

## КОСТНАЯ АЛЛОПЛАСТИКА ПРИ РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА: ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНОГО ТРАНСПЛАНТАТА ЧЕРЕЗ 54 МЕСЯЦА ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ

Т.А. Куляба<sup>1</sup>, Н.Н. Корнилов<sup>1,2</sup>, Г.Ю. Бовкис<sup>1</sup>, И.И. Кроитору<sup>1</sup>, В.П. Румакин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России  
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»  
Минздрава России  
Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

### Реферат

Компенсация обширных костных дефектов третьего типа по классификации AORI является сложнейшей проблемой ревизионного эндопротезирования коленного сустава. В данной ситуации у хирурга есть три возможности: использование металлических конусов/втулок, а при отсутствующих метаэпифизах – структурных аллотрансплантатов или мегапротезов, применяемых при опухолевых поражениях костей. Большое значение имеют процессы, происходящие в массивных структурными аллотрансплантатах, имплантированных в организм человека и находящихся в нем продолжительное время.

Авторами представлен опыт лечения пациентки, страдающей ревматоидным артритом с тотальным поражением коленного сустава, подвергшейся многократным ревизионным вмешательствам, последние два из которых выполнены с использованием массивных структурных аллотрансплантатов бедренной кости. Проведенное нами детальное морфологическое исследование массивного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости через 54 месяца после его имплантации показало, что тканевые реакции на границе с аллокостью происходят в форме поверхностного врастания соединительной ткани и сосудов в костную ткань трансплантата с частичной его перестройкой в костную ткань на границе с костью реципиента. Тем не менее, основная масса губчатого аллотрансплантата остается без изменений даже спустя 54 месяца после операции.

**Ключевые слова:** ревизионное эндопротезирование коленного сустава, компенсация костных дефектов, костные аллотрансплантаты.

DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-122-130.

## Bone Allografting in Revision Knee Arthroplasty: Histological Characteristics of Structural Allografts 54 Months Follow up

T.A. Kuliaba<sup>1</sup>, N.N. Kornilov<sup>1,2</sup>, G.Y. Bovkis<sup>1</sup>, I.I. Croitoru<sup>1</sup>, V.P. Rumakin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

<sup>2</sup> Mechnikov North-Western State Medical University  
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russia

### Abstract

Compensation of large bone defects by AORI third type classification is the most difficult problem the audit knee arthroplasty. In this situation, the surgeon have to choose between three possibilities: to use metal cones/sleeves, and, in cases with severely damaged metaepiphysis, to use structural allografts or oncological megaimplants. No doubt, it is interesting to follow the processes that are taking place with massive structural allografts implanted into the human body long time ago.

This article presents the case study of the rheumatoid arthritis patient's treatment with a severe lesion of the knee joint, subjected to repeated revision surgeries, last two of which are made with the use of massive structural allograft of femur. Morphological study of a massive distal femur allograft in 54 months after surgery showed that superficial

Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Бовкис Г.Ю., Кроитору И.И., Румакин В.П. Костная аллопластика при ревизионном эндопротезировании коленного сустава: гистологическая характеристика структурного трансплантата через 54 месяца после имплантации. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(4):122-130. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-122-130.

**Cite as:** Kuliaba T.A., Kornilov N.N., Bovkis G.Y., Croitoru I.I., Rumakin V.P. [Bone Allografting in Revision Knee Arthroplasty: Histological Characteristics of Structural Allografts 54 Months Follow up]. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016;22(4):122-130 (in Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-122-130.

Бовкис Геннадий Юрьевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия/Gennady Y. Bovkis. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: dr.Bovkis@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 06.09.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 10.10.2016.

ingrowth of connective tissue and blood vessels happens on the allograft's border with its partial restructuring of the bone tissue at the border with the recipient bone. However, the most of allograft remains unchanged even after 54 months after surgery.

**Keywords:** revision knee arthroplasty, bone defects compensation, bone allografts.

DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-122-130.

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Эндопротезирование коленного сустава становится все более распространенным методом лечения широкого спектра заболеваний и последствий травм коленного сустава. С ростом количества операций первичного эндопротезирования неуклонно возрастает число ревизионных вмешательств. В настоящее время их доля достигает 6–8% от общего числа артропластик [8, 13, 2], а к 2030 г. прогнозируемый рост абсолютного числа ревизий составит 600% [11].

Ревизионное эндопротезирование коленного сустава ставит перед хирургом ряд сложнейших задач, одной из которых является компенсация костных дефектов мышечков бедренной и большеберцовой костей, возникших в результате остеолита, асептического расшатывания и удаления компонентов имплантата [16, 4].

При дефектах I и II типа по классификации AORI в ходе ревизионной операции применяют различные способы компенсации дефицита костной массы (костная ауто- и аллопластика, цемент, металлические модульные конструкции), обладающие определенными преимуществами и недостатками, детально освещенными в отечественной и зарубежной литературе [10, 12, 14, 15].

Для компенсации дефектов III типа используют массивные аллотрансплантаты, металлические конусы/втулки, онкологические или индивидуально изготавливаемые эндопротезы [3, 5, 17, 18].

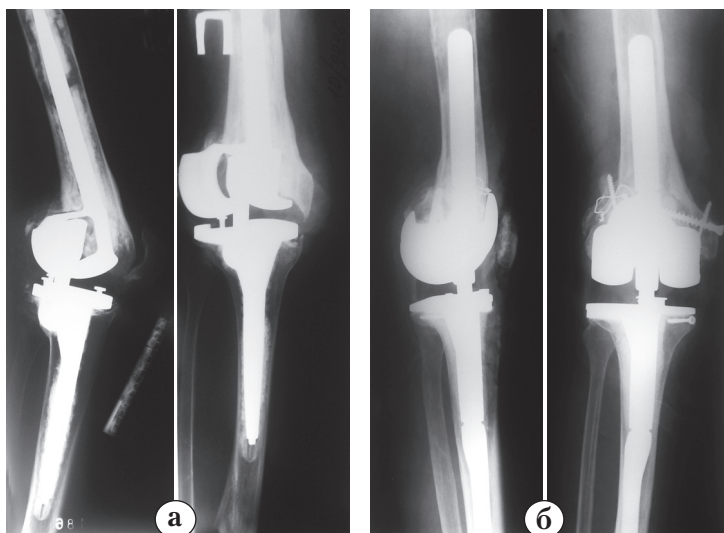
Структурные аллотрансплантаты используются в клинической практике гораздо дольше металлических конусов/втулок. Тем не менее, до настоящего времени сохраняется научный и практический интерес к биологическим процессам, происходящим в имплантированном массивном фрагменте костной аллоткани в организме реципиента. Нам представилась возможность провести детальное морфологическое исследование массивного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости через 54 месяца после его имплантации. Результаты этого клинического наблюдения приведены в настоящей статье.

### *Клиническое наблюдение*

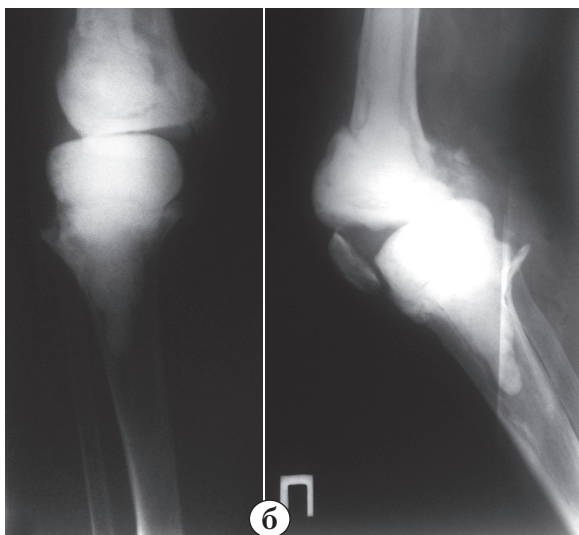
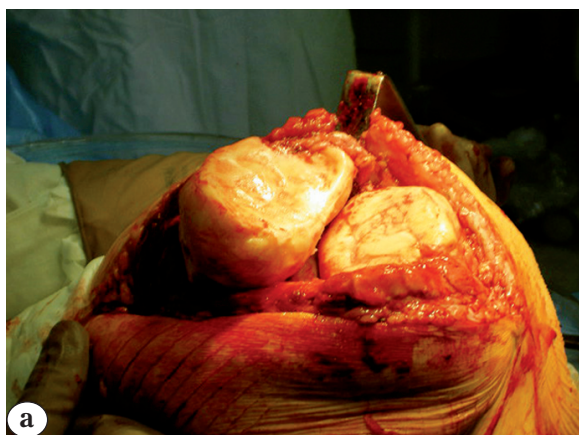
Пациентка К., 68 лет, с 1987 г. страдает ревматоидным артритом с преимущественным

поражением коленных суставов. Периодически лечилась консервативно: ЛФК, ФТЛ, НПВП, базисная терапия, неоднократные внутрисуставные инъекции глюкокортикостероидов (Кеналог) с выраженным положительным эффектом. С 2000 г. пациентка отмечала появление и нарастание деформации, ограничение движений и усиление боли в правом коленном суставе, существенное снижение эффективности консервативного лечения. В 2003 г. выполнено тотальное эндопротезирование правого коленного сустава шарнирным эндопротезом отечественного производства НПО «Феникс». Послеоперационный период протекал без особенностей, функция коленного сустава была восстановлена, пациентка вернулась к труду. В 2007 г. в результате падения на правый коленный сустав произошел перелом латерального мышечка правой бедренной кости. В поликлинике по месту жительства была наложена гипсовая иммобилизация, но перелом не сросся, развилась нестабильность бедренного компонента эндопротеза (рис. 1а). В 2007 г. в клинике РНИИТО им. Р.Р. Вредена выполнено реэндопротезирование шарнирным эндопротезом RHK (Zimmer). Массивный дефект мышечков бедренной кости (F3 по классификации AORI) восполнен костными аллотрансплантатами из головки бедренной кости и губчатой аллокостью, дефект наружного мышечка большеберцовой кости компенсирован модульным металлическим блоком высотой 5 мм (рис. 1б). Ранний послеоперационный период осложнился глубокой инфекцией области хирургического вмешательства, вызванной золотистым стафилококком. Выполнены ревизия полости сустава, санация, синовэктомия и замена полиэтиленового вкладыша. Инфекционный процесс был купирован. Пациентка выписана для продолжения реабилитационного лечения в поликлинике по месту жительства.

Через год после операции в связи с рецидивом инфекционного процесса в отделении гнойной хирургии выполнен первый этап двухэтапного реэндопротезирования: удаление компонентов эндопротеза, синовэктомия, санация полости сустава, установка блоковидного цементного спейсера (рис. 2).

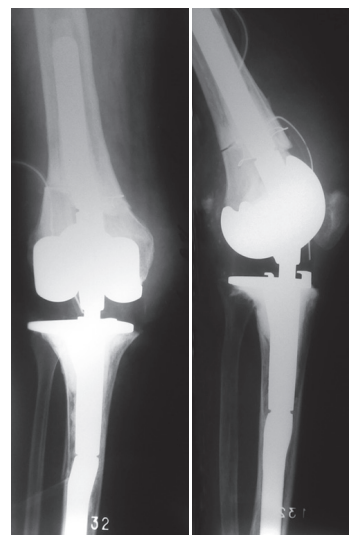


**Рис. 1.** Рентгенограммы коленного сустава пациентки К./**Fig. 1.** Knee X-rays of patient K.:  
 а – эндопротезирование отечественным шарнирным эндопротезом производства НПО «Феникс», перелом наружного мыщелка бедренной кости, нестабильность бедренного компонента/hinge endoprosthesis made by the NGO «Phoenix», fracture of the lateral condyle of the femur, the instability of femoral component;  
 б – реэндопротезирование шарнирным эндопротезом РНК (Zimmer) с костной аллопластикой транспалтатами из головки бедренной кости и губчатой аллокостью/revision arthroplasty with hinge endoprosthesis RHK (Zimmer) and bone defect compensation with femoral head allografts and spongy bone allografts



**Рис. 2.** Санация коленного сустава, установка блоковидного спейсера/**Fig. 2.** Knee joint debridement and non-articulating spacer installation:  
 а – интраоперационная фотография/intraoperative photo;  
 б – послеоперационные рентгенограммы коленного сустава/postoperative x-rays of the knee joint

Послеоперационное течение – гладкое. Инфекционный процесс купирован, повторные микробиологические исследования не выявили роста микроорганизмов. Через полгода после клинико-лабораторного обследования выполнен второй этап оперативного лечения – удаление спейсера, реэндопротезирование правого коленного сустава эндопротезом РНК (Zimmer) с замещением отсутствующего метаэпифиза бедренной кости структурным аллотрансплантатом (рис. 3).



**Рис. 3.** Реэндопротезирование правого коленного сустава эндопротезом РНК (Zimmer) с замещением отсутствующего метаэпифиза бедренной кости структурным аллотрансплантатом  
**Fig. 3.** Revision arthroplasty with hinge endoprosthesis RHK (Zimmer) and bone defect compensation with structural bone allograft

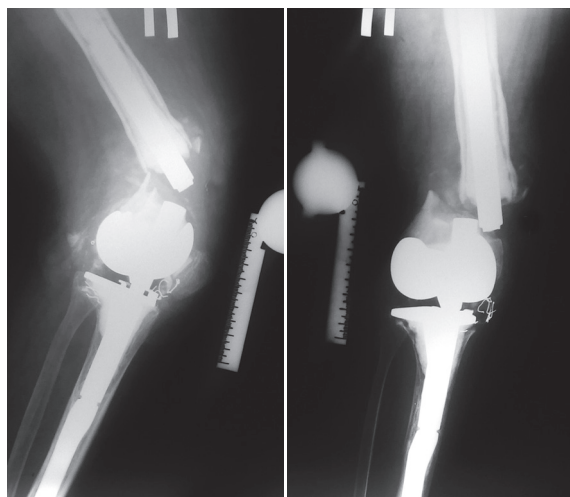


Послеоперационный период протекал без осложнений, функциональное состояние оперированного сустава удовлетворительное, амплитуда движений 0–0–90°. После амбулаторного курса реабилитационного лечения пациентка постепенно вернулась к привычной повседневной активности.

Через год при ходьбе неожиданно появились резкие боли в области коленного сустава и дистальной трети правого бедра, правая нога стала неопорной. Пациентка была госпитализирована в отделение патологии коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена. После клинорентгенологического обследования поставлен диагноз: нестабильность бедренного компонента эндопротеза правого коленного сустава, перелом структурного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости, ГИОХВ в стадии ремиссии. Выполнено реэндопротезирование правого коленного сустава эндопротезом РНК производства Zimmer с повторной

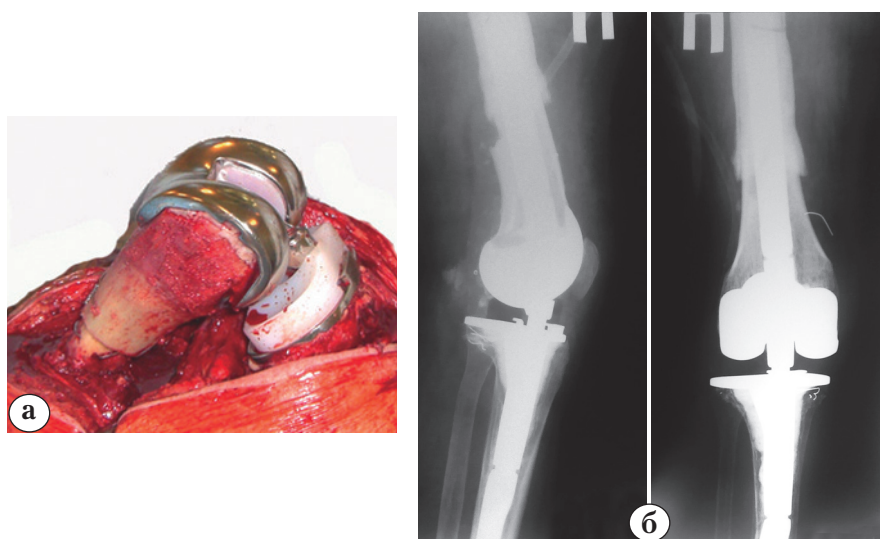
аллопластикой бедренной кости структурным трансплантатом. Послеоперационный период протекал без осложнений. В последующем пациентка чувствовала себя хорошо, но в августе 2014 г. она стала замечать, что при осевой нагрузке правое колено неустойчиво. Несколько позже, после падения на правый коленный сустав, был диагностирован перипротезный перелом аллотрансплантата по линии предполагаемого сращения с бедренной костью и перелом ножки эндопротеза (рис. 4).

Через 54 месяца после предыдущей операции была выполнена ревизия по поводу нестабильности эндопротеза правого коленного сустава, перелома ножки бедренного компонента и структурного трансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости в объеме замены бедренного компонента на аналогичный с максимально длинной интрамедуллярной ножкой и имплантации нового структурного аллотрансплантата. Большеберцовый компонент был стабилен, без видимых внешних повреждений, его положение правильное, в замене не нуждался (рис. 5). Удаленный бедренный компонент эндопротеза и структурный аллотрансплантат бедренной кости представлены на рисунке 6. Послеоперационный период протекал без особенностей. Амплитуда движений 0–0–90°, признаков нестабильности или рецидива инфекции не наблюдалась.

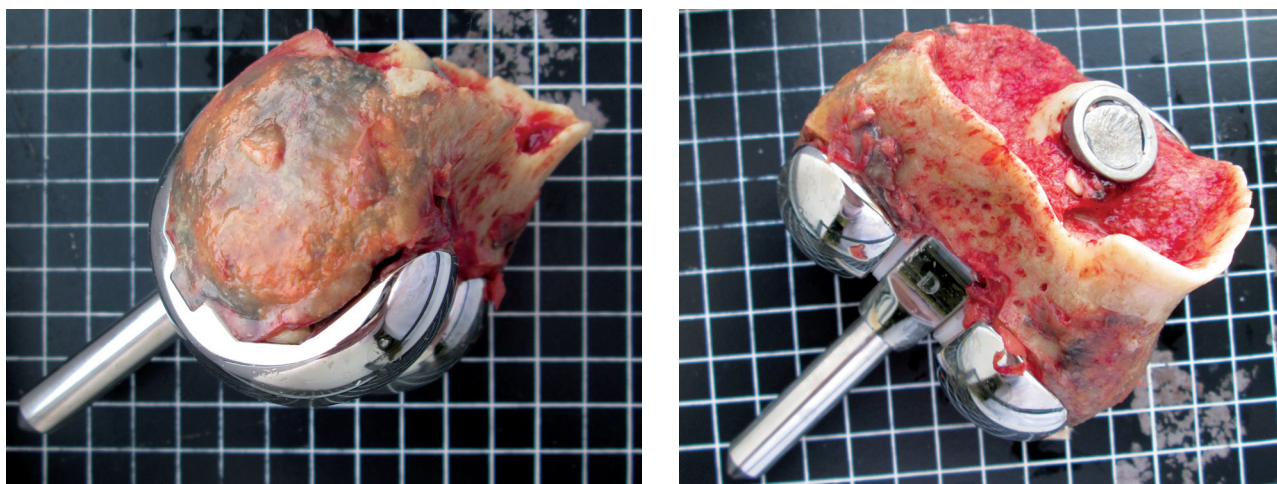


**Рис. 4.** Перипротезный перелом аллотрансплантата по линии предполагаемого сращения с бедренной костью и перелом ножки эндопротеза

**Fig. 4.** Periprosthetic fracture of the allograft through the proposed bone allograft fusion line and intramedullary stem fracture



**Рис. 5.** Реэндопротезирование с заменой бедренного компонента и структурного аллотрансплантата  
**Fig. 5.** Revision knee arthroplasty with replacement of femoral component and structural allograft:  
а – интраоперационная фотография/ intraoperative photo;  
б – послеоперационные рентгенограммы/ postoperative x-rays



**Рис. 6.** Удаленный бедренный компонент эндопротеза и структурный аллотрансплантат бедренной кости  
**Fig. 6.** Removed femoral component and structural allograft

При контрольном осмотре через полгода пациентка жалуется на боль в коленном суставе не предъявляла, передвигалась с опорой на трость, амплитуда движений в суставе 0–0–90°, сустав стабилен. На контрольных рентгенограммах положение компонентов правильное, признаков нестабильности не определяется, структурный аллотрансплантат без изменений, линия его контакта с аутокостью нечеткая.

На наш взгляд, безусловный интерес представляют результаты гистологического исследования удаленного массивного структурного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости. Аллотрансплантат по наружной поверхности со стороны кортикальной пластинки инкапсулирован – покрыт тонким слоем фиброзной ткани, интимно прилежащим к поверхности «мертвой» костной ткани самого трансплантата (рис. 7 а). На фоне частичной поверхностной декомпактизации отмечаются поверхностные вставания соединительной ткани с небольшим количеством кровеносных сосудов малого калибра. Костная ткань в толще структурного трансплантата безклеточная, с бледно окрашенными костными балками; межбалочные пространства выполнены бесструктурными слабо эозинофильными однородными массами (рис. 7 б). На границе с металлом внутри канала (вдоль стержня) сформировалась парапротезная мембрана смешанного типа: на большем протяжении – 1 типа (фиброзная), с выраженными металлозом и макрофагальной реакцией (рис. 7 в), очагово – 2 типа (инфекционная), представлена зрелой грануляционной тканью с неравномерной слабо выраженной воспалительной инфильтрацией, преимущественно

лимфоцитами, плазматическими клетками, макрофагами с небольшой примесью сегментоядерных нейтрофильных лейкоцитов (рис. 7 г). В фиброзной ткани наблюдаются множественные мелкие фрагменты костной крошки с макрофагальной, в том числе гигантоклеточной, реакцией на них. На границе с суставной частью имплантата парапротезная мембрана содержит многочисленные мелкие кристаллы пластмассы, большей частью фагоцитированные (рис. 7 д). По проксимальному краю аллотрансплантата (на границе с дистальным опилов бедренной кости) в губчатой аллокости определяются разрастания соединительной ткани с небольшими очагами хондрогенеза. Здесь фиброзная капсула значительно толще (в 8–10 раз), васкуляризация выражена слабо. Данная мембрана морфологически соответствует замыкательной пластинке при формировании ложного сустава (вероятно, обусловленного нестабильностью ножки эндопротеза). В этой области мелкие костные фрагменты подверглись реорганизации в костную ткань (рис. 7 е).

Таким образом, можно отметить различные типы тканевых реакций при использовании комбинации эндопротеза в сочетании со структурным аллотрансплантатом:

1) краевая реорганизация кортикальной пластинки аллотрансплантата с формированием фиброзной капсулы вокруг наружной поверхности аллотрансплантата с сохранением его губчатой структуры неизменной, т. е. без перестройки;

2) вставание соединительной ткани вдоль ножки эндопротеза на границе с внутренней стенкой канала в аллотрансплантате с формированием перипротезной мембраны



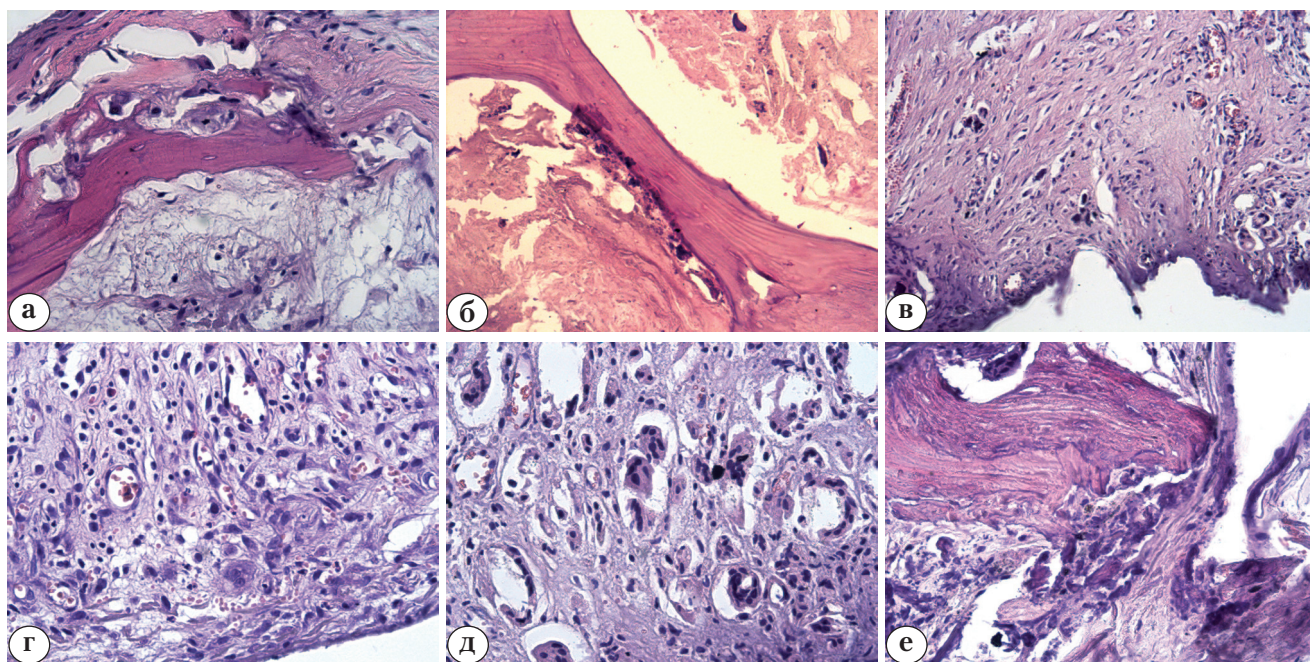
с характерным строением; при этом следует подчеркнуть, что, несмотря на большой срок наблюдения, врастания в губчатую кость аллотрансплантата не произошло, как и по наружной поверхности;

3) наличие в парапротезной мембране на границе с суставной частью имплантата многочисленных мелких кристаллов пластмассы, большей частью фагоцитированных;

4) формирование на поверхности аллотрансплантата, контактировавшей с костью реципиента, фиброзно-хрящевой прослойки

по типу замыкательной пластинки ложного сустава (на наш взгляд, обусловленной нестабильностью ножки бедренного компонента эндопротеза).

Все тканевые реакции на границе с аллокостью происходили в непосредственном контакте с поверхностью врастающей соединительной тканью и сосудами в костную ткань трансплантата с частичной его перестройкой, однако основная масса губчатого аллотрансплантата оставалась без изменений даже спустя 54 месяца после операции.



**Рис. 7.** Результаты гистологического исследования удаленного массивного структурного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости/**Fig. 7.** The results of histologic study of extracted massive distal femur allograft:

а – декомпактизация (слева фрагмент компактной пластинки аллотрансплантата), фиброзная капсула на поверхности (сверху) и поверхностное врастание соединительной ткани с единичными кровеносными сосудами/ decompactisation (on the left-hand side fragment of allograft compact bone), fibrous capsule on the surface (on the top) and superficial connective tissue ingrowth with isolated blood vessels;

б – в толще структурного трансплантата безклеточная костная ткань, межбалочные пространства выполнены бесструктурными гомогенными массами/intratrabeular space filled structureless homogeneous mass;

в – фиброзная парапротезная мембрана с металлозом и макрофагальной реакцией/the fibrous paraprosthesis membrane with metallosis and macrophage reaction;

г – парапротезная мембрана инфекционного типа представлена зрелой грануляционной тканью с неравномерной воспалительной инфильтрацией с примесью сегментоядерных нейтрофильных лейкоцитов/infectious type paraprosthesis membrane is represented by mature granulation tissue with an uneven inflammatory infiltration with admixture of segmented neutrophilic leukocytes;

д – многочисленные мелкие кристаллы пластмассы, частично фагоцитированные, с гигантоклеточной реакцией на инородный материал/numerous small plastic crystals, partially phagocytized and giant cell reaction to the foreign bodies;

е – мелкие костные фрагменты с признаками реорганизации в костную ткань/small fragments of bone with signs of bone tissue reorganization.

Окраска гематоксилином и эозином/Hematoxylin and Eosin stain.

Ув./Mag.: а, г, д, е ×400; б, в ×200

## Обсуждение

Для компенсации обширных дефектов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей III типа по классификации AORI, возникающих в ходе ревизионной артропластики коленного сустава, хирург может использовать: 1) массивные структурные аллотрансплантаты; 2) металлические конусы/втулки; 3) онкологические эндопротезы [3, 17, 5, 18].

В литературе встречается значительное число публикаций, посвященных клиническим результатам использования структурных аллотрансплантатов и металлических модульных конструкций при ревизионной артропластике. Группой авторов из ряда европейских стран (Германия, Швейцария и Дания) были проанализированы работы, посвященные использованию аллотрансплантатов и модульных металлических конструкций для компенсации костных дефектов, опубликованных в период с января 1980 по декабрь 2013 г. [6]. Результаты и выводы этого анализа были представлены нами ранее [1]. В целом, проведенный анализ общего числа повторных ревизионных вмешательств не выявил статистически значимой разницы результатов использования аллотрансплантатов и модульных металлических конструкций, хотя наблюдалась тенденция к снижению доли повторных ревизий в группе, где были использованы конусы из трабекулярного металла [6].

Костная аллопластика и, в частности, структурные аллотрансплантаты используются в клинической практике гораздо дольше металлических конусов/втулок. Тем не менее, до настоящего времени сохраняется научный и практический интерес к морфологическим процессам, происходящим в имплантированной костной аллоткани в организме реципиента, а работы, посвященные изучению данной проблемы, в специализированной литературе встречаются редко. В основном они освещают гистологические изменения и процессы реорганизации измельченных костных аллотрансплантатов, так называемых «morselized allografts».

L.A. Whiteside и P.S. Bicalho [21] описывают рентгенологические и гистологические результаты имплантации измельченных аллотрансплантатов при заполнении больших дефектов бедренной и/или большеберцовой костей в ходе ревизионной артропластики коленного сустава у 63 пациентов. На рентгенограммах, выполненных через год после реэндопротезирования, у всех больных отмечены признаки сращения кости, созревания и формирования трабекул в области аллотрансплантации. При гистологическом

изучении образцов биопсийного материала из центральной части области трансплантации, выполненном через 12–18 месяцев после операции, установлено активное формирование кости в фрагментах трансплантата и вокруг них. Новые остеоиды формировались непосредственно на нежизнеспособных трабекулах аллотрансплантата. В глубине трансплантата наблюдалось разрастание сосудистой стромы. В более поздние сроки отмечены признаки прогрессирующего созревания кости, активность остеокластов была низкой.

A.J. Hamer [9] с соавторами опубликовали результаты имплантации аллотрансплантатов из кортикальной кости у 5 пациентов: биопсия и гистологическое изучение препаратов из области пересадки через 2–27 месяцев после операции показали положительные гистологические характеристики состояния местных тканей – рубцовое прикрепление соединительной ткани по периферии трансплантата, сращение трансплантата с материнской костью, ремоделирование кости.

G. Ullmark и K.J. Obrant [19] описали гистологические процессы, происходившие в костной ткани через 1–48 месяцев после применения импакционной аллопластики в ходе ревизионного эндопротезирования тазобедренных и коленных суставов. Через месяц после операции фиброзная строма и вновь формирующаяся кость обнаруживались в трансплантате. Через 4 месяца многие из нежизнеспособных трабекул трансплантата содержали слои жизнеспособной кости и остеоиды – показатель частичного вставания живой кости, увеличивающийся по объему и распространению со временем. Через 48 месяцев часть костной ткани трансплантата продолжала оставаться нежизнеспособной, тогда как другая демонстрировала приживание и полную перестройку.

S.J.M. van Loon с соавторами [20], изучив четырехлетние гистологические результаты восстановления неограниченных дефектов бедренной и большеберцовой костей измельченной аллкостью, импактированной в зону дефекта, пришли к заключению, что импактированные измельченные аллотрансплантаты могут трансформироваться в новую полноценную кость после их имплантации на бедре, при этом процессы перестройки протекают значительно хуже на большеберцовой кости. Важнейшим фактором успешного результата этой методики авторы считают стабильность компонентов эндопротеза.

В доступной литературе мы встретили только одну работу – G.A. Engh с соавторами [7], в которой представлены данные гистологическо-



го исследования массивных структурных аллотрансплантатов в среднем через 41 месяц после имплантации. Авторы показали, что реваскуляризации трансплантата не происходит, он остается интактным, по периферии формируется новая костная ткань, коллапса донорской ткани не наступает.

Проведенное детальное морфологическое исследование массивного аллотрансплантата дистального метаэпифиза бедренной кости через 54 месяца после его имплантации показало, что тканевые реакции на границе с аллокостью происходят в форме поверхностного врастания соединительной ткани и сосудов в костную ткань трансплантата с частичной его перестройкой в костную ткань на границе с костью реципиента. Тем не менее, основная масса губчатого аллотрансплантата остается без изменений даже спустя 54 месяца после операции. При стабильной фиксации ножки бедренного компонента в костномозговом канале бедренной кости происходит сращение аллотрансплантата с костью реципиента, при развитии нестабильности ножки на границе аутокость – аллокость формируется ложный сустав.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература

- Бовкис Г.Ю., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Компенсация дефектов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей при ревизионном эндопротезировании коленного сустава – способы и результаты их применения (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(2):101-113.
- Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С., Муравьева Ю.В. Данные регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им Р.Р. Вредена за 2011-2013 годы. *Травматология и ортопедия России*. 2015;1(75):136-151.
- Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Ревизионная артропластика коленного сустава. СПб.: РНИИТО им. Вредена; 2016. 192 с.
- Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Селин А.В., Разорёнов В.Л., Кроитору И.И., Петухов А.И., Каземирский А.В., Засульский Ф.Ю., Игнатенко В.Л., Сараев А.В. Способы компенсации костных дефектов при ревизионном эндопротезировании коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(3):5-12.
- Мурылев В., Холодаев М., Елизаров П., Рубин Г., Музыченков А. Опыт применения в травматологии онкопротезов коленного сустава при обширных околоуставных костных дефектах. *Врач*. 2015;1:64-68.
- Beckmann N.A., Mueller S., Gondan M., Jaeger S., Reiner T., Bitsch R.G. Treatment of severe bone defects during revision total knee arthroplasty with structural allografts and porous metal cones – a systematic review. *J Arthroplasty*. 2015;30(2):249-253. DOI: 10.1016/j.arth.2014.09.016.
- Engh G.A., Herzworm P.J., Parks N.L. Treatment of major defects of bone with bulk allografts and stemmed components during total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:1030-1039.
- Gioe T.J., Killeen K.K., Grimm K. Why are total knee replacements revised? Analysis of early revision in a community knee implant registry. *Clin Orthop*. 2004;428:100-106.
- Hamer A.J., Suvarna S.K., Stokley I. Histologic evidence of cortical allograft bone incorporation in revision hip surgery. *J Arthroplasty*. 1997;12(7):785-789.
- Huff T.W., Sculco T.P. Management of bone loss in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2007;22(7 Suppl 3): 32-36. DOI:10.1016/j.arth.2007.05.022.
- Kurtz S., Ong K., Lau E., Mowat E., Halpern M. Projections of primary and revision knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(4):780-785. DOI:10.2106/JBJS.F.00222.
- Lotke P.A., Carolan G.F., Puri N. Impaction grafting for bone defects in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;446:99-103. DOI:10.1097/01.blo.0000214414.06464.00.
- Mahomed N.N., Barret J., Katz J.N., Baron J.A., Wright J., Losina E. Epidemiology of total knee replacement in the United States Medicare population. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(6):1222-1228. DOI:10.2106/JBJS.D.02546.
- Panni A.S., Vasso M., Cerciello S. Modular augmentation in revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(12):2837-2843. DOI: 10.1007/s00167-012-2258-1.
- Patel J.V., Masonis J.L., Guerin J. et al. The fate of augments to treat type-2 bone defects in revision knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86 195-199.
- Qiu Y.Y., Yan C.H., Chiu K.Y., Ng F.Y. Treatment for bone loss in revision total knee arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012;20(1):78-86.
- Radnay C.S., Scuderi G.R. Management of bone loss: augments, cones, offset stems. *Clin Orthop Relat Res*. 2006; 446:83-92. DOI:10.1097/01.blo.0000214437.57151.41.
- Schmitz H.C., Klausner W., Citak M., Al-Khateeb H., Gehrke T., Kendoff D. Three-year follow up utilizing tantalum cones in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013;28(9): 1556-1560. DOI: 10.1016/j.arth.2013.01.028
- Ullmark G., Obrant K.J. Histology of impacted bone-graft incorporation. *J Arthroplasty*. 2002;17(2):150-157.
- Van Loon C.J., Buma P., de Waal Malefijt M.C., van Kampen A., Veth R.P. Morselized bone allografting in revision total knee replacement – a case report with a 4-year histological follow-up. *Acta Orthop Scand*. 2000; 71(1):98-101. DOI:10.1080/00016470052943991.
- Whiteside L.A., Bicalho P.S. Radiologic and histologic analysis of morsellized allograft in revision total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;357:149-156.

### References

- Bovkis G.Y., Kuliaba T.A., Kornilov N.N. [Management of femur and tibia metaphyseal bone defects during revision Total Knee Arthroplasty – methods and outcomes (review)] *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(2):101-113 (in Russ.).
- Kornilov N.N., Kuliaba T.A., Fil A.S., Muravyeva Yu.V. [Data of knee arthroplasty register of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics for period 2011–2013]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(1): 136-151 (in Russ.).



3. Kuliaba T.A., Kornilov N.N. Revisionnaya artroplastika kolennogo sustava [Revision Total Knee Arthroplasty]. St. Petersburg: PRNIITO im. R.R. Vredena; 2016. 192 p. (in Russ.).
4. Kuliaba T.A., Kornilov N.N., Selin A.V., Rasorenov V.L., Kroitoru I.I., Petukhov A.I., Kazemirskij A.V., Zasluskij F.Y., Ignatenko V.L., Saraev A.V. [Methods of bone defects compensation during revision total knee arthroplasty]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;3(61):5-12 (in Russ.).
5. Murylev V., Kholodaev M., Rukin Ya., Rubin G., Muzychenkov A. [Experience in using knee joint oncological prostheses in traumatology for extensive juxta-articular bone defects]. *Vrach* [Doctor]. 2015;1:64-68 (in Russ.).
6. Beckmann NA, Mueller S, Gondan M, Jaeger S, Reiner T, Bitsch RG. Treatment of severe bone defects during revision total knee arthroplasty with structural allografts and porous metal cones – a systematic review. *J Arthroplasty*. 2015;30(2):249-253. DOI: 10.1016/j.arth.2014.09.016.
7. Engh GA, Herzworm PJ, Parks NL. Treatment of major defects of bone with bulk allografts and stemmed components during total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:1030-1039.
8. Gie TJ, Killeen KK, Grimm K. Why are total knee replacements revised? Analysis of early revision in a community knee implant registry. *Clin Orthop*. 2004;428:100-106.
9. Hamer AJ, Suvarna SK, Stokley I. Histologic evidence of cortical allograft bone incorporation in revision hip surgery. *J Arthroplasty*. 1997;12(7):785-789.
10. Huff TW, Sculco TP. Management of bone loss in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2007;22(7 Suppl 3): 32-36. DOI:10.1016/j.arth.2007.05.022.
11. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(4):780-785. DOI:10.2106/JBJS.F00222.
12. Lotke PA, Carolan GF, Puri N. Impaction grafting for bone defects in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;446:99-103. DOI:10.1097/01.blo.0000214414.06464.00.
13. Mahomed NN, Barret J, Katz JN, Baron JA, Wright J, Losina E. Epidemiology of total knee replacement in the United States Medicare population. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(6):1222-1228. DOI:10.2106/JBJS.D.02546.
14. Panni AS, Vasso M, Cerciello S. Modular augmentation in revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(12):2837-2843. DOI: 10.1007/s00167-012-2258-1.
15. Patel JV, Masonis JL, Guerin J et al. The fate of augments to treat type-2 bone defects in revision knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86:195-199.
16. Qiu YY, Yan CH, Chiu KY, Ng FY. Treatment for bone loss in revision total knee arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012;20(1):78-86.
17. Radnay CS, Scuderi GR. Management of bone loss: augments, cones, offset stems. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;446:83-92. DOI:10.1097/01.blo.0000214437.57151.41.
18. Schmitz H.C., Klauser W., Citak M., Al-Khateeb H., Gehrke T, Kendoff D. Three-year follow up utilizing tantal cones in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013;28(9): 1556-1560. DOI: 10.1016/j.arth.2013.01.028.
19. Ullmark G, Obrant KJ. Histology of impacted bone-graft incorporation. *J Arthroplasty*. 2002;17(2):150-157.
20. Van Loon CJ, Buma P, de Waal Malefijt MC, van Kampen A, Veth RP. Morselized bone allografting in revision total knee replacement – a case report with a 4-year histological follow-up. *Acta Orthop Scand*. 2000;71(1):98-101. DOI:10.1080/00016470052943991.
21. Whiteside LA, Bicalho PS. Radiologic and histologic analysis of morsellized allograft in revision total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;357:149-156.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Куляба Тарас Андреевич* – д-р мед. наук, руководитель отделения патологии коленного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Корнилов Николай Николаевич* – д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

*Бовкис Геннадий Юрьевич* – лаборант-исследователь отделения патологии коленного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Кроитору Иосиф Иванович* – канд. мед. наук, научный сотрудник отделения патологии коленного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Румакин Василий Петрович* – канд. мед. наук, заведующий патологоанатомическим отделением ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Taras A. Kuliaba* – Dr. Sci. (Med) Head of Knee Pathology Department of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

*Nikolai N. Kornilov* – Dr. Sci. (Med) Professor of Chair of Traumatology and Orthopaedics, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics; Associate Professor of Department of Traumatology and Orthopaedics of Mechnikov North-Western State Medical University

*Gennady Y. Bovkis* – Researcher of Knee Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

*Iosif I. Croitoru* – Cand. Sci. (Med) Researcher of Knee Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

*Vasily P. Rumakin* – Cand. Sci. (Med) the Head of Autopsy Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics