

# ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

## FEATURES OF VARIOUS METHODS FOR REPLACING BONE DEFECTS IN REVISION ARTHROPLASTY OF THE KNEE JOINT

**A. Lychagin  
Pang Zhengyu**

*Summary.* The deficiency of bones is a major problem it hinders alignment of implant and prevents stabilization of the bone-implant interface in revision total knee arthroplasty (TKA). Treatments to the bone defects are numerous, they include such treatments as: bone cement, bone cement with a screw, structural allografts, tantalum and metal augments. Different techniques are used depending on placement and size of defect. Big defects usually repaired using structural allografts and metal augments. Small defects are most commonly treated with bone cement, bone cement with a screw, structural allografts.

The latest addition to the treatment methods were highly porous osteoconductive tantalum which are used in cases of major bone defects. In this paper were reviewed pros and cons of each method for bone defect management in revision TKA.

*Keywords:* arthroplasty, replacement, knee; bone cements; bone transplantation; reoperation; tantalum.

**Лычагин Алексей Владимирович**

*Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО Первый МГМУ  
им. И. М. Сеченова Минздрава России*

**Пан Чжэньюй**

*Аспирант, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им.И.М. Сеченова  
Минздрава России  
pzyugogogo@gmail.com*

*Аннотация.* Дефицит кости препятствует выравниванию имплантата и стабилизации границы раздела между костной тканью и имплантатом тотальной артропластики коленного сустава (ТКА). Лечение костных дефектов включает костный цемент, костный цемент с винтом, металлические аугменты, имплантация аллотрансплантата кости, структурные аллотрансплантаты и тантал, в зависимости от места и размера дефектов. Мелкие дефекты обычно исправляют цементом, цементом плюс винтами или имплантацией аллотрансплантата кости. Крупные дефекты ремонтируются структурными аллотрансплантатами или металлическими дополнениями. Так же в последние десятилетия были разработаны высокопористые остеопроводящие танталы. В данной статье были рассмотрены плюсы и минусы каждого метода для исправления дефектов кости.

*Ключевые слова:* эндопротезирование, замена коленного сустава; костный цемент; пересадка костей; тантал.

**Ц**елью ревизионной тотальной артропластики коленного сустава (ТКА) является — создать устойчивое, не причиняющее боли колено с правильным расположением и правильным соединением. Костный дефицит препятствует правильному выравниванию и стабилизации имплантата.

Причины потери костной массы в ситуации ревизии включают реакцию на стресс, остеолит, инфекцию, потерю механической кости, вызванную незакрепленным имплантатом, и ятрогенную потерю при удалении имплантата.

Тщательное предоперационное планирование важно, но истинный размер костного дефекта обычно недооценивается. Лечение дефектов кости включает костный цемент, костный цемент с винтовым усилением, металлические аугменты, имплантация аллотрансплантата кости, структурные аллотрансплантаты

и тантал, в зависимости от местоположения и размера дефектов.

Механическая устойчивость и долгосрочность каждого метода лечения далеко не всегда освещаются. Поэтому, в данной статье подвергается рассмотрению, плюсы и минусы каждого метода лечения дефекта кости в ревизии ТКА.

### Костный цемент

Проводились исследования в которых сравнивались 5 разных техник для реконструкции костных дефектов, смещение элементов тibia при аксиальной и вальгусной нагрузке, соответственно были 100% и 100% для конструкций из только цемента, 70% и 72% для цемента с добавлением винта, 32% и 44% для полиметилметакрилатового клина (PMMA), 17% и 32% для металлического клина и 9% и 17% для импланта изготовленного на заказ.

Конструкция из исключительно цемента обеспечивает наименьшую стабильность. Однако, цемент достигает такой же стабильности, как и структурная аллотрансплантация при использовании для 4-мм медиального дефекта большеберцовой кости. Цемент универсален и может быть использован, для различных по размеру и форме, дефектов. Рекомендуются для лечения небольших локальных дефектов, таких как (AORI) Тип-1 Андерсонского Ортопедического Научно-исследовательского института или кистозных дефектов. В ходе рассматриваемых исследований 59 колен с дефектами от 10 до 20 мм или больше 20 мм лечились с помощью цемента и наблюдались после этого 7 лет. Не прогрессирующие рентгенопрозрачные линии были замечены в 43 коленях, но только одно из них начало вызывать проблемы и потребовало проведение повторной операции. Не наблюдалось никакой корреляции между рентгенопрозрачными линиями и симптомами. Долговременные результаты цемента удовлетворительны, когда костные дефекты не превышают 20 мм и затрагивают не больше 50% любого из плато. Среди 54 наблюдаемых в исследовании пациентов с AORI первого типа за дефектами наблюдали 7 лет и у всех пациентов наблюдалось улучшение. У 8 больных ТКА с ревматоидным артритом, дефекты на медиальной плато большеберцовой кости были восстановлены с помощью костных цементов, не прогрессивное ослабление не наблюдалось в среднем 2,5 года. Заполнение Цементом может быть использовано для большеберцового дефицита размером <5 мм. Кортикальная оболочка в проксимальной части большеберцовой кости эпифиза, как правило, <1,5 мм что гораздо тоньше, чем 5 мм при применении техники цемента. В клинической практике слой костного цемента для ремонта кортикальных дефектов гораздо тоньше, чем 5 мм. Лечение других дефектов кости (для опухолей) также достигают аналогичных удовлетворительных биомеханические и клинических исходов. Цемент не является биологическим материалом и может привести к термальному некрозу окружающей кости и проблемам с подачей кровоснабжения, что может являться причиной для ослабления протезов. Чем больше дефект, тем больше объема используемого цемента и тем большее количество тепла, выделяющееся при цементных наборах, и тем больше риск термического некроза. Рентгенопрозрачные линии на интерфейсе костных дефектов не являются проблемой, если они не > 2 мм. Лучшие методы цементирования такие как санация с пульсирующим лаважем или нагнетание цемента под давлением может все свести к минимуму просветления.

#### Костный цемент с винтами

Для небольших, локальных костных дефектов, цемент с винтовой фиксацией приводит к 30% уменьшению случаев смещения протеза, чем цемента в одиночку сделал в реконструкции клином дефекта большеберцо-

вой. Титановый винт помещают в дистальной мышечке бедренной кости, чтобы усилить цемент и поддерживать недостающий мышечок, когда бедренные порезы фаски не обеспечивают должной стабильности и один из дистальных бедренных мышечков недостаточен. Винт должен быть вставлен на такую глубину, чтобы его головка не контактировала с протезом. Цемент с винтом рекомендуется для Aori типа-1 дефектов (небольшие дефекты костей) при использовании стандартных имплантатов. Это надежный, воспроизводимый, легко выполняемый, и недорогой метод. Нет никаких признаков выхода из строя после 15 лет. В 57 пациентов с дефектами большеберцовой кости (средняя высота, 9 мм), наблюдались как минимум 3 года, 25% имели не прогрессирующие просветление на границе костного цемента, но ни один из компонентов не вышел из строя. Не было прогрессирования рентгенопрозрачности линий ни в костном-цементе, ни в цементном-интерфейсе протеза после 7 лет. Рентгенопрозрачность, возможно, уже существовала во время операции в основном из-за плохого проникновения цемента в склеротическую кость. Этот метод рекомендуется для большеберцовых дефектов от 5 до 10 мм в высоту. В ТКА с костными дефектами большеберцовой кости фиксированных с цементом и винтами, и затем наблюдаемые в среднем в течение 28 месяцев, средняя оценка колена и функциональная оценка значительно улучшились, и никаких рентгенопрозрачных линий не было обнаружено между протезом и цементом. Только 8 пациентов имели непрогрессивный линий просветления в интерфейсе костного цемента. Применение этого метода при больших костных дефектах не рекомендуется. Оно также несет в себе риск термического некроза и рентгенопрозрачность в костном интерфейсе цемента.

#### Структурная аллотрансплантата

Структурные Аллотрансплантаты обеспечивают стабильную и длительную реконструкцию большого или сегментного дефицита костной ткани. Они могут быть блоками материала и могут соответствовать с дефектами различной формы. Бедренные головки, дистальные бедренные сегменты, и проксимальные сегменты большеберцовых наиболее часто используются. Структурные Аллотрансплантаты могут встраиваться в несущие кости и это обеспечивают некоторую защиту нагрузки на имплантат. Они работают таким образом, аналогично биологической привязанности связок и сухожилий. Первые результаты сопоставимы с результатами традиционной реконструкцией с помощью металлического усиления. В опубликованных исследованиях, из 24 колен, со структурным костным трансплантатом для большеберцовых дефектов, в первичном или ревизионном ТКА, 19 из 22 достигли объединения кости и реваскуляризация костных трансплантатов без клинического

Область	Преимущества	Недостатки
Цемент.	Эффективен при лечении небольших, локальных дефектов, удобен в применении.	Риск некрозиса; Рентгенопрозрачный цемент используется только при небольшом дефекте.
Цемент + болт.	Лучшие биомеханические свойства по сравнению с цементом; Используются при заполнении 5–10 мм дефектов.	Риск некрозиса; Рентгенопрозрачность.
Металлические усиления.	Разные размеры и формы; Достаточная биомеханическая поддержка.	Фреттинг и коррозия; Потенциальная потеря костной массы в долгосрочной перспективе.
Структурные аллотрансплантаты	Физиологические материал; Ремонт большого дефекта кости; Осseoинтеграция; Потенциально может увеличить костный запас.	Возможность передачи инфекций; Иммунология; Шанс перелома при износе.
Тантал	Биосовместимость; Биоактивность; Низкий модуль упругости; Высокие фрикционные характеристики; Высокая объемная пористость	Не популярное решение; Дорогое решение, которое используется только при тяжелых случаях.

коллапса после 3-х до 6-ти лет, в то время как остальные 2 не срослись, с коллапсом в одном из них. Структурные костные трансплантаты рекомендуются для большеберцовой дефектов, связанных с  $\geq 50\%$  от костистой поддержки любого плато большеберцовой кости. Из 35 колен ей с костным дефицитом тибии AORI типа-3, которые лечились с помощью структурных аллотрансплантатов, не один из пациентов не столкнулся коллапсом трансплантата или асептическим расшатыванием в течение следующих 95 месяцев. Были использованы 13 дистальных бедренные аллотрансплантатов для реконструкции крупных неконтролируемых дефектов; все аллотрансплантаты достигли включения в кость, и никакого обвала или инфекции не произошло после того, как один год они проходили наблюдение у своих врачей. У пациентов с ожидаемой продолжительностью жизни  $> 10$  лет, структурные костные трансплантаты для восстановления костной ткани является предпочтительным методом. Тем не менее, в случаях инфекции, использование антибактериального костного цемента является более безопасным вариантом. Предложение на аллотрансплантаты обычно не может удовлетворить спрос, особенно если речь идет о странах 3-го мира. В некоторых случаях еще больше кости жертвуются на то чтобы издать интерфейс гладким, что может только увеличить костный дефект. Аллотрансплантаты так же несут в себе риск передачи бактериальной или вирусной инфекции и такие биологические осложнения как иммунная реакция, отторжение импланта организмом, разрушение имплантата, смещение нагрузки. Безопасность аллотрансплантатов зависит от процесса стерилизации, который может навредить биологическим тканям и биомеханике.

## Тантал

Пористый тантал представляет собой относительно новое решение для восстановления костных дефектов в ТКА; он имеет взаимосвязанную пористую структуру со средним диаметром пористости приблизительно 400 микрон. Существующие конструкции для ортопедических имплантатов имеют высокую объемную пористость (70–80%) для врастания кости, с низким модулем упругости (3 МПА) и высокими фрикционными характеристиками, что делает этот металл способствующим биологической фиксации. Низкий модуль упругости таких компонентов обеспечивает большую передачу нагрузки и сохранение костной массы. Тантал не вступает в реакцию и не раздражает телесные жидкости; в естественных условиях дает отличную биосовместимость (например, с пейсмекерными электродами, краниопластиками пластин, и в качестве рентгеноконтрастных маркеров). Трабекулярные металлические конусы помогают реконструировать большие полостные дефекты; эти имплантат, наряду со смещением стеблей, при необходимости, могут устранить потребность в обширных костных пластиках или аллотрансплантациях. Его воссоздает кортикальный обод в проксимальном отделе большеберцовой кости и обеспечивает стабильную платформу для конечного большеберцового компонента; различные формы могут охватывать как губчатую потерю костной массы так и кортикальные дефекты. Дистальные бедренные конуса восстанавливают метафизарно-диафизарное соединение и создают стабильную основу для бедренного компонента; эти модульные конструкции поглощают сжимающие нагрузки и обеспечивают структурную и механическую поддерж-

ку. Клинические данные поддерживают его использование в качестве альтернативы традиционным ортопедическим материалам для имплантов. При 15 ревизий ТКА (8 коленей имели Aog1 тип-3 дефект и 7 коленей имели костный дефект типа 2B) с использованием пористых танталовых метафиза конусов, средние показатели значительно улучшились спустя 34 месяца. Все колени показали наличие костной интеграции с реактивным образованием костных трабекул в точках соприкосновения с голенью; не было никаких свидетельств рыхления или миграции любой из большеберцовой реконструкции. В 16 ревизиях ТКА с использованием

пористых танталовыми большеберцовые конусов для Aog1 типа-T2 и -T3 костных дефектов, 89 рентгенограммы показала, восстановление линии сустава, нейтральной механической оси, и признаков стабильной остеоинтеграции конуса в среднем через 31 месяцев. Все трабекулярные металлические компоненты стабилизировались в конечном итоге. Тантал обладает превосходными остеокондуктивными свойствами, но его высокая стоимостью является проблемой. Долгосрочное наблюдение и сравнение с альтернативными реконструктивными методами необходимо чтобы оценить его истинную эффективность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куляба Т. А., Корнилов Н. Н., Тихилов Р. М., Каземирский А. В., Засульский Ф. Ю., Селин А. В., Печинский А. И., Петухов А. И.// Эндопротезирование коленного сустава с использованием шарнирных имплантатов, 2002.
2. Д. Дж. Джакофски, Э. К. Хедли; Пер. с англ.; Под ред. Н. В. Загороднего// Ревизионное эндопротезирование коленного сустава. Руководство, 2015, под издательством ГЭОТАР-Медиа.
3. Fehring TK, Christie MJ, La vernia C, Mason JB, McA uley JP, MacDonald SJ, et al. Revision total knee arthroplasty: planning, management, and controversies. Instr Course Lect 2008;57:341–63.
4. Munjal S, Phillips MJ, Kr ackow KA. Revision total knee arthroplasty: planning, contro versies, and management — infection. Instr Course Lect 2001;50:367–77.
5. Clarke HD, Scuderi GR. Revision total knee arthroplasty: planning, management, contro versies, and surgical approac hes. Instr Course Lect 2001;50:359–65.
6. Completo A, Simoes J A, F onseca F. Revision total knee arthroplasty: the influence of femor al stems in load sharing and stability. Knee 2009;16:275–9.
7. Sydney SE, Pic kering SA, Bell CG, Cr awford R. Reducing metal debris gener ation during total knee arthroplasty. Orthopedics 2007;30:999–1000.
8. Gotterson PR, Nusem I, P earcy MJ, Cr awford RW. Metal debris from bon y resection in knee arthroplasty — is it an issue? Acta Orthop 2005;76:475–80.
9. Mountney J, W ilson DR, P aice M, Masri B A, Greidanus NV. T he effect of an augmentation patella prosthesis v ersus patelloplasty on revision patellar kinematics and quadriceps tendon for ce: an ex vi o stud y. J Arthroplasty 2008;23:1219–31.
10. Completo A, Simoes J A, F onseca F, Oli veira M. T he influence of different tibial stem designs in load sharing and stability at the cement-bone interface in revision TKA. Knee 2008;15:227–32.
11. Toms AD, McClelland D, Chua L, de W aal Malefijt M, V erdonschot N, Spencer J ones R, et al. Mec hanical testing of impaction bone grafting in the tibia: initial stability and design of the stem. J Bone Joint Surg Br 2005;87:656–63.
12. Linder L. Cancellous impaction gr afting in the human femur: histological and r adiographic observ ations in 6 autopsy femurs and 8 biopsies. Acta Orthop Scand 2000;71:543–52.
13. Tsiridis E, Narv ani AA, Haddad FS, T imperley J A, Gie GA. Impaction femor al allogr afting and cemented revision for periprosthetic femoral fractures. J Bone Joint Surg Br 2004;86:1124–32.
14. Tang T, Dai K, Zhu N, Chen Y. A histomorphometric and molecular stud y on stress adaptability of freeze-dried bone allogr aft. Chin Med J (Engl) 2001;114:1189–92.
15. Yan CH, Chiu KY, Ng TP, Ng FY. Revision total hip arthroplasty with femor al impaction bone gr afting. J Orthop Surg (Hong K ong) 2010;18:303–8.
16. Roffman M, Silbermann M, Mendes DG. V iability and osteogenicity of bone gr aft coated with meth ylmethacrylate cement. Acta Orthop Scand 1982;53:513–9.
17. Frei H, O'Connell J, Masri B A, Duncan CP, Oxland TR. Biological and mec hanical c hanges of the bone gr aft-cement interface after impaction allografting. J Orthop Res 2005;23:1271–9.
18. Ling RS, T imperley AJ, Linder L. Histology of cancellous impaction gr afting in the femur. A case report. J Bone J oint Surg Br 1993;75:693–6.
19. Nelissen RG, Bauer TW, W eidenhielm LR, LeGolvan DP, Mikhail WE. Revision hip arthroplasty with the use of cement and impaction grafting. Histological analysis of four cases. J Bone Joint Surg Am 1995;77:412–22.

© Лычагин Алексей Владимирович, Пан Чжэной ( pzygogogo@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»