам относятся выраженность рубцовых изменений мягких тканей, что затрудняет перемещение промежуточного фрагмента. К подобным приемам следует прибегать при больших постоперационных дефектах, произведенных по поводу опухолевого процесса кости. В такой ситуации замещение большого дефекта перемещением одного промежуточного фрагмента может вызвать истощение регенераторного процесса в зоне диастаза. Для избежания подобного осложнения производятся дополнительные остеотомии перемещаемого фрагмента, что стимулирует регенераторный процесс. Для иллюстрации приводим клиническое наблюдение.

*Пациентка 3, 29 лет.* Диагноз: гигантоклеточная опухоль дистального метаэпифиза левой большеберцовой кости. Больна около 2,5 лет. При клинико-рентгенологическом обследовании и биопсии установлен диагноз гигантоклеточная опухоль. При осмотре определяется опухолевое образование, эластической консистенции, болезненное при пальпации размерами 8,5 x 8,5 см. Движения в голеностопном суставе отсутствуют. На рентгенограмме (рисунок 19) в дистальном метаэпифизе левой большеберцовой кости очаг литической деструкции размерами 8,5 x 8,0 см.

Учитывая морфологическое строение опухоли, её размеры и локализацию, принято решение выполнить сегментарную резекцию дистального метаэпифиза большеберцовой кости. Полученный пострезекционный дефект размером 16 см, решено заместить удлинением проксимального отломка. Для этого удлинение произвести за счет трех остеотомий с созданием тибиготаранного артродеза (рисунок 20).

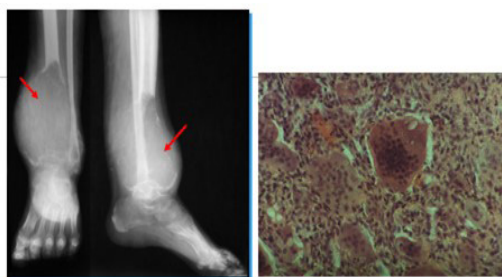


Рисунок 19 – Рентгенограмма и морфотопограмма пациентки 3. до операции

На рисунке 20 а, произведена кортикотомия в верхней трети большеберцовой кости. После удлинения проксимального отломка на 6 см произведена вторая кортикотомия (рисунок 20 в).

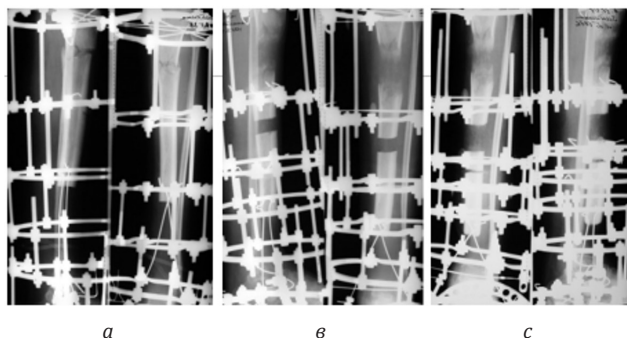


Рисунок 20 - Рентгенограммы пациентки 3, 29 лет в процессе лечения

После удлинения ещё на 5 см (рисунок 20 с) выполнена третья остеотомия. Общий срок дистракции до достижения контакта с таранной костью 5 месяцев. Последующая компрессия в зоне контакта и фиксация конечности продолжались 7 месяцев.

Результат: пострезекционный дефект замещен новообразованными регенератами на трех уровнях (рисунок 21).

Длина большеберцовой кости восстановлена, опороспособность конечности сохранена. Через год после операции ходит с тростью.

На рентгенограммах состоявшийся артродез голеностопного сустава, признаки, указывающие на рецидив опухоли, отсутствуют.

**Методика тибиализации малоберцовой кости.** Операция J. Taylor в нашем центре была адаптирована для использования в сочетании с чрескостным остеосинтезом по Илизарову. Методика получила это название так как впервые была выполнена при субтотальном дефекте большеберцовой кости. В последующие годы имплантаты малоберцовой кости использовались при больших дефектах разных костей.



Рисунок 21 – Фото пациентки 3, в процессе лечения и её рентгенограммы после снятия аппарата

Эта методика может быть использована после травм, при наличии переломов малоберцовой кости, сочетающихся с дефектом большеберцовой. Вариантов использования малоберцовой кости в качестве имплантатов очень много. Но я приведу клинические примеры четко показывающие разработанные методики.

Наше клиническое наблюдение касается пациентки Б, 4 лет. Она поступила с последствиями перенесенного гематогенного остеомиелита. В результате развился дефект лучевой кости 12 см., лучевая косорукость, вывих в дистальном лучелоктевом сочленении (рисунок 22).

Пациентка – ребенок из сельской местности. Замещение дефекта с использованием методики удлинения одного из отломков занимает много времени, что не устраивало родителей. Но так как у детей регенерация протекает очень активно, поэтому решено было для замещения дефекта использовать имплантат малоберцовой кости. Как правило, у детей малоберцовая кость хорошо вживается в реципиентное ложе.



Рисунок 22 – Рентгенограмма и фото пациентки Б, 4 лет до лечения. На рентгенограмме хорошо видно смещение дистального отломка кверху

У детей надкостница рыхло связана с костью, поэтому легко отделяется от неё. У нас разработана следующая методика забора малоберцовой кости. Вначале готовится реципиентное ложе. Это необходимо делать первым этапом операции, так как нередко в зоне дефекта имеются грубые мягкотканые изменения. Из-за этого подготовка реципиентного ложа занимает много времени. Инструментом необходимо растянуть мягкие ткани, чтобы не было давления на пересаженную малоберцовую кость. Подработать концы отломков, если они не конгруэнтны, на их торцах произвести углубления для малоберцовой кости.

Вторым этапом производится забор имплантата малоберцовой кости. Разрез кожи должен быть равен длине предполагаемого имплантата. Рассекаем надкостницу на необходимую длину, распатором отслаиваем её от кости и производим забор имплантата. Его необходимо быстро перенести в подготовленное ложе, чтобы не успели развиваться бионекротические процессы. Имплантат погружается в рану, хорошо укрепляется, чтобы не произошло смещения. Рана ушивается.

У нашей больной лечение проводилось в два этапа. На первом этапе произведен остеосинтез аппаратом Илизарова для постепенного низведения дистального отломка лучевой кости и восстановления лучелоктевого сочленения. На уровне проксимального метафиза спицы проведены через обе кости, дистальная пара спиц проведена только через отломок лучевой. Одна спица проведена через пястные кости, для профилактики возможного смещения кисти проксимально во время её вправления. На предплечье спицы фиксированы в двух наружных кольцевых опорах, на кисти к полукольцу.

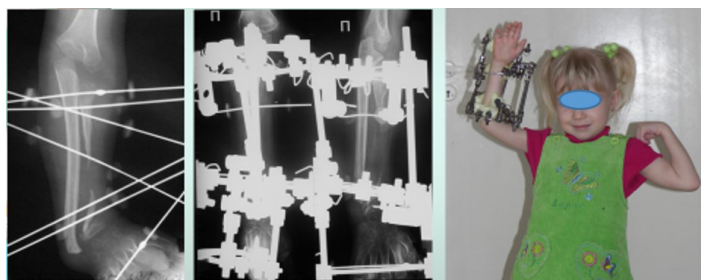


Рисунок 23 – Рентгенограммы пациентки Б., 4 года. На операционном столе после проведения спиц и после вправления вывиха в дистальном лучелоктевом сочленении. Фото больной к этому времени

Полукольцо на кисти стержнями соединено с дистальной кольцевой опорой на предплечье (рисунок 23). Дистракция продолжалась 30 дней, после чего больная взята в операционную. Произведен забор имплантата малоберцовой кости и установлен в подготовленное ложе дефекта лучевой кости. Заостренные концы отломков не иссекали, а ввели в костномозговой канал имплантата, после чего дана первичная компрессия для усиления межотломкового контакта. Рана ушита.

Для профилактики смещения наружной лодыжки вверх в дистальном межберцовом синдесмозе, на голень также наложен аппарат Илизарова. В дистальном кольце одна спица проведена через обе кости, что предотвращает смещение наружной лодыжки кверху. Фиксация аппаратами два месяца. На рисунке 24 хорошо видно, что целостность малоберцовой кости полностью восстановлена за счет сохраненной надкостницы.

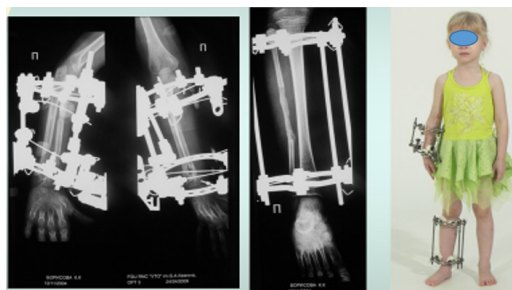


Рисунок 24 – Рентгенограммы и фото больной на втором этапе лечения

Результат: Дефект лучевой кости замещен имплантатом малоберцовой. Восстановлено дистальное лучелоктевое сочленение, ликвидирована лучевая косорукость (рисунок 25). Общая

продолжительность лечения 3 месяца. Если учесть, что исходный размер дефекта составлял 12 см, то время, затраченное на лечение, можно считать оптимальным.



Рисунок 25 - Рентгенограммы предплечья и голени через один год после окончания лечения

Ещё одно клиническое наблюдение использования малоберцовой кости в качестве имплантата.

Пациент Ш., 14 лет. Диагноз: Саркома Юинга диафиза левой плечевой кости. Диагноз установлен на основе компьютерных томограмм и гистологического исследования биоптата (рисунок 26).

После проведенной химиотерапии произведена субтотальная резекция диафиза плечевой кости на протяжении 17 см (рисунок 27). При этом особое

внимание было уделено сохранению суставных концов и ростковых пластинок. Так как имплантат большой длины для улучшения фиксации аппарат скомпонован из трех наружных опор с перекрещивающимися спицами. Две спицы проведены на уровне средней трети имплантата.

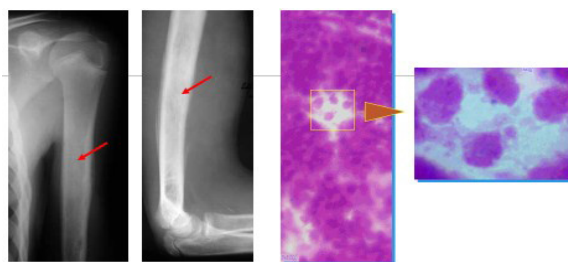


Рисунок 26 – Рентгенограмма и гистологические препараты биоптата пациента Ш. Стрелками показаны границы опухоли

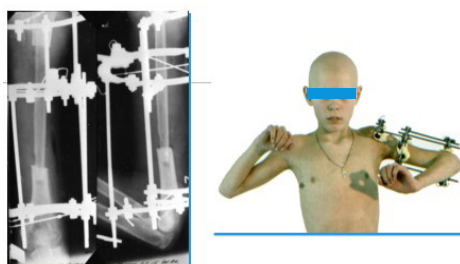


Рисунок 27 – Рентгенограмма пациента Ш., после операции и его фото в процессе лечения

Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациент занимался лечебной физкультурой для сохранения движений в смежных суставах. Продолжительность фиксации 4 месяца.

Через 3 года после окончания лечения на контрольных рентгенограммах отмечается

анатомическое восстановление диафиза плечевой кости, данных за рецидив опухоли не отмечается. Движения во всех суставах верхней конечности в полном объеме (рисунок 28).



Рисунок 28 – Рентгенограмма и фото пациента Ш. через три года после окончания лечения

В 50-х – 70-х годах прошлого столетия очень распространены были операции по замещению дефектов с использованием аллотрансплантатов. В последние годы информация об этом практически отсутствует. Но я хочу привести одно клиническое наблюдение с использованием аллотрансплантата.

*Больной Л., 29 лет.* Диагноз посттравматический дефект правой большеберцовой кости на протяжении 8 см. Два года назад получил открытый перелом большеберцовой кости (шахтная травма). После первичной хирургической обработки раны, удаления мелких осколков, образовался дефект кости, который через 6 месяцев заместил полнослойным аллотрансплантатом (рисунок 29 а).

При поступлении на лечение в нашу клинику в 1970 году жаловался на боли в ноге, невозможность нагружать конечность из-за чувства амортизации в области дефекта. При осмотре варусная деформация голени, тугая патологическая подвижность на

уровне трансплантата, наличие свища с серозным отделяемым.

На операции (хирург В.И. Шевцов) трансплантат покрыт соединительно-тканым чехлом, по вскрытии которого в рану излилось незначительное количество серозной жидкости. Трансплантат легко извлечен из раны, консолидация с отломками материнской кости отсутствует. При продольном рассечении извлеченного фрагмента костный мозг серо-зеленого цвета, абсолютно аваскулярен. Из кортикальных пластинок также не выделено ни одной капли крови, что свидетельствует о том, что это часть мертвой кости. Замещение образовавшегося дефекта произведено по разработанной методике – удлинение за счет дистального отломка.

Результат: дефект замещен, восстановлена опорно-динамическая функция конечности (рисунок 30).



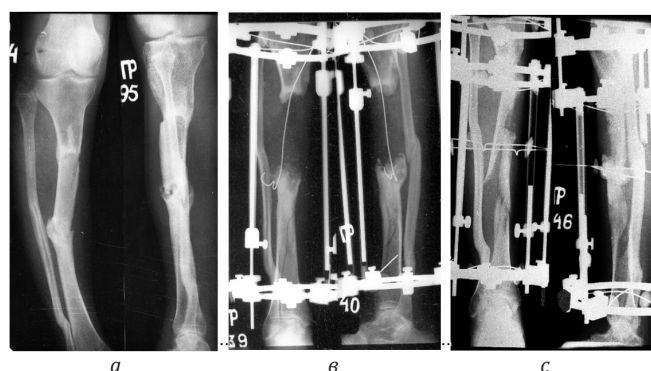


Рисунок 29 – Рентгенограммы пациента Л., 29 лет: а) при поступлении; в) после удаления аллотрансплантата, продольной остеотомии дистального отломка для замещения дефекта; с) на этапе перемещения промежуточного фрагмента

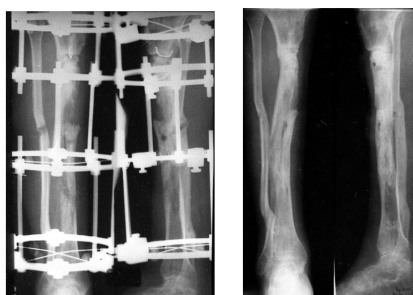


Рисунок 30 – Рентгенограммы пациента Л., перед снятием аппарата и через один год после окончания лечения

## Результаты и обсуждение

Мы описали основные способы замещения дефектов длинных костей по Илизарову путем удлинения одного или обоих отломков. Наше сообщение основано на опыте лечения 969 пациентов с дефектами всех длинных трубчатых костей и при

лечении 32 пациентов с опухолевыми поражениями длинных костей. Возраст больных колебался от 4 до 64 лет, величина дефектов - от 3 до 24 см. Распределение больных по методикам остеосинтеза представлено в таблице.

Таблица 1 - Распределение больных по методикам остеосинтеза

№	Наименование методики	Число случаев
1	Закрытый дистракционный остеосинтез	92
2	Методика чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза	401
3	Методика чрескостного дистракционно-компрессионного остеосинтеза	360
4	Тибялизация малоберцовой кости	84
5	Чрескостный остеосинтез при опухолевых поражениях костей	32

Следует отметить, что в таблице 1 приведены сводные данные по методикам, но в каждой из них имеются свои варианты. Например, могут быть разные способы нарушения целостности отломков для удлинения – дистракционный эпифизеолиз, остеотомия одного или обоих отломков, двойная остеотомия одного отломка и др. Тибялизация малоберцовой кости так же имеет свои варианты. Малоберцовую кость можно вводить в полость дефекта между концами отломков по принципу «конец в конец», а можно достичь консолидацию малоберцовой кости по принципу «бок в бок» [9]. Замещение дефектов при опухолевых поражениях костей включает разные методики.

Высокоэнергетическая травма, врожденные пороки развития скелета, ревизионная хирургия после эндопротезирования, резекция опухолей и остеомиелит являются основными причинами дефектов длинных костей. Крупные сегментарные

дефекты длинных трубчатых костей представляют собой сложную патологию. Разработка Г.А. Илизаровым новой технологии возмещения дефектов получила полное признание в мировой травматолого-ортопедической среде.

Эта технология была быстро освоена и в настоящее время используется в повседневной практике в разных странах [18-29]. Однако несмотря на высокую результативность чрескостного остеосинтеза по Илизарову, технология имеет свои недостатки, из-за чего этой технологией не всегда можно воспользоваться (короткие отломки, необходимость длительного лечения, ограниченность времени нахождения в стационаре, отдаленное проживание больных от медицинских центров и т.п.). Основным недостатком – длительность лечения. И этот недостаток вынуждает специалистов применять разные усовершенствования технологии. Так, многие авторы используют комбинированные способы замещения костных

дефектов [30-34]. Нашла своих сторонников методика трилокального (полилокального) удлинения отломков [35-38]. Некоторые авторы для сокращения сроков лечения и повышения его эффективности используют пластику малоберцовой кости на сосудистой ножке - васкуляризованная костная пластика (Ладутько, Торос, 5 из списка). Но, как известно, при сложных операциях увеличивается число осложнений. Авторы отмечают переломы имплантата и тромбоз сосудов питающей ножки.

В настоящее время можно выделить несколько направлений по замещению дефектов длинных костей: разработку и использование искусственных материалов для замещения дефектов: титановой сетки [39], массивных трансплантатов из губчатого титана [40], губчатых наноглеродных имплантатов [41,42], керамики [43], гидроксилатапата, применение ткане-инженерных и клеточных технологий с использованием мезенхимальных стволовых клеток и белковых фракций [12-15] и др.

Попков А.В. и соавт. [30] сообщают, что для замещения костных полостей используются биоактивные материалы в виде гранул, геля или керамики. Однако применение их для замещения больших дефектов кости оказалось практически невозможным. Невысокие механические характеристики подобных материалов не позволяют создавать крупные нагружаемые керамические имплантаты. Через 596 дней после пластики дефекта керамическим имплантатом, в эксперименте на животных авторы рентгенологически не выявили явных признаков индукции репаративной регенерации, а к 5-му месяцу фиксации началось разрушение имплантата.

Гончарева Л.Д. и соавт. [34] на основании биоинженерных исследований установили, что кость имеет внутреннее напряжение. Являясь композиционной структурой, костная ткань при нагружении демонстрирует пьезоэлектрический эффект. Под влиянием внутреннего напряжения

## Выводы

Таким образом, все применяемые технологии по замещению дефектов длинных костей можно разделить на две группы: механические и биологические. Механические имплантаты заполняют полость дефекта, но не воспринимают внутреннее напряжение, не встраиваются в кроветранспортную систему. Поэтому они выполняют лишь временную роль биопротеза. При биологически обоснованных

все костные структуры имеют определенную направленность в зависимости от вектора внешнего воздействия. Таким же образом формируется кроветранспортная система. Вводимые же в дефект кости искусственные материалы, не имеют и не воспринимают внутреннее напряжение. Поэтому в большом числе случаев их применение не эффективно.

В последнее время широко используется пластика дефектов пересадкой малоберцовой кости [10,11]. Почему эта кость привлекает постоянное внимание? Это происходит потому, что она обладает необходимыми качествами живой кости. Малоберцовая кость легко вживается в реципиентное ложе, она воспринимает направление вектора внутреннего напряжения. Её кроветранспортная система быстро включается в основное кровеносное русло. Следовательно, технологию можно отнести к биологически обоснованной. К биологически обоснованным технологиям относятся и методики чрескостного остеосинтеза по Илизарову.

Что касается использования алло-имплантатов для замещения дефектов, то следует признать их несоответствующими требованиям. По мнению З.П. Лубегиной и др. авторов [35,36], пересаженные в дефект трансплантаты остаются мертвыми спустя 6 и более лет. При использовании аллотрансплантатов скелетогенная ткань прорастает в концы трансплантата на глубину 5–7 мм, а сосуды проникают в корковый слой всего лишь на 1–1,5 мм. Полной органотипической перестройки трансплантата не происходит. Это мною также было отмечено при операции пациента с аллогraftом.

Мезенхимальные стволовые клетки (МСК), белковые компоненты могут использоваться только как стимуляторы регенераторных процессов в совокупности с другими способами замещения дефектов. МСК и белковые компоненты не имеют каркаса для заполнения дефекта, не воспринимают внутреннее напряжение, поэтому не способны выполнять функциональные нагрузки на кость

технологиях новообразованные ткани формируются по влиянию вектора напряжения, воспринимают внутреннее напряжение кости, в них формируется кроветранспортная система, в результате развиваются биологические процессы, поддерживающие их жизнеспособность.

**Конфликта интересов** не имеется.

## Литература

- Илизаров Г.А. Способ замещения дефекта длинной трубчатой кости / Авторское свидетельство. SU 313533 A1. Международная патентная классификация. A61B 17/56. – 1971. [[Google Scholar](#)].
- Ilizarov G.A. Sposob zameshcheniia defekta dlinnoi trubchatoi kosti (Ilizarov G.A. Method for replacing a defect in a long tubular bone) [in Russian]. Avtorskoe svidetel'stvo. SU 313533 A1. Mezhdunarodnaia patentnaia klassifikatsiia. A61B 17/56. 1971. [[Google Scholar](#)].
- Ilizarov G.A. Theoretical and Clinical Aspects of the regeneration and Growth of Tissue. Transosseous Osteosynthesis. 1992; 475-494. [[Crossref](#)].
- Шевцов В.И., Макушин В.Д., Куфтырев Л.М. Дефекты костей нижней конечности. – Курган. – 1996. – С. 502. Shevtsov V.I., Makushin V.D., Kuftyrev L.M. Defekty kostei nizhnei konechnosti (Bone defects of the lower limb) [in Russian]. Kurgan. 1996; 502.
- Шевцов В.И. Реконструкция конечностей при дефектах костей после травм и инфекции. В кн.: В.И. Шевцов. Чрескостный остеосинтез по Илизарову: теория и практика. Т.2. Клинические аспекты, Palmarium Academic Publishing. – 2017. – С. 209-322.
- Shevtsov V.I. Rekonstruktsiia konechnostei pri defektakh kostei posle travm i infektsii (Shevtsov V.I. Reconstruction of limbs for bone defects after trauma and infection) [in Russian]. V kn.: V.I. Shevtsov. Chreskostnyi osteosintez po Ilizarovu: teoriia

*i praktika*. T.2. Klinicheskie aspekty, Palmarium Academic Publishing. 2017; 209-322.

5. Подгайский В.Н., Ладутько Д.Ю., Мечковский С.Ю., Батюков Д.В. и др. Аутотрансплантация васкуляризованных костных лоскутов как метод лечения дефектов костей различной этиологии // Хирургия. Восточная Европа. – 2012. – №2(2). – С. 102-113. [[Google Scholar](#)].

Podgaiskii V.N., Ladut'ko D.Iu., Mechkovskii S.Iu., Batiukov D.V. i dr. Autotransplantatsiia vaskuliarizirovannykh kostnykh loskutov kak metod lecheniia defektov kostei razlichnoi etiologii (Autotransplantation of vascularized bone flaps as a method of treating bone defects of various etiologies) [in Russian]. *Khirurgiia. Vostochnaia Evropa*. 2012; 2(2): 102-113. [[Google Scholar](#)].

6. Wang F, Liu Y, Qiu X, Fei H. et al. Effect of Anti-Infective Reconstituted Bone Xenograft Combined with External Fixator on Serum CRP and PCT Levels and Prognosis of Patients with Bone Infection after Lower Extremity Long Bone Trauma. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2021; 2021: 5979514. [[Crossref](#)].

7. Барабаш А.П., Чиркова А.М., Ларионов А.А. и др. Васкуляризация свободного и несвободного аутотрансплантатов при замещении дефектов трубчатой кости по методикам Илизарова. Эксперим. – Курган. – 1983. – С. 27-29.

Barabash A.P., Chirkova A.M., Larionov A.A. i dr. Vaskuliarizatsiia svobodnogo i nesvobodnogo autotransplantatov pri zameshchenii defektov trubchatoi kosti po metodikam Ilizarova (Vascularization of free and non-free autografts in the replacement of tubular bone defects according to Ilizarov's methods) [in Russian]. *Eksperim. Kurgan*. 1983; 27-29.

8. Borzunov D.Yu., Kolchin S.N., Malkova T.A. Role of the Ilizarov non-free bone plasty in the management of long bone defects and nonunion: Problems solved and unsolved. *World J Orthop*. 2020; 11(6): 304-318. [[Crossref](#)].

9. Илизаров Г.А., Макушин В.Д. Способ создания обходного межберцового синостоза / Авторское свидетельство. SU 1171019 А1. Международная патентная классификация. А61В 17/56. – 1985. [[Google Scholar](#)].

Ilizarov G.A., Makushin V.D. Sposob sozdaniia obkhodnogo mezhbertsovnogo sinostoza (How to create a bypass tibiofibular synostosis) [in Russian]. *Avtorskoe svidetel'stvo. SU 1171019 A1. Mezhdunarodnaia patentnaia klassifikatsiia. A61B 17/56*. 1985. [[Google Scholar](#)].

10. Goren D., Sapir O., Stern A., Nyska M. Ipsilateral fibular transfer for a large tibial defect caused by a gunshot injury: case report. *Mil Med*. 2005; 170(5): 418-421. [[Crossref](#)].

11. Toros T, Ozaksar K. Reconstruction of traumatic tubular bone defects using vascularized fibular graft. *Injury*. 2021; 52(10): 2926-2934. [[Crossref](#)].

12. Просвирнин А.А., Склянчук Е.Д., Гурьев В.В. и др. Наноструктурированный пористый коллаген – гидроксипатитный материал для замещения костных дефектов // Риски в современной травматологии и ортопедии. Материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. – Омск. – 2013. – С. 92-93.

Prosvirnin A.A., Sklianchuk E.D., Gur'ev V.V. i dr. Nanostrukturirovannyi poristy kollagen – gidroksiapatitnyi material dlia zameshcheniia kostnykh defektov (Nanostructured porous collagen - hydroxyapatite material for the replacement of bone defects) [in Russian]. *Riski v sovremennoi travmatologii i ortopedii. Materialy mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Omsk*. 2013; 92-93.

13. Berchenko G.N., Kesyan G.A., Urazgildeev R.Z. Experimental morphological substantiation of application of the material collapan-S (containing silver nanoparticles) for replacement of bone defects. *Tissue Engineering & Regenerative Medicine International Society, European Chapter Meeting. 2014, Genova. Italy. Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2014; 8(Suppl.1): 430-431.

14. Kold S., Lind M., Christensen K.S. Bone autograft versus recombinant human BMP-2 at bone docking site in tibial bone transport. *A randomized clinical trial. JLLR*. 2017; 3(Suppl.1): S8.

15. Лузин В.И., Зинченко Е.В. Изменение гистологического строения середины диафиза плечевых костей крыс, под влиянием внутривенного введения мезенхимальных стволовых клеток при нанесении дефекта большеберцовых костей // Проблемы экологической и медицинской генетики и клинической иммунологии. – Луганск. – 2020. – №1(157). – С. 73-81. [[Google Scholar](#)].

Luzin V.I., Zinchenko E.V. Izmenenie gistologicheskogo stroeniia serediny diafiza plechevykh kostei krys, pod vlianiem vnutrivennogo vvedeniia mezenkhimal'nykh stvolovykh kletok pri nanesenii defekta bol'shebertsovykh kostei (Changes in the histological structure of the middle diaphysis of the humerus bones of rats, under the influence of intravenous administration of mesenchymal stem cells when inflicting a defect in the tibia) [in Russian]. *Problemy ekologicheskoi i meditsinskoi genetiki i klinicheskoi immunologii. Lugansk*. 2020; 1(157): 73-81. [[Google Scholar](#)].

16. Бодаченко К.А., Оприщенко А.А., Труфанов И.М., Вакуленко А.В. Роль VAC-дренирования в лечении обширных некротических мягкотканых дефектов у больных с высокоэнергетическими огнестрельными переломами длинных трубчатых костей конечностей // Травматология, ортопедия и военная медицина. – 2016. – №1. – С. 26-29.

Bodachenko K.A., Oprishchenko A.A., Trufanov I.M., Vakulenko A.V. Rol' VAS-drenirovaniia v lechenii obshirnykh nekroticheskikh miagkotkanykh defektov u bol'nykh s vysokoenergeticheskimi ognestrel'nymi perelomami dlinnykh trubchatykh kostei konechnostei (The role of VAC drainage in the treatment of extensive necrotic soft tissue defects in patients with high-energy gunshot fractures of the long tubular bones of the extremities) [in Russian]. *Travmatologiya, ortopediya i voennaia meditsina*. 2016; 1: 26-29.

17. Бордаков В.Н., Бордаков П.В. Современный подход в лечении дефектов длинных трубчатых костей // Медицинский вестник МВД. – 2018. – №3(94). – С. 19-22. [[Google Scholar](#)].

Bordakov V.N., Bordakov P.V. Sovremennyi podkhod v lechenii defektov dlinnykh trubchatykh kostei (Modern approach in the treatment of defects of long tubular bones) [in Russian]. *Meditsinskii vestnik MVD*. 2018; 3(94): 19-22. [[Google Scholar](#)].

18. Mofakhkharul B. Ilizarov Technique for Ankle and Foot Reconstructive Surgery. 1st Edition. 2017; 147-152.

19. Gruber P. Treatment of bone defects. *Banja Luca: GLAS SRPSKI*. 2000; 168.

20. Ablel-Aal A.V. Ilizarov bone transport for massive tibial bone defects. *Orthopedics*. 2006; 29(1): 70-74. [[Crossref](#)].

21. Ferreira N., Saini A.K., Birkholtz F.F., Laubscher M. Management of segmental bone defects of the upper limb: a scoring review with data synthesis to inform decision making. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2021; 31: 911-922. [[Crossref](#)].



22. Rahal S.C., Volpi R.S., Vulcano L.C., Ciani R.B. et al. Large segmental radius and ulna defect treated by bone transportation with the Ilizarov technique. *Aust Vet J.* 2003; 81(11): 677-80. [[Crossref](#)].
23. Song H.R., Kale R.S., Park H.B., Koo K.H. et al. Comparison of internal bone transport and vascularized fibular grafting for femoral bone defects. *J Orthop Trauma.* 2003; 17(3): 203-11. [[Crossref](#)].
24. Lerner A., Fodor L., Soudry M., Peled I.L. et al. Acute shortening: modular treatment modality for severe combined bone and soft tissue loss of the extremities. *J Trauma.* 2004; 57(3): 603-8. [[Crossref](#)].
25. Catagni M.A., Camagni M., Combi A., Ottaviani G. Medial fibula transport with the Ilizarov frame to treat massive tibial bone loss. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 448: 208-216. [[Crossref](#)].
26. D'Hooghe P., Defoort K., Lammens J., Stuyck J. Management of a large post-traumatic skin and bone defect using an Ilizarov frame. *Acta Orthop Belg.* 2006; 72(2): 214-8. [[Google Scholar](#)].
27. El-Sayed M., El-Hadidi M., El-Adl W. Free non-vascularised fibular graft for treatment of post traumatic bone defects. *Acta Orthop Belg.* 2007; 73(1): 70-6. [[Google Scholar](#)].
28. Morasievicz L., Orzechowski W., Kulej M., Stepniewski M. The results of treatment of bone defects and non-union within the femoral shaft with shortening of femur using Ilizarov method. *Orthop Traumatol Rehabil.* 2007; 9(4): 366-76. [[Google Scholar](#)].
29. Zamora-Muñoz P.M., Orellana-Reta C. Treatment of the tibial bone defects by traumatic sequels with the Ilizarov method in children. *Acta Orthop Mex.* 2007; 21(6): 318-22. [[Google Scholar](#)].
30. Попков А.В., Попков Д.А. Биоактивные имплантаты в травматологии и ортопедии. – Иркутск. НЦРВХ СО РАМН. - 2012. - С. 438.
- Popkov A.V., Popkov D.A. Bioaktivnye implantaty v travmatologii i ortopedii (Bioactive implants in traumatology and orthopedics) [in Russian]. – Irkutsk. NCRVH SO RAMN. 2012; 438 p.
31. Попков А.В., Попков Д.А. Интрамедуллярное армирование при замедленной консолидации, ложных суставах и дефектах длинных трубчатых костей. Интрамедуллярные имплантаты при лечении переломов длинных трубчатых костей: научно- клиническое // Palmarium Academic Publishing. – 2016. – С. 172-201.
- Popkov A.V., Popkov D.A. Intramedullary reinforcement for delayed consolidation, false joints and defects of long tubular bones. Intramedullary implants in the treatment of fractures of long bones: scientific and clinical [in Russian]. Palmarium Academic Publishing. 2016; 172-201.
32. Summers S., Krkovic M. Bone transport with magnetic intramedullary nails in long bone defects. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2021; 31(6): 1243-1252. [[Crossref](#)].
33. Rosteius T., Pätzholz S., Rausch V., Lotzien S. et al. Ilizarov bone transport using an intramedullary cable Transportation system in the treatment of tibial bone defects. *Injury.* 2021; 52(6): 1606-1613. [[Crossref](#)].
34. Bas A., Daldal F., Eralp L., Kocaoglu M. et al. Treatment of Tibial and Femoral Bone Defects with Bone Transport Over an Intramedullary Nail. *J Orthop Trauma.* 2020; 34(10): e353-e359. [[Crossref](#)].
35. Borzunov D.Y. Long bone reconstruction using multilevel lengthening of bone defect fragments. *Int Orthopaedics.* 2012; 36(8): 1695-1700. [[Crossref](#)].
36. Xu Y.Q., Fan X.Y., He X.Q., Wen H.J. Reconstruction of massive tibial bone and soft tissue defects by trifocal bone transport combined with soft tissue distraction: experience from 31 cases. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021; 22(1): 34. [[Crossref](#)].
37. Li Y., Shen S., Xiao Q., Wang G. et al. Efficacy comparison of double-level and single-level bone transport with Orthofix fixator for treatment of tibia fracture with massive bone defects. *Int Orthop.* 2020; 44(5): 957-963. [[Crossref](#)].
38. Yalikun A., Abulaiti A., Yushan M., Ren P. et al. Trifocal bone transport by using monolateral rail system in treatment of bone defects caused by post-traumatic tibial osteomyelitis. *Zhongguo Xue Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2020; 34(7): 862-868. [[Crossref](#)].
39. Ирьянов Ю.М., Кирьянов Н.А. Замещение костного дефекта в условиях имплантации сетчатой конструкции из никелида титана // Проблемы биологии и медицины. – 2013. – Т. 3. – №74. – С. 38-39.
- Ir'yanov Yu.M., Kir'yanov N.A. Zameshchenie kostnogo defekta v usloviakh implantatsii setchatoi konstruksii iz nikelida titana (Replacement of a bone defect under conditions of implantation of a mesh structure made of titanium nickelide) [in Russian]. *Problemy biologii i meditsiny.* 2013; 3(74): 38-39.
40. Барабаш А.П., Кесов Л.А., Барабаш Ю.А., Шпинак С.П. Замещение обширных диафизарных дефектов длинных костей конечностей // Травматология и ортопедия России. – 2014. – Т. 2. – №72. – С. 93-99. [[Google Scholar](#)].
- Barabash A.P., Kesov L.A., Barabash Yu.A., Shpiniak S.P. Zameshchenie obshirnykh diafizarnykh defektov dlinnykh kostei konechnostei (Replacement of extensive diaphyseal defects of the long bones of the limbs) [in Russian]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2014; 2(72): 93-99. [[Google Scholar](#)].
41. Резник Л.Б., Стасенко И.В. Применение нанокремниевых имплантов при замещении постостеомиелитических дефектов длинных костей (экспериментальное исследование) // Геней ортопедии. – 2015. – №3. – С. 95-96. [[Crossref](#)].
- Reznik L.B., Stasenko I.V. Primenenie nanouglerodnykh implantov pri zameshchenii postosteomieliticheskikh defektov dlinnykh kostei (eksperimental'noe issledovanie) (The use of nanocarbon implants in the replacement of post-osteomyelitic defects of long bones (an experimental study)) [in Russian]. *Genii ortopedii.* 2015; 3: 95-96. [[Crossref](#)].
42. Kononovich N.A., Shevtsov V.I., Gorbach E.N., Medik V.A. et al. Experimental study of nanostructured carbon implants for management of circular diaphyseal long bone defects. *J of Bone Reports & Recommendations.* 2015; 1(1): 1-7. [[Google Scholar](#)].
43. Wlodarski K., Wlodarski P., Galus H. Bioactive composites for bone regeneration. *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja.* 2008; 10(3): 201-210. [[Google Scholar](#)].
44. Гончарова Л.Д., Тяжелов А.А., Лобанов Г.В. Концепция внутренних напряжений опорных структур и её место в вопросах остеосинтеза // Травма. – 2008. – Т. 9. – №2. – С. 227-232.
- Goncharova L.D., Tiazhelov A.A., Lobanov G.V. Kontsepsiia vnutrennikh napriazhenii opornykh struktur i ee mesto v voprosakh osteosinteza (The concept of internal stresses of supporting structures and its place in the issues of osteosynthesis) [in Russian]. *Trauma.* 2008; 9(2): 227-232.



45. Лубегина З.П., Штин В.П., Старцева И.А. Морфологические изменения в крупных костных трансплантатах. В кн.: Материалы VI съезда травматологов-ортопедов УССР. – Киев. – 1971. С.126 – 148.

Lubegina Z.P., Shtin V.P., Startseva I.A. Morfologicheskie izmeneniia v krupnykh kostnykh transplantatakh (Morphological changes in large bone grafts) [in Russian]. V kn.: Materialy VI s"ezda travmatologov-ortopedov USSR. – Kiev. – 1971. S.126 – 148.

46. Стахеев И.А. Реваскуляризация крупных диафизарных костных ауто-, алло- и ксенотрансплантатов в условиях стабильного остеосинтеза / Автореферат дис д-ра мед наук. – Свердловск. – 1977.

Stakheev I.A. Revaskularizatsiia krupnykh diafizarnykh kostnykh auto-, allo- i ksenotransplantatov v usloviakh stabil'nogo osteosinteza (Revascularization of large diaphyseal bone auto-, allo- and xenografts under conditions of stable osteosynthesis) [in Russian]. Avtoreferat dis d-ra med nauk. Sverdlovsk. 1977.

## Ұзын сүйектердің ақаулары – олардың орнын толтыру технологиясы дамуының қысқаша тарихы

Шевцов В.И.

Академик Г.А. Илизаров атындағы Травматология және ортопедия ұлттық медициналық ғылыми-зерттеу орталығының құрметті профессоры, Қорған, Ресей. E-mail: shevtcovvladimir3012@rambler.ru

### Түйіндеме

Сүйек кемістігі - туа біткен немесе сыртқы факторлардың әсерінен сүйек ткані бөлігінің жоғалуы.

Зерттеу мақсаты. Ұзын сүйектердегі ақаулардың орнын толтыру технологиясының даму тарихын клиникалық мысалдармен сипаттау.

Илизаров бойынша сүйекаралық остеосинтездің әртүрлі нұсқалары сипатталған: сегменттің ұзындығын қалпына келтіру үшін жабық дистракционды остеосинтездеу, сүйек ақауын толтыру үшін би- және полилокальды остеосинтездеу, зақымдалған сегменттің тұтастығы мен ұзындығын қалпына келтіруде имплант ретінде фибуланы пайдалану.

Ұзын сүйектердегі ақауларының орнын толтыруда аталған технологияларды қолданудың нәтижелері берілген. Сүйек алмастырғыш ретінде қолданылатын аллосүйектер, металлдар, керамика, гидроксипатит тек уақытша протез ретінде қызмет ете алады. Мезенхималық дің жасушалары және ақуыз фракциялары басқа технологиялармен бірге регенеративті процестің стимуляторы ретінде әрекет етеді.

Түйін сөздер: сүйек кемістігі, Илизаров бойынша сүйекаралық остеосинтез әдістемесі, сүйек ақауын алмастыруға арналған жасанды материалдар.

## Defects of long bones - a brief history of development of technology for their compensation

Vladimir Shevtsov

Honorary Professor of the National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after Academician G.A. Ilizarov, Kurgan, Russia. E-mail: shevtcovvladimir3012@rambler.ru

### Abstract

Bone defect is the loss of part of the bone as a result of exposure to congenital or external factors.

Research objective: describe the development of technology for the replacement of defects in long bones with clinical examples.

Different variants of transosseous osteosynthesis according to Ilizarov are described: closed distraction osteosynthesis for restoring the length of the segment, bi- and polylocal osteosynthesis for replacing a bone defect, restoring the integrity and length of the damaged segment, using the fibula as an implant.

Results of the use of these technologies in the replacement of defects in long bones are presented. Allobones, metals, ceramics, hydroxyapatite used as bone substitutes can only serve as a temporary prosthesis. Mesenchymal stem cells and protein fractions act as stimulators of the regenerative process in conjunction with other technologies.

Key words: bone defect, methods of transosseous osteosynthesis according to Ilizarov, artificial materials for replacing bone defects.