

М.Б. Гуражев, В.С. Баитов, А.А. Корыткин, В.В. Павлов

АУТОПЛАСТИКА МЕДИАЛЬНОГО КОСТНОГО ДЕФЕКТА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации

М.Б. Гуражев, В.С. Баитов, А.А. Корыткин, В.В. Павлов

АУТОПЛАСТИКА МЕДИАЛЬНОГО КОСТНОГО ДЕФЕКТА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Учебное пособие



Новосибирск
2025

УДК 616.728.3-089.844-089.843

ББК 54.582.8

А 93

*Издается по решению Ученого совета
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
(протокол от 17.01.2025 г. № 1)*

Рецензент:

Ахтямов Ильдар Фуатович – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, заведующий кафедрой

Авторы – сотрудники ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России:

Гуражев Михаил Борисович – научный сотрудник отделения эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, врач травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук; Tashtagol@inbox.ru

Баитов Владислав Сергеевич – заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 3 – врач-травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук; e-mail: VBaitov@list.ru

Корыткин Андрей Александрович – директор, врач травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук, доцент; andrey.korytkin@gmail.com

Павлов Виталий Викторович – начальник научно-исследовательского отделения эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, врач травматолог-ортопед, доктор медицинских наук, доцент; pavlovdoc@mail.ru

Аутопластика медиального костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава: учебное пособие / М.Б. Гуражев, В.С. Баитов, А.А. Корыткин, В.В. Павлов. – Новосибирск: ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, 2025, 44 с.

Пособие предназначено для врачей травматологов-ортопедов, врачей других профилей, аспирантов, клинических ординаторов, студентов. Освещены современные методы замещения медиального костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава. Описаны показания, противопоказания методов лечения. Описаны современные классификации костных дефектов. Даны практические рекомендации по применению метода аутопластики костного дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава. Распространяется бесплатно.

УДК 616.728.3-089.844-089.843

ББК 54.582.8

ISBN 978-5-6051722-9-1

© М.Б. Гуражев, В.С. Баитов, А.А. Корыткин, В.В. Павлов, 2025

© ННИИТО, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	4
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ	6
СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПЛАСТИК КОСТНОГО ДЕФЕКТА МЕДИАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА	12
Метод цементной пластики	12
Метод пластики металлическими блоками	14
Метод пластики аллотрансплантатами	15
Метод пластики аутотрансплантатами	16
СТЕПЕНЬ СВЯЗАННОСТИ ЭНДОПРОТЕЗА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДЛИНЯЮЩИХ НОЖЕК ПРИ ПЛАСТИКЕ КОСТНОГО ДЕФЕКТА МЕДИАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ	18
ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОСТНОГО ДЕФЕКТА МЕДИАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ	20
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА С АУТОПЛАСТИКОЙ КОСТНОГО ДЕФЕКТА	22
ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ КОСТНОЙ АУТО- ПЛАСТИКИ МЕДИАЛЬНОГО ДЕФЕКТА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ	25
КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ АУТОПЛАСТИКИ МЕДИАЛЬНОГО ДЕФЕКТА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА	29
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	38
ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ	41
ОТВЕТЫ К ТЕСТОВЫМ ВОПРОСАМ	43

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Рентгенпрозрачные линии – линии которые находятся на границе «цемент– кость» при цементном эндопротезировании суставов.

Армирование – способ увеличения несущей способности костного цемента, путем дополнительного введения в костный дефект металлоконструкций.

Архитектура костных балок – участок губчатого вещества кости, расположенный в определенной зависимости от механических воздействий на кость.

Скаффолд – структура биоматериала, которая служит субстратом и направляющей для регенерации тканей.

Консервативная ревизия – отказ от ревизионных конструкций эндопротеза и сведение до минимума агрессивных воздействий на интактные прилежащие мягкие ткани и костные структуры.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АФТУ – анатомический феморо-тибиальный угол

БКЛУ – бедренно-колени-лодыжечный угол

CR – cruciateretaining (эндопротез с сохранением задней крестообразной связки)

KSRESS – Knee Society Roentgenographic Evaluation Scoring System (системы зональной рентгенологической оценки)

PS – posteriorstabilized (эндопротез с задней стабилизацией)

VVC – varus/valgus constrained (эндопротез варус/вальгус ограниченный)

ВВЕДЕНИЕ

Эндопротезирование коленного сустава все чаще является методом выбора завершающего лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний, когда попытка сохранения суставных поверхностей консервативными методами привела к неблагоприятному функциональному результату (Жумабеков С.Б. и соавт., 2022; Robertsson O. et al., 2012). В настоящее время этот метод хирургического лечения достаточно распространен и выполняется не только в федеральных крупных центрах, но и в городских муниципальных больницах. С учетом научного прогресса с каждым годом происходит увеличение доли более технологически сложных восстановительных вмешательств на коленном суставе (You J.S. et al., 2019). Для достижения хорошего результата при первичном эндопротезировании хирургу приходится решать ряд задач, а дефицит костей, образующих коленный сустав, является одной из них (Федоров В.Г., 2017).

Все имеющиеся методы восполнения костного дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава, так или иначе, имеют свои определенные преимущества и недостатки. Объем имеющегося костного дефекта может ограничивать применения некоторых методов пластик, поэтому используемые методы могут успешно взаимодополнять друг друга.

Замещение дефекта кости при проведении эндопротезирования из простого оперативного приема может стать самостоятельным этапом операции, требующей определенных навыков и умений с целью достижения долговременной надежной опоры для компонентов, что определяет последующее качество жизни пациентов. Разработка способов замещения костных дефектов мыщелков большеберцовой кости обоснована тем, что костный дефект медиального мыщелка большеберцовой кости является распространённой проблемой от 25 до 31% случаев (Ponzio D.Y. et al., 2015) при первичном эндопротезировании коленного сустава.

КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ

Классификация костных дефектов необходима для предоперационной оценки имеющегося костного дефицита, чтобы у хирурга уже был готовый план, какими вариантами замещения костного дефицита можно будет воспользоваться во время операции.

При анализе публикаций по классификациям костных дефектов авторы настоящего учебного пособия обратили внимание, что большинство классификаций разрабатывались для ревизионного эндопротезирования коленного сустава. И поэтому не всегда удается правильно оценить первичный дефект по классификации, которая создавалась для ревизионного эндопротезирования. Использование ревизионной классификации костных дефектов подразумевает выполнение оценки костного дефицита после удаления компонентов эндопротеза и тщательной обработки костного ложа путем удаления фиброзной и некротической тканей, что приводит к увеличению самого дефекта. Выполнение резекции кости при первичном эндопротезировании коленного сустава таких особенностей не содержит (Mancuso F. et al., 2017; Hutten D. et al., 2021). Но ввиду того, что самой идеальной классификации не существует, хирурги продолжают использовать ревизионные классификации костных дефектов и при первичном эндопротезировании коленного сустава.

Одна из самых первых, но не самая детальная классификация, предложена L.D. Dorr в 1989 г. В ней дефекты в области большеберцовой кости делятся следующим образом: центральные, периферические, первичные и ревизионные. Недостаток этой классификации заключается в отсутствии учета размера дефектов.

Классификация, предложенная J.A. Rand в 1991 г., уже более подробно описывает глубину и площадь поверхности кости, вовлеченной в дефект, на основании интраоперационных наблюдений. Основным недостатком этой классификации в том, что авторы, классифицируя дефекты не дают рекомендаций вариантов лечения и не учитывают этиологию возникновения костного дефицита.

В 1993 году J.N. Insall, учитывая недостатки предыдущих классификаций, разрабатывает свою классификацию, где, помимо описания самих дефектов, добавляет рекомендации возможного использования вариантов восполнения костного дефицита. Дефекты, окруженные кортикальной костью, обозначаются как ограниченные, они могут быть малыми, меньше 5 мм, или большими, больше 5 мм. Дефекты, не имеющие кортикальной костной поддержки с одной из сторон, обозначаются как не ограниченные, они могут быть малыми – меньше 5 мм, средними – от 5 до 10 мм, и большими – более 10 мм. Также в эту классификацию включено расположение дефекта: симметричное, ассиметричное, центральное, медиальное или латеральное. Эта классификация достаточно наглядна и включает в себя практически все формы костных дефектов с учетом этиологии возникновения костного дефицита, но она не содержит информации о площади дефектов мыщелков.

Наиболее удобная и широко применяемая классификация костных дефектов для ревизионного эндопротезирования коленного сустава разработана G.A. Engh в Anderson Orthopaedic Research Institute (AORI) в 1998 г. (рисунок 1).

В классификации выделяют три типа: 1 тип – интактная кость (A); 2 тип делится на подгруппы: 2A – повреждённая губчатая кость, а кость противоположного мыщелка остается неизменной (B) и 2B – симметричная потеря костной массы с вовлечением обоих мыщелков или плато (C); 3 тип – повреждение губчатой и кортикальной кости (D).

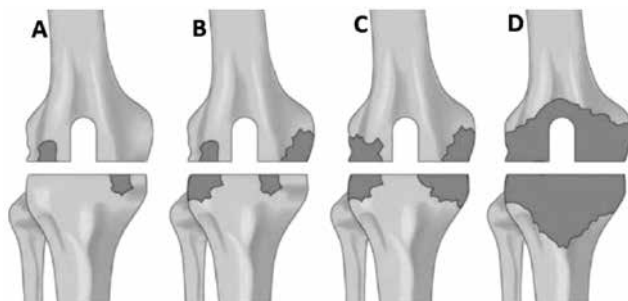


Рисунок 1 – Классификация костных дефектов при ревизионном эндопротезировании коленного сустава Anderson Orthopaedic Research Institute

Основная идея авторов – это создание простой и понятной классификации, которая позволит при имеющемся костном дефекте обоснованно выбрать конкретный вариант замещения дефекта (аутмент, ножка, трансплантат). Эта классификация специально разрабатывалась для ревизионного эндопротезирования, но она также нашла применение для оценки костного дефицита в первичном эндопротезировании коленного сустава (Баитов В.С. и соавт., 2017; Гиркало М.В. и соавт., 2012; Tsukada S. et al., 2013).

С учетом роста мирового опыта в эндопротезировании коленного сустава и прогрессом качества инструментального исследования, появляются новые варианты классификаций костных дефектов, которые, как правило, модернизированы на основании старых классификациях. С учетом этиологии возникновения дефицита костной структуры и анатомического расположения дефектов в костях, образующих коленный сустав, предложена классификация для ревизионного эндопротезирования коленного сустава T.W. Huff и T.P. Sculco в 2007 г. Авторы отмечают, что их классификация – это упрощенная форма классификации AORI. В ней выделяют 4 типа костных дефектов. Первый тип – кистозные небольшие дефекты губчатой кости по линии соприкосновения «имплантат–кость». Второй тип – эпифизарные дефекты, где есть дефицит кортикальной кости в эпифизарно-метафизарной зоне. Третий тип – полостные обширные дефекты губчатой и кортикальной кости метафизов. Четвертый тип – сегментарные, объединяющие две предыдущие группы, нередко в этой группе происходит потеря костной структуры с местами прикрепления коллатеральных связок. Основная ее критика заключается в том, что эпифиз резецируется при первичном эндопротезировании коленного сустава, и поэтому существование эпифизарных дефектов при ревизионном эндопротезировании сомнительно.

Имеющиеся классификации костных дефектов при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Классификации костных дефектов при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава

Классификация	Год	Область дефекта	Диагностика	Стабильность импланта	Рекомендации лечения	Оценка дефекта
Dorr	1989	Б/берцовая кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Этиология
Rand	1991	Бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Размер
Bargar& Gross	1992	Б/берцовая и бедренная кость	Предоперационно	Да	Да	Этиология
Elia& Lotke	1991	Б/берцовая и бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Размер
Insall	1993	Б/берцовая и бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Да	Этиология и размер
Slooff& Malefijt	1995	Б/берцовая и бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Размер
(AORI)	1998	Б/берцовая и бедренная кость	Предоперационно	Да	Да	Размер
Massachusetts General Hospital	2000	Бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Размер

Окончание таблицы 1 – Классификации костных дефектов при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава

SOFCOT	2000	Б/берцовая и бедренная кость	Пред/интраоперационно	Да	Да	Этиология и размер
University of Pennsylvania	2003	Б/берцовая и бедренная кость	Предоперационно	Нет	Да	Этиология
Clatworthy and Gross	2003	Б/берцовая и бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Да	Размер
Huff and Sculco	2007	Б/берцовая и бедренная кость	Пред/интраоперационно	Нет	Да	Этиология

А.Х. Джигкаев с соавторами в 2012 г. предложили дополненную классификацию Insall [1]. Авторы к исходной классификации добавили новую характеристику, такую как площадь поверхности дефекта, а глубину дефекта, которая измеряется в миллиметрах, оставили прежней. Таким образом, сформировано три размера дефекта. Малые дефекты – площадь дефекта не больше 1/3 поверхности мыщелка и глубина не больше 5 мм. Средние дефекты – площадь дефекта не больше 1/2 поверхности мыщелка, а глубина от 5 до 10 мм. Большие дефекты – площадь дефекта составляет 2/3 от поверхности мыщелка и глубина более 10 мм (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация костных дефектов по Insall, дополненная ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Размер дефектов	Характеристика дефектов
Малые	Площадь – 1/3 мыщелка. Глубина – до 5 мм
Средние	Площадь – 1/2 мыщелка. Глубина от 5 мм до 10 мм
Большие	Площадь – 2/3 мыщелка. Глубина – более 10 мм

Предложенная классификация имеет также схожесть с классификацией J.A. Rand, так как, помимо глубины дефекта, учитывает такой показатель, как площадь дефекта. Единственное различие, что площадь дефекта имеет более узкий диапазон границ, а это, в свою очередь, позволяет более точно определить, к какой именно группе отнести дефект, что в практическом использовании является преимуществом.

При изучении литературы о костных дефектах можно заметить, что в приведенных классификациях одни и те же дефекты имеют одно и то же значение, но относятся к разным вариантам в отдельной конкретной классификации. Идеальная система классификации должна быть простой в использовании, позволять точно оценивать имеющийся дефект для предоперационного планирования, прогнозировать исходы операции с последующими рекомендациями по реабилитации пациента. И также, немаловажно, что идеальная классификация должна упростить общение, сравнение и понимание среди

оперирующих хирургов, о каком объеме дефекта идет речь. Поэтому в дальнейшем при описании костных дефектов в данном пособии будет использоваться дополненная ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, классификация Insall [1], которая, наиболее оптимальна и наглядна, а также позволяет быть для настоящего учебного пособия наиболее информативной (таблица 2).

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПЛАСТИК КОСТНОГО ДЕФЕКТА МЕДИАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Существует несколько методов замещения костного дефекта медиального мышцелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава. К ним относится пластика дефекта при помощи костного цемента, при помощи металлических модульных блоков, костная алло- и аутопластика. В свою очередь, цементная пластика может выполняться как с армированием, так и без него, а ауто- и аллопластика – как с фиксацией трансплантата винтами или спицами, так и без фиксации. Все перечисленные методы взаимозаменяемы и могут дополнять друг друга.

Метод цементной пластики

К одному из первоначальных способов замещения костного дефекта относится цементная пластика. Этот метод является быстрым и легко исполняемым вариантом замещения костного дефекта. Для более прочной фиксации цемента в склерозированной кости может выполняться предварительное формирование анкерных отверстий, что в конечном итоге дает хорошую фиксацию тиббиального компонента и предотвращает раннее расшатывание компонентов (Азизов М.Ж. и соавт., 2015).

Применение цементной пластики с армированием расширяет возможность его применения при более обширных дефектах (Berend M.E. et al., 2014; Ritter M.A. et al., 1986). Для создания армиро-

вания подходят винты и спицы Киршнера. Причем спицы во время операции можно согнуть П-образно и обоими концами плотно вставить в костный дефект и при этом получить хороший рентгенологический и клинический результат [2].

Замещение костных дефектов при помощи костного цемента показывает хороший и долгосрочный результат. Также сильной стороной метода является экономическая выгода по сравнению с другими вариантами пластики. В исследовании С. Zheng с соавторами [3] при помощи программного обеспечения Mimics и компьютерной томографии коленного сустава была построена геометрическая модель коленного сустава. Авторы пришли к выводу, что техника использования винта и цемента превосходит технику использования только одного цемента даже при дефектах не глубже 5 мм, а также, что вертикальное введение винтов, с точки зрения механической стабильности, обеспечивает лучшую устойчивость по сравнению с горизонтальным.

Оптимальный объем костного дефекта для выполнения цементной пластики должен быть малым по Insall и поэтому использование удлиняющих ножек при этом методе не обязателен, так как при таких дефектах необходимо усилить фиксацию только в эпифизарной зоне, а метафизарная зона остается сохранной. Наличие рентгенпрозрачной линии не является угрозой для стабильности компонента, если её толщина не превышает 2 мм (Freeman M.A. et al., 1982). Но все же цемент не является биологической основой и в ряде случаев может вызвать термический некроз окружающей кости; цемент также может уменьшаться в объеме на 2% от исходного [2]. И чем больше дефект, тем больше риск возникновения этих явлений и, следовательно, больше шансов получить раннее расшатывание компонента эндопротеза. А при возникновении необходимости проводить ревизионную операцию в случаях, где при первичном эндопротезировании был применен метод цементной пластики дефекта, имеется большая доля вероятности увеличения дефекта за счет лизиса костной ткани мышелка, и тем самым шансы проведения ревизии эндопротезирования коленного сустава первичной конструкцией уменьшаются.

Метод пластики металлическими блоками

У современных эндопротезов имеется опция, которая предлагает дополнительные металлические модульные блоки, они доступны в форме клина и прямоугольника, а также бывают разных размеров. Металлические блоки фиксируются к выбранному компоненту винтами или цементом. Совместно с модульным блоком применяют удлиняющие ножки, которые могут быть цементными и бесцементными.

Применение модульных металлических блоков для замещения костных дефектов при эндопротезировании коленного сустава обеспечивает надежную первичную опору для компонентов эндопротеза и возможно при значительных костных дефектах. На основании биомеханического исследования, проведенного Т.К. Fehring [4], можно судить, что прямоугольные блоки имеют некоторое преимущество перед клиньями в силу простоты подготовки ложа и снижения проксимального напряжения большеберцовой кости, а это положительно влияет на стабильность компонента. Сообщения об использовании танталового конуса и метафизарных втулок для замещения костного дефекта только при первичном эндопротезировании встречаются редко, чаще всего опыт применения описан совместно с ревизионными операциями (Rajgoral A. et al., 2021), но имеется работа N.M. Brown и соавторами [5], где отмечены хорошие клинические результаты лечения четырех пациентов, которым был имплантирован танталовый конус при первичном эндопротезировании; костный дефект был средним по Insall.

Существует вероятность возникновения интраоперационного ятрогенного осложнения в виде перелома кости при установке метафизарной втулки (Gill U.N. et al., 2020). В систематическом обзоре литературы A. Zanirato с соавторами [6] сравнивают результаты установки 21 конусов и 16 втулок при ревизионном эндопротезировании коленного сустава. Авторы приходят к выводу, что оба метода дают хорошие краткосрочные и среднесрочные рентгенологические и клинические результаты. Частота встречаемых интраоперационных переломов при использовании конусов составила $1,2 \pm 4,8\%$, а втулок – $0,54 \pm 1,2\%$.

Объем дефектов для выполнения реконструкции металлическими блоками должен быть средним или большим по Insall. При средних дефектах страдает как эпифизарная зона фиксации, так и частично метафизарная, а использование металлического аугмента позволяет усилить фиксацию в этих зонах. Такой объем дефекта не нуждается в использовании удлиняющего стержня, но надо отметить, что у большинства фирм-производителей при использовании аугмента толще 5 мм, согласно технологии имплантации, нужно использовать удлиняющую ножку. По-другому дело обстоит с большими дефектами, где уже необходимо усиливать фиксацию в диафизарной зоне, и это является прямым показанием к использованию удлиняющей ножки. Металлическая аугментация зарекомендовала себя не только как надежный способ замещения дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости, но и как один из наиболее часто используемых методов борьбы с потерей костной массы [7]. Но здесь следует отметить, что при обработке костного ложа под аугмент, как правило, резецируется и здоровая кость, что практически сводит к нулю вариант в последующем выполнить консервативную ревизию, и поэтому этот метод не должен быть рекомендован молодым пациентам (QiuY.Y. et al., 2011) [6, 7].

Метод пластики аллотрансплантатами

Костные аллотрансплантаты применяют в качестве биологического материала для восстановления костного дефицита. Биосовместимость метода дает возможность повторного прикрепления коллатеральных связок, а его универсальность позволяет лечить широкий спектр костного дефицита. Аллотрансплантаты могут быть структурными или измельченными. Структурный, как порой и измельченный трансплантат, нуждаются в дополнительной фиксации. Обычно структурные трансплантаты изготавливают из головки бедренной кости, дистального отдела бедренной и проксимального отдела большеберцовой костей. Одно из главных преимуществ данной методики состоит в возможности формировать аллотрансплантат в соответствии с дефектом и тем самым избежать ненужного удаления кости

пациента. Для уменьшения осевой нагрузки на восстановленную область при больших дефектах используют удлиняющую ножку, которая позволяет перераспределить нагрузку на дистальный отдел кости. Корнилов Н.Н. с соавторами считают, что для ремоделирования аллотрансплантата должна отсутствовать нагрузка на оперированную конечность в течение 3 месяцев после операции.

Одно из первых сообщений о применении аллотрансплантатов было опубликовано в 1992 г. Stockley I. [8] с соавторами описали хороший клинический результат у 20 прооперированных пациентов, выживаемость за 4,5 лет составила 85%, а рентгенпрозрачные линии без дальнейшего прогрессирования наблюдались в 24%. Тщательное исследование изменения костной ткани провели в своей работе N.L. Parksc соавторами [9]. Доказательная глубина этого исследования заключается в изучении ремоделирования костной ткани у 7 умерших пациентов, которым было выполнено эндопротезирование коленного сустава с замещением костного дефекта аллотрансплантатом. Все трансплантаты при исследовании были состоятельны, но реваскуляризация была слабой.

Наличие риска резорбции трансплантата и риск передачи инфекционных заболеваний относится к недостаткам метода (Kharbanda Y. et al., 2014; Rand J.A. et al., 1991). А также не у всех медицинских учреждений есть возможность пользоваться костным банком, а транспортная логистика доставки до места установки трансплантата может быть затрудненной и затратной.

Метод пластики аутоотрансплантатами

Наиболее биологическим методом является восполнение дефекта большеберцовой кости собственной костью пациента. Методы использования аутологичного материала в разных подразделениях хирургической практики известны на протяжении многих десятилетий. Основным преимуществом использования аутологичных тканей является полная биологическая совместимость, в отличие от метода, когда применяется аллотрансплантаты, где имеется риск передачи инфекции от донора (Kharbanda Y. et al., 2014; Rand J. A. et al., 1991).

Аутооттрансплантат чаще всего берется из фрагментов резецированных мышечков бедренной или большеберцовой кости, но также может браться из гребня подвздошной кости. В зависимости от объема дефекта и хирургической техники цельные костные трансплантаты могут быть дополнительно фиксированы винтом или спицей, а сеткой производится фиксация мелко измельченных аутооттрансплантатов.

Применение аутооттрансплантата несет в себе стратегию «плюс костная ткань», что позволяет заместить и сохранить костную ткань и тем самым увеличивает шанс обойтись первичной конструкцией эндопротеза при ревизионном эндопротезировании. К недостаткам применения аутооттрансплантата можно отнести ограничение по возможному использованию объема самого трансплантата и наличие имеющегося, как и у аллотрансплантата, риска несращения с костью реципиента (Cuckler J.M. et al., 2004; Lee J.K. et al., 2011).

При изучении специализированной литературы, можно заметить, что метод применения аутооттрансплантата при первичном эндопротезировании коленного сустава прошел через логические изменения. Изменения заключались, главным образом, в снижение травматического воздействия на трансплантат. Ведь, чем больше трансплантат подвержен механическим воздействиям, тем больше нарушается естественная архитектура костных балок аутооттрансплантата, а из-за этого снижается его потенциал для консолидации в полноценную кость в реципиентном ложе. В 1986 году один из первых применил и описал метод использования аутооттрансплантата для пластики медиального дефекта большеберцовой кости R.E. Windsor [10], где трансплантат фиксировался винтами. Затем ряд авторов снижают травматизацию на трансплантат путем замены винтов на спицы [11, 12, 13]. А следующим этапом стала разработка применения техники, где трансплантат не нуждается в фиксации, и при этом сохраняется надежная опора для большеберцового компонента [14, 15]. Отдельно нужно отметить предложенную технику аутопластики Гиркало М.В. [14], так как этот вариант несет в себе философию сохранения аутооттрансплантата интактным к механическим воздействиям, но его нельзя полноценно отнести к варианту, где трансплантат дополни-

тельно не фиксируется, так как помимо самого аутотрансплантата и реципиентного ложа присутствует еще и третий элемент – остеокондуктивный биоматериал.

СТЕПЕНЬ СВЯЗАННОСТИ ЭНДОПРОТЕЗА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДЛИНЯЮЩИХ НОЖЕК ПРИ ПЛАСТИКЕ КОСТНОГО ДЕФЕКТА МЕДИАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

Литературные данные указывают, что независимо от объема имеющегося костного дефекта и выбранного метода его замещения степень связанности эндопротеза, в первую очередь, зависит от целостности коллатеральных связок в коленном суставе. Но, как показывает практика, при наличии больших костных дефектов увеличивается вероятность связочной нестабильности коленного сустава, при которой возможно придется увеличивать степень связанности эндопротеза, начиная от VVC и заканчивая Hinge системами.

Для достижения хорошей стабильности компонентов эндопротеза при замещении костных дефектах нужно учитывать вовлеченность зон фиксации в имеющийся дефект [16], а это значит, что при малых дефектах использование удлинителей ножек необязательно. При средних дефектах использование удлинителей ножек тоже необязательно, но при замещении дефекта металлическими блоками, согласно технологиям имплантации большинства фирм-производителей эндопротезов, хирург должен использовать удлиняющую ножку, а при замещении костными материалами дефекта удлиняющая ножка (диафизарная фиксация) в большей степени нужна для создания оптимальных условий для перестройки трансплантата. При больших дефектах значительно страдают эпифизарные и метафизарные зоны, поэтому использование удлиняющей ножки обязательно.

Резюме

В результате изучения литературных источников на тему методов замещения костных дефектов при первичном эндопротезировании можно сделать следующие основные выводы:

– имеющийся объем дефекта не является ключевым показателем для выбора метода, так как при относительно одинаковых параметрах дефекта применялись разные варианты пластики с удовлетворительным клиническим исходом (Hosaka K. et al., 2017; Zheng C. et al., 2016);

– каждый хирург выбирает метод замещения костных дефектов, исходя из собственных предпочтений, а также таких критериев, как оснащение операционной, профессионализм хирургической бригады, качество кости пациента и объем дефекта, выявленный во время операции (Загородний Н.В. и соавт., 2017; Hube R. et al., 2015);

– при восполнении дефекта следует добиваться закрепления компонентов эндопротеза как минимум в двух зонах фиксации, что более актуально при больших дефектах [16];

– предпочтение при выборе метода замещения дефекта у молодых пациентов с хорошим качеством кости должно отдаваться костным трансплантатам, так как это позволяет сохранить костный запас [14, 15, 17].

Методы замещения костных дефектов, степени связанности и использование удлиняющих ножек в зависимости от объема костного дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Дифференциальный подход к замещению костных дефектов в зависимости от их объема

Параметры	Дефекты по Insall J.N.		
	Малые	Средние	Большие
Методы замещения, степень связанности	Цемент- PS Цемент с армированием- PSAутопластика- PS	Металлический блок- PS+ ножка Аутопластика- PS+ ножка Аллопластика- PS/VVC+ ножка	Совместно 2 металлических блока- PS+ ножка Метафизарная втулка- VVC+ ножка Аллопластика PS+ ножка

Таким образом, существует достаточное количество методов замещения костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава, которые при их применении показывают хорошие функциональные и рентгенологические результаты.

ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОСТНОГО ДЕФЕКТА МЕДИАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

Имеющиеся костный дефект медиального мыщелка большеберцовой кости предварительно оценивается по рентгенографии коленного сустава в передней проекции. Размер дефектов и характеристика дефектов представлены в таблице 2. Схематическое изображение дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости по классификации Insall представлено на рисунке 2, где линия А – стандартная проксимальная резекция большеберцовой кости, линия В – соответствует глубине 5 мм, линия С – соответствует глубине 10 мм, линия D – соответствует площади $1/3$, линия Е – соответствует площади $1/2$, линия F – соответствует площади $2/3$. Таким образом, 1 – является малым дефектом (5 мм S – $1/3$), 2 – средним дефектом (10 мм S – $1/2$), 3 – большим дефектом (>10 мм S – $2/3$).

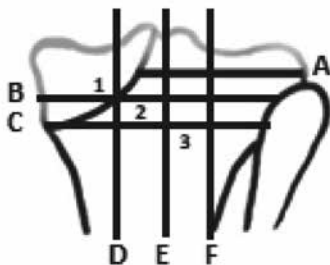


Рисунок 2 – Схема классификации костных дефектов по Insall, дополненная ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России



Рисунок 3 – Определение размера дефекта на рентгенограмме коленного сустава в прямой проекции

Здесь следует отметить, что решающая роль для определения размера дефекта принадлежит характеристике площади дефекта, а не глубине дефекта, так как в конечном итоге площадь опоры определяет количество точек фиксации для имплантата, и от нее в большей степени зависит последующая стабильность компонента. Таким образом, если площадь дефекта, согласно классификации, соответствует малому дефекту, а глубина дефекта – среднему, то размер дефекта обозначается как малый. Определение размера дефекта на рентгенографии коленного сустава в прямой проекции представлено на рисунке 3, где линия А – стандартная проксимальная резекция большеберцовой кости, линия В – соответствует глубине 5 мм, линия С – соответствует глубине 10 мм, линия D – соответствует площади $1/3$, линия E – соответствует площади $1/2$.

На рисунке 3 видно, что глубина (линия С) дефекта, согласно классификации, относится к среднему дефекту, а площадь (линия D) – к малому. И так как решающая роль для определения размера дефекта принадлежит характеристике площади дефекта, а не глубине дефекта, то дефект относится к малым (круг).

Если размер соответствует малым или средним дефектам большеберцовой кости при проведении предоперационного планирования, то судьба проведения аутопластики дефекта заранее решена. Но окончательное решение о проведении аутопластики медиального дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании принимается во время операции.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА С АУТОПЛАСТИКОЙ КОСТНОГО ДЕФЕКТА

При применении метода аутопластики или аллопластики костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава ремоделирование трансплантатов авторами чаще всего оценивается рентгенологическим методом [11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21]. Оценка производится путем отслеживания границы «трансплантат – кость», при этом консолидация и ремоделирование трансплантата считается удовлетворительным, когда эта граница визуально переставала быть видимой.

В работе Tanwar Y.S. с соавт. [20] совместно с рентгенологическим исследованием для оценки ремоделирования костного трансплантата использовалась трехфазная сцинтиграфия, при этом каких-либо разногласий в полученных результатах авторы не обнаружили.

Костная ткань, как «ткань сравнительно слабо дифференцированная, обладает огромной пластической способностью видоизменяться и перестраиваться, приспосабливаясь к новым условиям жизнедеятельности в костной системе человека» (Рейнберг С.А., 1964). Таким образом, перестройка костного трансплантата является процессом компенсаторным, вернее, приспособительным, анатомо-функционально адаптационным к новым механическим требованиям.

При изучении имеющейся литературы о ремоделировании костного трансплантата при эндопротезировании крупных суставов ряд авторов [23, 24, 25], помимо отслеживания границы «трансплантат – кость», описывают трабекулярное изменение трансплантата при помощи

рентгенологического исследования. Так в работе de Waal Malefijt M.C. с соавт. [23] для оценки консолидации аутотрансплантата при замещении костного дефекта бедренной и большеберцовой кости при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава рассматривались рентгенологические характеристики самого аутотрансплантата (таблица 4).

В характеристики трансплантата входят следующие показатели: наличие трабекул, наличие границы «трансплантат – кость», плотность костной ткани. А варианты изменения трансплантата делятся на четыре группы: очевидное ремоделирование, застывшее ремоделирование, склерозирование трансплантата и полная резорбция трансплантата. Идеальным вариантом для консолидации трансплантата считается изменение трансплантата по варианту «очевидное ремоделирование», но в то же время авторы классификации отмечают, что вариант «застывшее ремоделирование» не несет в себе причину развития раннего расшатывания компонента.

Для детального рентгенологического прослеживания состоятельности аутотрансплантата и трабекулярного рисунка области соприкосновения трансплантата и ложа реципиента выделяется 4 зоны в медиальной мыщелке большеберцовой кости (рисунок 4).

Таблица 4 – Рентгенологическая классификация оценки изменения костного трансплантата по de Waal Malefijt M.C. и соавторов

Варианты изменения трансплантата	Рентгенологические характеристики трансплантата		
	Трабекулы	Граница «трансплантат – кость»	Плотность костной ткани
Очевидное ремоделирование	Организованные	Не различимая	Одинаковая с реципиентной
Застывшее ремоделирование	Не организованные	Слабо различимая	Одинаковая с реципиентной
Склерозирование трансплантата	Не организованные	Четкая	Различимая с реципиентной
Полная резорбция трансплантата	Отсутствуют	—	—

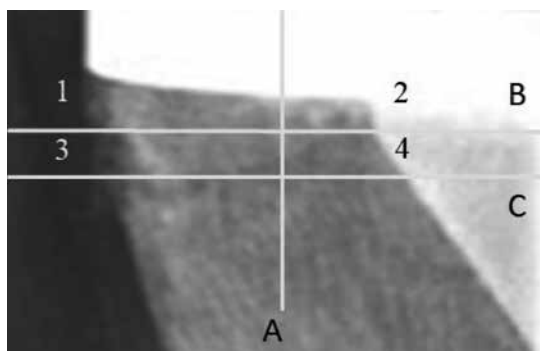


Рисунок 4 – Четыре рентгенологические зоны медиального мыщелка большеберцовой кости

Две зоны находятся на медиальной стороне (зона 1 и 3), а две другие зоны – латерально от них (зона 2 и 4). Граница между зонами – середина медиального мыщелка большеберцового компонента эндопротеза (линия А). Между собой, как медиальные, так и латеральные зоны, делятся по глубине, где первая граница проходит на глубине 5 мм (линия В), а вторая – на 10 мм (линия С).

Таким образом, граница медиальных зон от латеральных соответствует системе зональной рентгенологической оценки KSRESS [26], а граница глубины – соответствует классификации объема дефекта Insall.

Оценка аутотрансплантата в зоне 1, 2 производится по принципу оценки рентгенпрозрачных зон (KSRESS), где показательность состоятельности аутотрансплантата заключается в отсутствии признаков расшатывания компонента, а именно в отсутствии прогрессирования рентгенпрозрачных линии на границе «цемент – кость».

Оценка трабекулярного рисунка области соприкосновения трансплантата и ложа реципиента вначале выполняется в зоне 3 и 4, так как аутотрансплантат сам по себе не превышал глубину 10 мм (линия С) ввиду того, что он малый или средний по объему. Но в последующем оценку интеграции трабекул костного аутотрансплантата в реципиентном ложе проводится ниже этих зон.

ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ КОСТНОЙ АУТОПЛАСТИКИ МЕДИАЛЬНОГО ДЕФЕКТА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

Для выполнения аутопластики дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава использовали разработанный в Новосибирском НИИТО им. Я.Л. Цивьяна метод [27]. Основное техническое отличие от других методов аутопластики костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава заключается в отсутствии элемента для дополнительной фиксации аутотрансплантата в реципиентном ложе.

В положении пациента на спине, под пневматическим жгутом, выполняется артротомия коленного сустава с использованием переднемедиального доступа. После освобождения плато большеберцовой кости на него устанавливается экстрамедулярный тибиальный направляющий. На латеральном мыщелке устанавливается глубина резекции 8 мм с переднезадним наклоном 0 градусов, что согласуется с рекомендацией фирмы производителя. После выполнения резекции суставной поверхности остаточный костный дефект оценивался метрической линейкой по дополненной ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России классификации Insall J.N. [1].

Полученные интраоперационные данные о размере дефекта сопоставляются с данными предоперационного планирования. Чаще всего данные будут схожи, но возможна такая ситуация, когда по предоперационному планированию дефект был определен как средний, но при измерении метрической линейкой во время операции, дефект уже классифицируется как малый. Это по всей видимости связано с неточным предоперационным планированием линии стандартной резекции большеберцовой кости. Линия выполняемой резекции большеберцовой кости проходит немного ниже запланированной и тем самым площадь дефекта получается меньше. И поэтому определенный предоперационный средний размер дефекта становится во время операции малым.

При подтверждении малого или среднего размера дефекта (А) выполняется костная аутопластика (рисунок 5).

Взятие губчатого трансплантата производится из костного фрагмента, полученного при формировании паза для межмышцелкового бокса бедренного компонента (рисунок 6). У используемой фирмы эндопротеза межмышцелковый бокс имеет одинаковую ширину (23 мм)

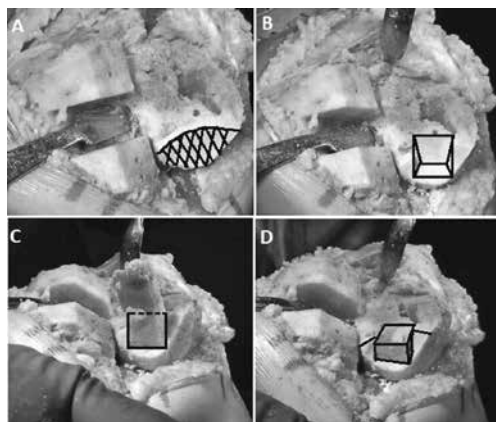


Рисунок 5 – Фотографии этапов костной аутопластики дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости: А – имеющийся склеротический средний костный дефект медиального мыщелка большеберцовой кости; В – обработанный костный дефект с сформированной в нем опорной площадки по типу фронтального упора с правильной геометрической формой; С – изготовление нужной формы аутотрансплантата с учетом полученного размера опорной площадки в дефекте; D – выполнена плотная фиксация аутотрансплантата и резецирована выступающая часть.

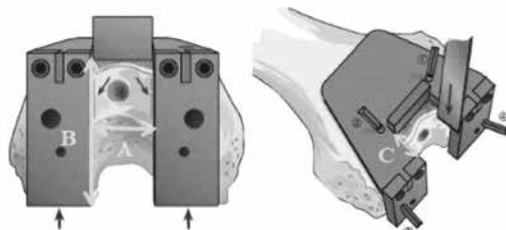


Рисунок 6 – Опилочный шаблон формирования паза для межмышцелкового бокса бедренного компонента: ширина (А), длина (В) и высота (С) полученного аутотрансплантата.

вне зависимости от размера бедренного компонента, а длина (В) и высота (С) увеличивается с размером компонента (таблица 5).

Как видно из таблицы 5, наиболее стабильными величинами являются ширина и высота, что и позволяет использовать эти костные фрагменты для замещения медиальных малых и средних костных дефектов без импакции костной ткани с сохранением костной структуры в качестве скаффолда.

Затем производится качественная обработка дефектной склеротичной кости, которая включает в себя: создание опоры по типу фронтального упора, и достижение «кровяной росы» на всех стенках реципиентного костного ложа (рисунок 5, В). Здесь нужно отметить, что при выполнении обработки дефектной склеротичной кости происходит естественное, необходимое увеличение размера дефекта, но это увеличение происходит в пределах крайних точек диапазона размеров дефекта по классификации Insall. Увеличение размера дефекта, главным образом, достигается за счет увеличения его площади в латеральном направлении, но без захвата подготовленного для трансплантации плато большеберцовой кости.

Далее, с учетом полученного размера опорной площадки в дефекте, изготавливается аутооттрансплантат необходимого размера, ориентируясь на величину костного блока (рисунок 5, С). Следует обратить внимание, что процедура изготовления нужного размера аутооттрансплантата персонализированная, так как диапазоны полученного размера дефекта индивидуальны в каждом случае.

Таблица 5 – Размеры свободного костного фрагмента при формировании паза в зависимости от размера бедренного компонента эндопротеза

Размер бедренного компонента	Длина	Ширина	Высота
2	48 мм	23 мм	22,5 мм
2,5	50 мм	23 мм	22,5 мм
3	53 мм	23 мм	22,5 мм
4	57 мм	23 мм	25 мм
5	61 мм	23 мм	27 мм



Рисунок 7 – Рабочая схема формирования реципиентного ложа для аутотрансплантата

В последующем путем установки производится плотная фиксация трансплантата в созданном ранее реципиентном ложе. Важность этого этапа заключается в сведении до минимума травматических воздействий на трансплантат и сохранение его как скаффолда, что позволяет предотвратить разрушение структуры костной ткани и нарушение пространственной ориентации костных балок. Затем выступающая часть трансплантата над проксимальным опилом большеберцовой кости аккуратно резецируется осциллирующей пилой (рисунок 5, D). При необходимости на данном этапе трансплантат можно фиксировать зажимом.

Схематическое изображение формирования реципиентного ложа для аутотрансплантата представлено на рисунке 7.

До выполнения стандартной проксимальной резекции большеберцовой кости имеется костный дефект медиального мыщелка (A). Выполняется резекция и определяется размер костного дефекта (B). Следующий этап – моделирование дефекта с созданием опоры по типу русского замка (C) куда размещается аутотрансплантат с последующей резекцией выступающей части (D).

При описанной костной аутопластике медиального дефекта большеберцовой кости используется эндопротез фирмы DePuy Sigma PS с цементной фиксацией без удлиняющей ножек.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ АУТОПЛАСТИКИ МЕДИАЛЬНОГО ДЕФЕКТА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Пациент С., 1959 года рождения, поступил в Новосибирский НИИТО с жалобами на боли в левом коленном суставе, усиливающиеся при нагрузке. Из анамнеза заболевания установлено, что боли в коленном суставе появились с 1999 года, после травмы (падения с высоты собственного роста). Проводилось консервативное лечение по месту жительства с кратковременным положительным эффектом.

В конце 2016 года обратился в Новосибирский НИИТО, где был поставлен заключительный клинический диагноз: левосторонний посттравматический гонартроз 3 стадии. Варусная деформация левой нижней конечностей. Дефект внутреннего мыщелка левой большеберцовой кости. Комбинированная контрактура коленного сустава. Синдром левосторонней гоналгии.

Перед оперативным лечением на рентгенологических снимках выполнили предоперационное планирование, включающее в себя:

- определение предполагаемого размера компонентов,
- определение объема имеющегося костного дефицита медиального мыщелка большеберцовой кости,
- определение имеющейся варусной деформации.

После оперативного лечения на рентгенологических снимках выполняли:

- оценку исправление оси нижней конечности,
- ремоделирования костного аутооттрансплантата.

Определение имеющегося медиального дефекта большеберцовой кости проводили согласно дополненной ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России классификации Insall J.N. [1] (рисунок 8). На рентгенографии коленного сустава в прямой проекции проводится линия (А), параллельная анатомической оси большеберцовой кости на границе латерального края дефекта; расстояние от этой линии и до конца медиального мыщелка определяет 1/3 площадь дефекта от всего плато (рисунок 8). Затем проводится линия (В) стандарт-

Рисунок 8 – Рентгенография коленного сустава в прямой проекции (I), масштаб 1:6 (II): определение малого дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости, согласно классификации костных дефектов по Insall дополненной ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, при помощи рентгенографии коленного сустава в прямой проекции



ного проксимального опиала большеберцовой кости равной глубине 8 мм от интактного латерального мыщелка большеберцовой кости. Следующая линия (С) проходит по дну дефекта перпендикулярно анатомической оси большеберцовой кости. Расстояние от линии В до линии С определяет глубину дефекта в 7 мм. По суммарным данным проведенных линий, площадь дефекта составила 1/3, глубина – 7 мм, что соответствует малому размеру дефекта (круг) ввиду того, что решающая роль для определения размера дефекта принадлежит площади, а не глубине дефекта.

Деформация нижней конечности определяется на предоперационной панорамной рентгенографии нижних конечностей при помощи бедренно-колени-лодыжечного угла (БКЛУ) и анатомического феморо-тибиального угла (аФТУ) (рисунок 9). Измерение БКЛУ составило минус 21 градус (А), измерение аФТУ составило минус 16 градусов (В), что говорит о выраженной варусной деформации правой нижней конечности.

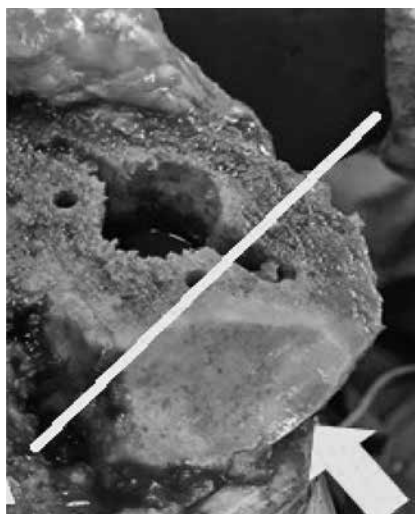
Во время операции, после выполнения стандартной проксимальной резекций суставной поверхности большеберцовой кости, определен окончательный размер костного дефекта (рисунок 10).

Линия соответствует 1/3 площади дефекта от всего плато большеберцовой кости. Согласно используемой классификации размер дефекта определен как малый (стрелка), таким образом, данные предоперационного и интраоперационного измерения размера дефекта совпали.

Рисунок 9 – Измерение БКЛУ (А) и аФТУ (В) на предоперационной панорамной рентгенографии нижней конечности



Рисунок 10 – Фотография костного дефекта большеберцовой кости во время операции (вид сверху)



Имеющийся заднемедиальный костный дефект моделируется с созданием опоры по типу русского замка (стрелка) с достижением «кровяной росы» на всех стенках реципиентного ложа (рисунок 11).

Рисунок 11 – Фотография смоделированного костного дефекта (вид сверху)



С учетом полученного размера опорной площадки в дефекте, изготавливают персонализированный размер аутотрансплантата $\approx 3,34 \text{ см}^3$. В последующем, путем мягкой импакции, производится плотная фиксация трансплантата в полученном ранее реципиентном ложе (рисунок 12).

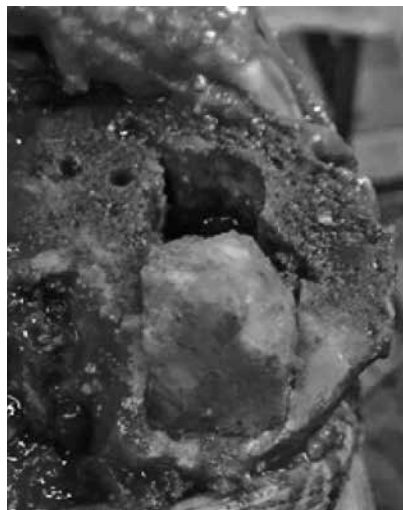


Рисунок 12 – Фотография смоделированного аутотрансплантата (вид сверху)

Выступающий трансплантат над проксимальным опилом большеберцовой кости аккуратно резецируется осциллирующей пилой (рисунок 13). Таким образом, чтоб поверхность аутотрансплантата и подготовленное плато большеберцовой кости были в одной плоскости (стрелка).

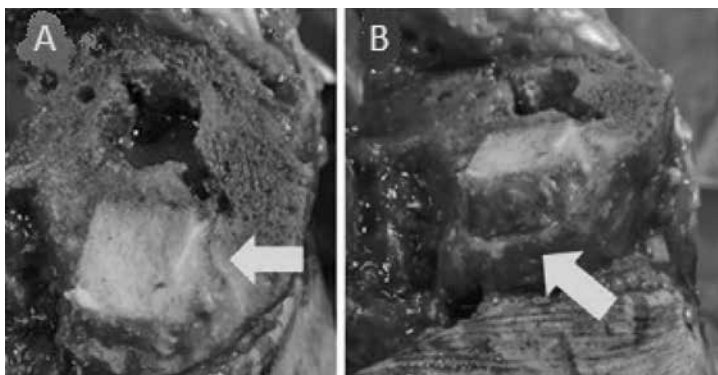


Рисунок 13 – Фотография резекции выступающие части аутотрансплантата: А) вид сверху; В) вид сбоку

Контроль исправления оси нижней конечности осуществляется на послеоперационной панорамной рентгенографии нижних конечностей при помощи БКЛУ и аФТУ (рисунок 14). Измерение БКЛУ составило 2 градуса (А), измерении аФТУ составило 5 градусов (В), что говорит о нейтральном исправлении оси правой нижней конечности.

Контроль ремоделирования костного аутотрансплантата в реципиентном ложе проводился на рентгенографии коленного сустава в прямой проекции при помощи классификации de Waal Malefijt M.C. [23] (таблица 4) и четырёх рентгенологических зон медиального мыщелка большеберцовой кости (рисунок 4).

При выписке пациента из стационара (I) в зонах 1 и 2 отсутствует рентгенпрозрачная линия, в зонах 3 и 4 отчетливо видна граница «трансплантат – кость», а также видна неоднородность плотности трансплантата и реципиентной кости во всех 4 зонах с отсутствием единой архитектоники костных трабекул (рисунок 15).



Рисунок 14 – Измерение БКЛУ (А) и аФТУ (Б) на послеоперационной панорамной рентгенографии нижней конечности

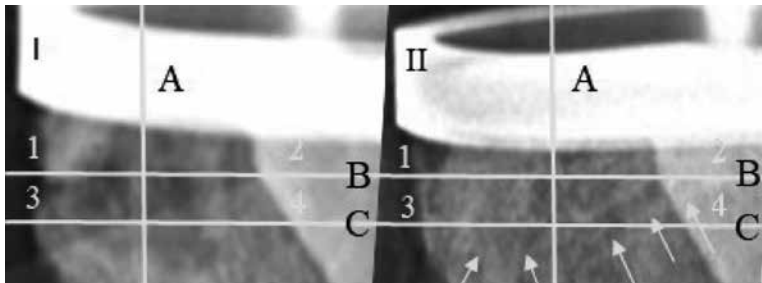


Рисунок 15 – Ремоделирование костного аутотрансплантата в реципиентном ложе на рентгенографии коленного сустава с масштабом 1:6: I – перед выпиской пациента из стационара, II – через 12 месяцев после операции

Через 12 месяцев после операции (II), в зонах 1 и 2 сохранившееся отсутствие рентгенпрозрачной линии говорит о состоятельности аутотрансплантата и отсутствии признаков расшатывания компонента. В зонах 3 и 4 уже не прослеживается граница «трансплан-

тат – кость», плотность трансплантата и реципиентной кости во всех 4 зонах стала однородной, а единая архитектура костных трабекул интегрировалась ниже 3 и 4 зоны (стрелки).

Согласно используемой классификации такая рентгенологическая картина изменения аутооттрансплантата говорит об очевидном ремоделировании аутооттрансплантата в кость реципиента.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При наличии малых и средних костных дефектов медиального мыщелка большеберцовой кости, сопровождающихся варусной деформацией средней степени тяжести, использование ревизионных конструкций эндопротезов коленного сустава не целесообразно.

2. У пациентов с малыми и средними костными дефектами медиального мыщелка большеберцовой кости целесообразно использовать заднестабилизированные эндопротезы и при проведении обработки бедренной кости под межмышечковый бокс сохранить полученную костную ткань в виде параллелепипеда размерами $53 \times 23 \times 25$ мм для использования ее на этапе обработанной большеберцовой кости для пластики дефектов.

3. После стандартной резекции большеберцовой кости в проекции дефекта рекомендуется выполнить удаление склероза с формированием стандартного паза в варианте фронтального упора размерами 23×25 мм с установкой в него ранее заготовленной в виде параллелепипеда кости без дополнительной фиксации с последующей ее резекцией согласно плоскости, ранее подготовленного плато большеберцовой кости.

4. После эндопротезирования коленного сустава у пациентов с малыми и средними костными дефектами медиального мыщелка большеберцовой кости период реабилитации проводить в рамках стандартного протокола.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Операция эндопротезирования коленного сустава окончательно завоевала первое место в завершающем хирургическом лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава (Жумабеков С.Б. и соавт., 2022; Robertsson O. et al., 2011; Stoddart J.C. et al., 2021). По разным источникам литературы при гонартрозе частота встречаемости деформации нижних конечностей с наличием костных дефектов составляет от 25 до 31% [28]. Одна из обязательных задач, которую необходимо выполнить при первичном эндопротезировании коленного сустава, – это создание долговременной надежной опоры для компонентов эндопротеза. Возникшие костные дефекты в проекции будущей установки компонентов эндопротеза создают для выполнения этой задачи проблемы. К имеющимся вариантам замещения дефекта относят: цементную пластику с армированием или без, костную аутопластику, замещение металлическим блоком, костную аллопластику. Все перечисленные методы восполнения костного дефицита при первичном эндопротезировании коленного сустава имеют свои преимущества и недостатки. А объем имеющегося костного дефекта может ограничивать применения некоторых методов пластик, поэтому используемые методы могут успешно взаимно дополнять друг друга.

За последнее десятилетие во всем мире увеличилось количество операций в объеме тотального эндопротезирования крупных суставов. Хотя изначально этот вид оперативного лечения разрабатывался для пожилых людей старше 70 лет (Ravi B. et al., 2012). Это говорит о том, что все больше людей сталкиваются с показаниями к выполнению первичного эндопротезирования в более молодом возрасте (Bozic K.J. et al., 2015). С увеличением роста первичного эндопротезирования коленного сустава закономерно увеличивается и количество ревизионных вмешательств (Бовкис Г.Ю. и соавт., 2020; Rudert M. et al., 2015; Tian F. et al., 2018). Расширение этиологии выполнения ревизионных оперативных вмешательств напрямую зависит от самого роста количества выполняемых первичных операций, от увеличения среднего периода жизни населения и роста количества выполняемых операций у людей более молодого возраста (Weinstein A.M. et al., 2013).

На фоне увеличения роста ревизионного эндопротезирования и неизбежного старения населения с увеличением продолжительности жизни, ожидания пациентов остаются повышенными, вследствие чего любое хирургическое решение должно быть проверенным и взвешенным (Mirza A.H., Sadiq S.A., 2021).

Не исключено, что множественные ревизионные операции станут для пациентов обыденным делом, а это, в свою очередь, станет проблемой для здравоохранения в виду дополнительных финансовых затрат. Поэтому выполнение аутопластики костного дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава является экономически выгодным вариантом, который повышает жизнеспособность любой последующей реконструкции у этих пациентов.

При первичном эндопротезировании коленного сустава использование металлических блоков или цемента для пластики костного дефекта создает условия для формирования костного дефекта при последующих ревизионных операциях на коленном суставе, так как цемент и аугмент не способны перестроиться в костную ткань, в отличие от аутотрансплантата, который несет в себе биологическую основу для восполнения костного дефекта. И поэтому применение аутопластики для замещения дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава увеличивает шансы при возникшей необходимости выполнить консервативную ревизию, сведя до минимума агрессивное воздействие на интактные прилежащие мягкие ткани и костные структуры, что особенно важно у более молодых пациентов.

Для выполнения аутопластики дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава использовали разработанный в клинике метод [27]. Основное техническое отличие от других методов аутопластики костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава заключается в отсутствии третьего элемента для дополнительных фиксаций трансплантата.

Таким образом, выполнение первичного эндопротезирования коленного сустава с разработанным и обоснованным способом аутопластики является вариантом кость сберегающих технологий, что особенно важно у пациентов молодого возраста. Обоснованность аутопластики подтверждена хорошими и отличными среднесрочными функциональными результатами и полным ремоделированием аутотрансплантата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Джигкаев, А. Х.** Опыт применения модульных блоков для замещения костных дефектов медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава / А. Х. Джигкаев, А. В. Каземирский, П. М. Преображенский // Травматология и ортопедия России. – 2012. – Т.63, № 1. – С. 22–29.
2. **Bilgen, M. S.** Short-term results of the management of severe bone defects in primary TKA with cement and K-wires / M. S. Bilgen, G. Eken, N. Guney // *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. – 2017. – Vol. 51, № 5. – P. 388-392. DOI: 10.1016/j.aott.2017.02.002.
3. **Zheng, C.** Finite element assessment of the screw and cement technique in total knee arthroplasty / C. Zheng, H. Y. Ma, Y. Q. Du [et al.] // *BioMed Research International*. – 2020. – Vol. 2020. – 3718705. DOI: 10.1155/2020/3718705.
4. **Fehring TK, Peindl RD, Humble RS, Harrow ME, Frick SL.** Modular tibial augmentations in total knee arthroplasty // *Clin Orthop Relat Res*. 1996; 327:207–217. DOI: 10.1097/00003086-199606000-00026.
5. **Brown, N.M.** The Use of trabecular metal cones in complex primary and revision total knee arthroplasty / N. M. Brown, J. A. Bell, E. K. Jung[et al.] // *Journal Arthroplasty*. – 2015. – Vol. 30, № 9. – P. 90-93. DOI: 10.1016/j.arth.2015.02.048.
6. **Zanirato, A.** Metaphyseal cones and sleeves in revision total knee arthroplasty: Two sides of the same coin? Complications, clinical and radiological results-a systematic review of the literature / A. Zanirato, M. Formica, L.Cavagnaro [et al.] // *Musculoskelet Surgery*. – 2020. – Vol. 104, № 1. – P. 25-35. DOI: 10.1007/s12306-019-00598-y.
7. **Aggarwal, A. K.** Managing bone defects in primary total knee arthroplasty: options and current trends / A. K. Aggarwal, V. Baburaj // *Musculoskelet Surgery*. – 2021. – Vol. 105, №1. – P. 31-38. DOI: 10.1007/s12306-020-00683-7.
8. **Stockley, I.** Allograft reconstruction in total knee arthroplasty / I. StockleyI, J. P. McAuley, A. E. Gross // *Bone and Joint Journal Br*. – 1992. – Vol. 74, № 3. – P. 393-397. DOI: 10.1302/0301-620X.74B3.1587885.

9. **Parks, N. L.** Histology of nine structural bone grafts used in total knee arthroplasty / N. L. Parks, G. A. Engh // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1997. Vol. 345. – P. 17-23.

10. **Windsor, R. E.** Bone grafting of tibial defects in primary and revision total knee arthroplasty / R. E. Windsor, J. N. Insall, T. P. Sculco // *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. – 1986. – Vol. 205. – P. 132-137.

11. **Рева, М. А.** Результаты лечения больных гонартрозом методом тотального эндопротезирования коленного сустава с применением костной аутопластики / М. А. Рева, О. К. Чегуров // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 2. – С. 97.

12. **Ahmed, I.** Autogenous bone grafting of uncontained bony defects of tibia during total knee arthroplasty a 10-year follow up / I. Ahmed, M. Logan, F. Alipour [et al.] // *Journal Arthroplasty*. – 2008. – Vol. 23, № 5. – P. 744-750. DOI: 10.1016/j.arth.2007.08.021.

13. **Yoon, J. R.** Use of autogenous onlay bone graft for uncontained tibial bone defects in primary total knee arthroplasty / J. R. Yoon, I. W. Seo, Y. S. Shin // *BMC Musculoskelet Disorders*. – 2017. – Vol. 18, № 1 – P. 502. DOI: 10.1186/s12891-017-1826-4.

14. **Гиркало, М. В.** Комбинированная пластика метаэпифизарных костных дефектов при эндопротезировании коленного сустава с применением костнопластического биоматериала / М. В. Гиркало, М. А. Гаврилов, В. В. Козлов // *Саратовский научно-медицинский журнал*. – 2012. – Т. 8, № 4. – С. 971–974.

15. **Sohn, J. M.** Autologous impaction bone grafting for bone defects of the medial tibia plateau during primary total knee arthroplasty: propensity score matched analysis with a minimum of 7-year follow-up / J. M. Sohn, Y. In, S. H. Jeon [et al.] // *Journal Arthroplasty*. – 2018. – Vol. 33, № 8. – P. 2465-2470. DOI: 10.1016/j.arth.2018.02.082.

16. **Morgan-Jones, R.** Zonal fixation in revision total knee arthroplasty / R. Morgan-Jones, S. I. Oussedik, H. Graichen, F. S. Haddad // *Bone and Joint Journal Br*. – 2015. – Vol. 97, № 2. – P. 47-49. DOI: 10.1302/0301-620X.97B2.34144.

17. **Sugita, T.** Autologous morselised bone grafting for medial tibial defects in total knee arthroplasty / T. Sugita, T. Aizawa, A. Sasaki [et al.] //

Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong). – 2015. – Vol. 23, № 2. – P. 185-189. DOI: 10.1177/230949901502300214.

18. **Корнилов, Н. Н.** Замещение костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава / Н. Н. Корнилов, Т. А. Куляба, Р. М. Тихилов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2008. – Т. 47, № 1. – С. 76-81.

19. **Тихилов, Р. М.** Отдаленные результаты применения костной аутопластики при эндопротезировании коленного сустава / Р. М. Тихилов, А. В. Каземирский, П. М. Преображенский [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2010. – Т. 57, № 3. – С. 21–27.

20. **Tanwar, Y. S.** Mid-term results of impaction bone grafting in tibial bone defects in complex primary knee arthroplasty for severe varus deformity / Y. S. Tanwar, Y. Kharbanda, H. Bhargava [et al.] // SICOT J. – 2019. – Vol. 5. – P. 2. DOI: 10.1051/sicotj/2018056.

21. **Tigani, D.** Total knee arthroplasty for post-traumatic proximal tibial bone defect: three cases report / D. Tigani, D. Dallari, C. Coppola [et al.] // The Open Orthopaedics Journal. – 2011. – Vol. 14, № 5. – P. 143-150. DOI: 10.2174/1874325001105010143.

22. **de Waal Malefijt, M. C.** Bone grafting in cemented knee replacement. 45 primary and secondary cases followed for 2-5 years / M. C. de Waal Malefijt, A. van Kampen, T. J. Slooff // Acta Orthopaedica Scandinavica. – 1995. – Vol. 66, № 4. – P. 325-328. DOI: 10.3109/17453679508995554.

23. **de Waal Malefijt, M. C.** Bone grafting in cemented knee replacement. 45 primary and secondary cases followed for 2-5 years / M. C. de Waal Malefijt, A. van Kampen, T. J. Slooff // Acta Orthopaedica Scandinavica. – 1995. – Vol. 66, № 4. – P. 325-328. DOI: 10.3109/17453679508995554.

24. **Gie, G. A.** Impacted cancellous allografts and cement for revision total hip arthroplasty / G. A. Gie, L. Linder, R. S. Ling [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery Br. – 1993. – Vol. 75, № 1. – P. 14-21. DOI: 10.1302/0301-620X.75B1.8421012.

25. **Totoribe, K.** Finite element analysis of the tibial bone graft in cementless total knee arthroplasty / K. Totoribe, E. Chosa, G. Yamako [et al.] // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. – 2018. – Vol. 13, № 1. – P. 13. DOI: 10.1186/s13018-018-0830-1.

26. **Ewald, F. C.** The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system / F. C. Ewald // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 1989. – Vol. 248. – P. 9-12.

27. **Баитов, В. С.** Аутопластика костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава / В. С. Баитов, М. Б. Гуражев, В. М. Прохоренко // Современные проблемы науки и образования. - 2017. - № 6. - С. 19.

28. **Гуражев, М. Б.** Методы замещения костного дефицита большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава: систематический обзор литературы / М. Б. Гуражев, В. С. Баитов, А. Н. Гаврилов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27, № 3. – С. 173–188. DOI:10.21823/2311-2905-2021-27-3-173-188.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

(один правильный ответ)

1. Самая первая классификация костных дефектов при эндопротезировании коленного сустава:

- А. L.D. Dorr
- Б. J.N. Insall
- В. AORI

2. Решающая роль для определения размера дефекта принадлежит характеристике:

- А. глубине дефекта
- Б. площади дефекта
- В. давности дефекта

3. Оптимальный объем медиального костного дефекта большеберцовой кости для выполнения цементной пластики по Insall должен быть:

- А. большим
- Б. средним
- В. малым

4. Оптимальный объем медиального костного дефекта большеберцовой кости для выполнения аутопластики по Insall должен быть:

- А. средним
- Б. средним и большим
- В. малым и средним

5. Оптимальный объем медиального костного дефекта большеберцовой кости для выполнения пластики при помощи металлических аугментов по Insall должен быть:

- А. средним
- Б. средним и большим
- В. малым и средним

6. Наличие риска резорбции трансплантата и риск передачи инфекционных заболеваний относится к недостаткам метода пластики костного дефекта:

- А. аллопластики
- Б. цементной пластики
- В. аутопластики

7. Степень связанности эндопротеза при первичном эндопротезировании коленного сустава зависит от:

- А. глубины дефекта
- Б. площади дефекта
- В. целостности коллатеральных связок

8. Использование удлиняющей ножки эндопротеза необходимо при вовлечении дефекта в зону:

- А. эпифизарную
- Б. метафизарную
- В. верны оба варианта

9. Какой метод замещения малого костного дефекта по Insall является предпочтительным у более молодых пациентов?

- А. цементная пластика
- Б. металлический аугмент
- В. аутопластика

(два правильных ответа)

10. Какие варианты изменения трансплантата являются самыми оптимальными при использовании метода аутопластики костного дефекта по классификации de Waal Malefijt M.C:

- А. очевидное ремоделирование
- Б. склерозирование трансплантата
- В. застывшее ремоделирование
- Г. полная резорбция трансплантата

(три правильных ответа)

11. Преимущество метода аутопластики костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании:

- А. биосовместимость
- Б. экономичность
- В. универсальность применения по отношению к объему дефекта
- Г. несет в себе стратегию «плюс костная ткань»
- Д. отсутствие риска для несращения с костью реципиента

Ответы к тестовым вопросам

**1 – А; 2 – Б; 3 – В; 4 – В; 5 – Б;
6 – А; 7 – В; 8 – Б; 9 – В; 10 – А,В; 11 – А,Б,Г.**

Учебное пособие

Гуражев Михаил Борисович
Баитов Владислав Сергеевич
Корыткин Андрей Александрович
Павлов Виталий Викторович

АУТОПЛАСТИКА МЕДИАЛЬНОГО КОСТНОГО
ДЕФЕКТА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ
ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ
КОЛЕННОГО СУСТАВА

Подписано в печать 18.04.2025

Формат 60 x 84/16.

Тираж 100 экз.

Заказ № 10560.

ISBN 978-5-6051722-9-1



9 785605 172291