

Научная статья

УДК 616.718.51-007.24-089.227.844:616.728.3-77

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-5-592-596>**Новый вариант пластики тибиального плато большеберцовой кости при эндопротезировании коленного сустава****И.Ф. Ахтямов¹, И.Ш. Гильмутдинов^{1,2}, Э.Р. Хасанов^{1✉}**¹Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия²Республиканская клиническая больница Министерства здравоохранения Республики Татарстан, Казань, Россия**Автор, ответственный за переписку:** Эльдар Равилевич Хасанов, haselik1@mail.ru

Аннотация. Введение. Существует ряд способов фиксации и пластики дефектов большеберцовой кости. Цементно-винтовая фиксация является альтернативой костной ауто- и аллопластике, используемой традиционно. Метод цементно-винтовой фиксации позволяет обеспечить надёжную опору для тибиального плато и совершать ранние нагрузки на оперированную ногу, однако метод не в полной мере соответствует критериям сохранения костной ткани для возможных последующих ревизионных вмешательств. **Цель.** Представить вариант пластики тибиального плато большеберцовой кости при эндопротезировании коленного сустава. **Материалы и методы.** Суть рассматриваемой методики заключается в цементно-винтовой фиксации с вертикальным расположением трёх резьбовых винтов в форме правильного треугольника перпендикулярно тибиальному плато. В данной статье представлена техника операции и клинический пример использования авторского метода пластики при наличии 2А дефекта проксимального отдела большеберцовой кости (AORI). Критериями оценки были данные гониометрии и рентгенографии после операции. **Результаты.** Оценка данных гониометрии после операции показала положительную динамику: в первую неделю после операции сгибание 110,0 градусов, разгибание 175,0 градусов; через 12 месяцев после операции сгибание 90,0 градусов, разгибание 180,0 градусов. При анализе рентгенограмм явлений нестабильности и микроподвижности цементной мантии выявлено не было. **Дискуссия.** Данный авторский метод цементно-винтовой фиксации тибиального компонента при 2А дефектах проксимального отдела большеберцовой кости показал положительный результат. В связи с этим можно утверждать, что метод состоятелен в условиях дефицита материалов для костной аутопластики. Исследование является пилотным и требует дальнейшего и более расширенного изучения эффективности метода.

Ключевые слова: эндопротезирование коленного сустава, дефект плато большеберцовой кости, пластика, костный цемент, армирование винтами**Для цитирования:** Ахтямов И.Ф., Гильмутдинов И.Ш., Хасанов Э.Р. Новый вариант пластики тибиального плато большеберцовой кости при эндопротезировании коленного сустава (случай из практики) // Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 5. С. 592-596. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-5-592-596>

Original article

New option of tibial plateau plasty in total knee arthroplasty**I.F. Akhtyamov¹, I.Sh. Gilmutdinov^{1,2}, E.R. Khasanov^{1✉}**¹Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation²Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russian Federation**Corresponding author:** Eldar Ravilevich Khasanov, haselik1@mail.ru

Abstract. Introduction There are several options of fixation and plasty for tibial defects. Screw and cement augmentation of the tibia is an alternative to conventional bone autograft and allograft. Although use of metal and cement augments provides reliable support for the tibial plateau and facilitates early weight-bearing on the operated limb the technique fails to maintain enough bone stock for future revisions. **The purpose** was to present an option of cement and metal augmentation of the tibial component in total knee arthroplasty (TKA). **Material and methods** The technique consists of cement and screw augmentation using three screws placed vertically as a regular triangle and being perpendicular to the tibial plateau. We describe the technique and a clinical instance of type 2A defect of the proximal tibia using the author's method. Outcome measures were goniometry and radiography. **Results** Goniometry examination showed positive dynamics in the first week after surgery with flexion of 110.0 degrees, extension 175.0 degrees; at 12 months with flexion of 90.0 degrees and extension of 180.0 degrees. Radiographic examination demonstrated no instability and micromobility of the cement mantle. **Discussion** The author's technique of screw and cement augmentation of the tibial component was practical for type 2A defects of the proximal tibia with a shortage of materials of bone autografts. This is a pilot study that requires further investigations.

Keywords: total knee arthroplasty, tibial plateau defect, grafting, bone cement, screw augmentation**For citation:** Akhtyamov I.F., Gilmutdinov I.Sh., Khasanov E.R. New option of tibial plateau plasty in total knee arthroplasty (case report). *Genij Ortopedii*, 2021, vol. 27, no 5, pp. 592-596. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-5-592-596>

ВВЕДЕНИЕ

Первичное эндопротезирование коленного сустава производится при терминальных стадиях остеоартроза, что характеризуется наличием возможных дефектов не только хрящевого слоя, но и субхондральной кости. Развитие остеоартроза влечёт за собой нарушение моделирования субхондрального слоя, что приводит на ранних стадиях к деградации хряща и резорбции костной ткани, а в последующем – к остеогенезу дна сформировавшегося дефекта [1–3]. Формирование грубых деформаций в большинстве случаев связано с наличием терминальных стадий системных дегенеративных заболеваний опорно-двигательного аппарата (ревматоидный артрит, анкилозирующий спондилоартрит) с кистовидной перестройкой эпифиза либо с наличием в анамнезе посттравматических деформаций [4, 5]. Процентное соотношение дефектов тибиального плато и общего коли-

чества заболеваний коленного сустава, согласно литературе, составляет около 25–30 % случаев [4].

Широкое научное применение среди ортопедов получила классификация AORI, разработанная G.A. Engh в Anderson Orthopaedic Research Institute (1997) [6]. Согласно ей, выделяют четыре типа поражения мыщелков бедренной и большеберцовой костей:

1 тип – интактная кость;

2А тип – повреждённая губчатая кость одного мыщелка;

2В тип – симметричная потеря костной массы с вовлечением обоих мыщелков;

3 тип – повреждение губчатой и кортикальной кости.

Большую часть деформаций ортопедам удаётся удалить при спиле мыщелков большеберцовой кости. Однако возникает ряд ситуаций, когда глубина дефекта

больше максимального объема спила. В таком случае наличие крупных деструкций костной ткани вызывает сложности в фиксации тибияльного компонента при эндопротезировании коленного сустава.

Описаны различные варианты фиксации тибияльного компонента при наличии грубых деформаций большеберцовой кости [4, 5]. Традиционными считаются методы ауто- и аллопластики костной тканью, с помощью которых возможно провести замещение дефекта, обеспечить правильное положение тибияльного плато, а также сохранить костную ткань для будущих ревизионных вмешательств. Однако данные методы

не позволяют совершать раннюю нагрузку на оперированную конечность, что затягивает реабилитацию. К тому же, на практике возникают случаи, когда использование костной пластики проблематично в виду дефицита тканей или иных особенностей.

В данной статье рассмотрен альтернативный авторский вариант пластики дефектов большеберцовой кости при помощи костного цемента с армированием винтами – патент России № 2740467 (2021) [7].

Цель исследования. Представить вариант пластики тибияльного плато большеберцовой кости при эндопротезировании коленного сустава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Суть способа заключается в формировании ложа для тибияльного компонента эндопротеза. В область обработанного дефекта после спила перпендикулярно оси тибияльного плато вводят три резьбовых винта (рис. 1, а, б) так, чтобы места ввода винтов в большеберцовую кость были расположены в виде правильного треугольника (рис. 1, г). Винты вводят вертикально таким образом, чтобы их дистальный конец выступал над дефектом, а поверхность их шляпок не соприкасалась с прилежащей поверхностью тибияльного компонента и не мешала его установке. Пространство между винтами и плоскостью опилов большеберцовой кости заполняют костным цементом (рис. 1, в).

Способ обеспечивает полноценное покрытие тибияльного плато эндопротеза за счет восполнения дефекта

мышцелка большеберцовой кости костным цементом, предотвращает смещение цементной мантии и тибияльного компонента эндопротеза за счет армирования костного цемента винтами, позволяет равномерно перераспределить нагрузку на поверхность большеберцовой кости за счет расположения винтов в основании в виде правильного треугольника и строго перпендикулярного расположения их относительно плоскости нагрузки, а также снижает риск развития металлоза за счет отсутствия контакта шляпок винтов с металлическим тибияльным компонентом эндопротеза.

Данный вариант фиксации позволяет осуществлять раннюю нагрузку на оперированную ногу, что способствует восстановлению двигательных актов и паттерна ходьбы в первые дни после операции, также как и другие методы пластики.

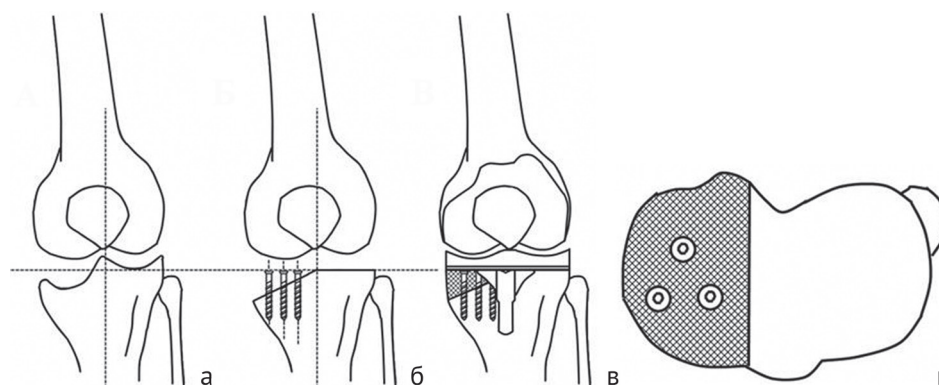


Рис. 1. Схема авторского цементно-винтового варианта фиксации: а – схематичное изображение коленного сустава в переднезаднем направлении с наличием дефекта тибияльного плато большеберцовой кости; б – схематичное изображение коленного сустава после резекции тибияльного плато большеберцовой кости с введенными винтами; в – коленный сустав после установки тибияльного компонента эндопротеза; г – вид сверху на расположение шляпок винтов, установленных в область дефекта коленного сустава

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ниже представлен клинический пример использования авторского метода пластики тибияльного плато.

Пациент А.Ф.Г., 1958 г.р. Поступил в клинику по поводу двустороннего гонартроза III ст. с вальгусной деформацией коленных суставов. В марте 2019 года произведено тотальное эндопротезирование левого коленного сустава. Поскольку во время операции был обнаружен краевой дефект латерального мыщелка, произведен опилов основного плато и обработка скошенного дефекта большеберцовой кости. В область краевого дефекта сверху вниз введены три винта, места ввода в кость расположили в виде равнобедренного треугольника, ось введения каждого из винтов была перпендикулярна плоскости опилов основного плато, а дистальные отделы их (шляпки) расположили на 1 мм ниже его уровня (рис. 2). Пространство между винтами заполнено костным цементом. Проведена установка тибияльного компонента эндопротеза. Далее установлен бедренный компонент эндопротеза и вкладыш, а рана ушита без установки дренажей.

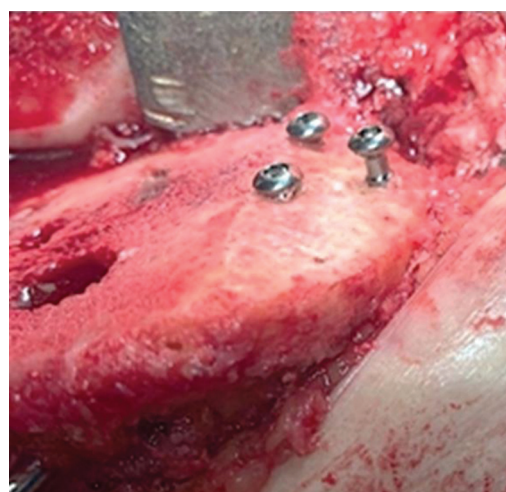


Рис. 2. Вариант расположения армирующих винтов в виде равнобедренного треугольника в зоне дефекта большеберцовой кости (фото)

Пациенту через 24 часа разрешена нагрузка на оперированную конечность. При контрольном осмотре пациента через 12 месяцев ось конечности выровнена, движения в коленном суставе в полном объеме, укорочения конечности и болей нет.

Следует отметить, что пациент до операции имел ограничение подвижности коленного сустава. Оценка данных гониометрии после операции показала положительную динамику к году после операции (табл. 1).

При анализе субъективных ощущений пациента и рентгенологических снимков не выявлено нестабильности и микроподвижности цементной мантии (рис. 3). На рисунке 3 показаны рентгенограммы пациента с

вальгусной деформацией левого коленного сустава в связи с наличием 2А дефекта большеберцовой кости до и непосредственно после эндопротезирования.

Таблица 1

Динамика показателей гониометрии после эндопротезирования коленного сустава с использованием авторского метода фиксации тибияльного плато

Движения	До операции, °	7 дней после операции, °	12 месяцев после операции, °
Сгибание	100,0	110,0	90,0
Разгибание	170,0	175,0	180,0

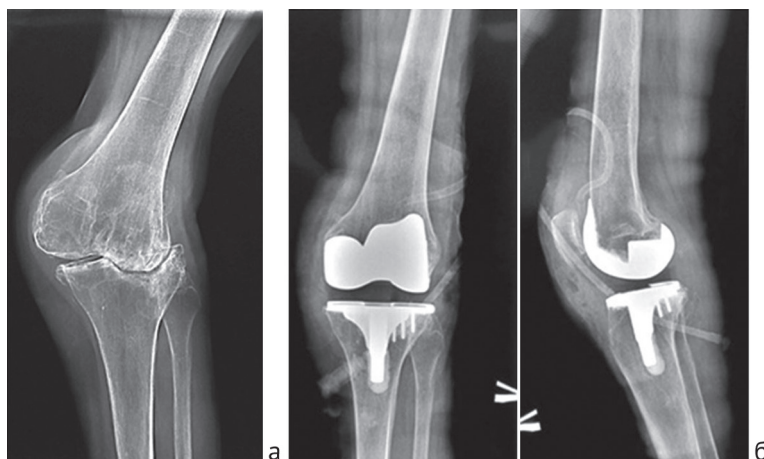


Рис. 3. Рентгенограммы левого коленного сустава: а – до вмешательства, 2А дефект и вальгусная деформация; б – непосредственно после эндопротезирования с применением авторской цементно-винтовой фиксации тибияльного компонента

ОБСУЖДЕНИЕ

В клинической практике используются различные способы пластики дефектов проксимального отдела большеберцовой кости при эндопротезировании коленного сустава. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки.

Одним из самых простых в применении является метод резекции по дну дефекта. Метод заключается в удалении костной ткани до максимальной точки дна деструкции. Авторы отмечают, что данный способ ненадежен при грубых дефектах даже при подборе максимального размера вкладыша, поскольку риски нестабильности коленного сустава весьма высоки [5]. Также стоит отметить, что прочность костной ткани уменьшается в дистальном направлении, что также ведёт к нестабильной фиксации компонента и сложности в выполнении ревэндопротезирования в будущем.

Другим вариантом замещения дефектов является костная аутопластика. Описаны случаи использования трансплантата из спилов бедренной или большеберцовой кости [5, 8–11]. В работе J.R. Yoon et al. (2017) описаны положительные случаи применения костной аутопластики при неизоллированных 2А дефектах большеберцовой кости [9]. Средний срок консолидации трансплантата с проксимальным участком обработанной большеберцовой кости в среднем составил 3,2 месяца. Ввиду этого рекомендуется ограничивать осевые нагрузки на оперированную ногу до 3 месяцев после операции, что увеличивает реабилитационный период. В исследовании T. Sugita et al. (2017) представлены результаты уже более продолжительного наблюдения применения костной аутоотрансплантации (в среднем 58 месяцев после операции) [10]. Авторы описывают 44 случая костной пластики, в которых была использова-

на как цементная, так и бесцементная фиксация. В большинстве случаев (86,4 % – 38 из 44 случаев) костный трансплантат полностью срастался с костью на сроке 12 месяцев. Японские ортопеды также описывают удачный опыт использования костного аутоотрансплантата в 98 % случаев (65 из 66) и один случай отсутствия сращения протеза с костной тканью ввиду инфекции [11]. Исходя из результатов представленных работ, можно утверждать, что данный способ является эффективным и позволяет сохранить больший объём костной ткани для будущих ревизионных вмешательств [5, 8–11].

Использование костных спонгиозных аллотрансплантатов также эффективно при больших дефектах большеберцовой кости, однако чаще вызывает осложнения [5, 12]. Ряд авторов ссылаются на пластичность используемого материала, позволяющего корректировать имплантируемые блоки под размеры дефектов [5, 12]. В работе J.C. Ong et al. (2012) был произведён сравнительный анализ синтетического костного трансплантата на основе гидроксиапатита карбоната кальция и естественного костного трансплантата при дефектах тибияльного плато [13]. Авторы пришли к выводу, что применение костных аллотрансплантатов по эффективности не уступает костной аутопластике. Однако использование подобного метода, также как и аутопластика, подразумевает соблюдение ортопедического режима, связанного с ограничением осевой нагрузки на конечность в течение 3 месяцев.

Существуют варианты замещения костных дефектов большеберцовой кости модульным металлическим блоком клиновидной или прямоугольной формы. Фиксация блоков производится, как правило, с помощью винта или костного цемента. Преимущество данного метода заклю-

чается в удобном и быстром создании надёжной опоры для тиббиального компонента, что способствует возможности осуществления ранней осевой нагрузки на ногу. Недостатками способа является ограничение размерного ряда и формы модулей при обширных дефектах, подбор определённых компонентов, соответствующих используемым блокам [5]. S. Tsukada et al. (2013) провели анализ 33 эндопротезирований коленного сустава при варусной деформации с использованием металлического блока [14]. Авторы использовали блоки прямоугольной формы ввиду их большей устойчивости в сравнении с клиновидными формами. Результаты трёхлетнего наблюдения показали, что проседания и расшатывания тиббиального компонента не наблюдалось. Однако в 30,3 % (10 из 33) случаев на рентгенографии коленного сустава под металлическим блоком имелось разрежение костной ткани, что в более долгой перспективе (спустя 5–10 лет) могло бы привести к нестабильности компонента. Применение клиновидных форм более успешно при протезировании компонентов с длинной интрамедуллярной ножкой, что описано в работе X.D. Yun et al. (2016) [15]. Использование металлического блока актуально в случаях, когда нет возможности использовать костную аутопластику, при наличии дефектов средних размеров (до 10 мм глубиной) с предпочтением прямоугольной форме модуля ввиду возможной боковой скошенной нестабильности клиновидных форм [5].

Одной из самых простых методик при наличии обширных костных дефектов тиббиального отдела является цементирование метилметакрилатом с армированием винтами. Среди недостатков в литературе описаны сложности, связанные с прессуризацией костного цемента при нарушении кортикального слоя, так как снижение высоты цементного ложа при полимеризации может достигать 2 % [5]. Ввиду возникновения возможной нестабильности компонента возникает необходимость дополнительного армирования винтами. Многие авторы описывают положительные результаты комплексного использования метилметакрилата с винтами в коррекции дефектов большеберцовой кости [16–19]. Y. Liu et al. (2020) оценили биомеханические характеристики цементно-винтовой конструкции при 2А дефектах большеберцовой кости [16]. В сравнении с металлическими блоками цементно-винтовая фиксация снижает осевое воздействие на медиальный отдел, в то время как под металлическим блоком кость могла подвергаться резорбции, что вызывает нестабильность тиббиального компонента. Авторы утверждают, что подобный тип фиксации наиболее состоятелен при малых деформациях (до 5 мм), поскольку при коррекции средних и больших дефектов (более 10 мм в глубину) имелась микроподвижность в 155 мкм. Расположение винтов зависело от объёма дефекта и объёма произведённой резекции. Другая группа авторов во главе с С. Zheng (2020) в своём исследовании показала эффектив-

ность цементно-винтовой конструкции и при больших дефектах (около 20 мм) с использованием лишь двух вертикально расположенных винтов [17]. Именно в данной работе авторы подчёркивают, что вертикальное расположение винтов обеспечивает большую устойчивость тиббиального компонента эндопротеза [17]. Вертикальное расположение наиболее оптимально также ввиду незначительного риска формирования остеолита, что отражено в исследовании M. Klutzny et al. (2019). Авторы описывают прямую корреляцию тяжести остеолита с размером угла введения винтов: чем меньше угол, тем больше выражен остеолит [19]. Вопрос о количестве вводимых резьбовых винтов для усиления конструкции является спорным. По данным результатов исследования С. Zheng et al. (2016) количество используемых винтов в 40 операциях варьировало от 1 до 6 [20]. Однако авторы пришли к выводу, что рациональный подбор количества винтов зависит от размера и глубины дефекта, а также от размера самих винтов.

Исходя из полученных нами результатов, следует отметить, что применение метилметакрилата с армированием винтами является эффективным методом фиксации тиббиального компонента эндопротеза при условии рационально построенной конструкции. Обобщая данные цитируемых авторов и собственные клинические результаты, отметим, что наиболее состоятельными являются конструкции с вертикальным введением резьбовых винтов перпендикулярно плато тиббиального компонента эндопротеза, поскольку подобное расположение является оптимальным при опорных осевых нагрузках [17]. В результатах работы С. Zheng et al. (2020) с биомеханической точки зрения обусловлено вертикальное положение винта. Вертикально расположенный винт вместе с цементом снижает осевую нагрузку на медиальную часть большеберцовой кости на 32 %, в то время как диагонально расположенный лишь на 15 % [17]. Таким образом, фиксация винтами, введёнными горизонтально или диагонально относительно тиббиального плато, является менее состоятельным вариантом ввиду большого риска микроподвижности [16, 17]. Необходимо использовать малое количество винтов (1–4) с целью сохранения большего объёма костной массы [17, 20].

В данном клиническом случае использовалось расположение винтов в виде правильного многоугольника, поскольку, согласно основам опорных конструктивных строений, данное расположение более прочное ввиду равномерного распределения осевой нагрузки. Винты в сочетании с костным цементом обеспечивают устойчивость большеберцового компонента эндопротеза коленного сустава.

Таким образом, предложенный способ позволяет восстановить полноценность опоры для тиббиального компонента эндопротеза на плато большой берцовой кости, обеспечивает прочную фиксацию и правильную его ориентацию.

ВЫВОДЫ

1. Данный метод является эффективным способом замещения 2А дефектов большеберцовой кости в условиях дефицита материалов для проведения аутопластики.

2. Цементно-винтовая пластика позволяет производить раннюю опорную нагрузку на оперированную

нижнюю конечность, что способствует более быстрому восстановлению после операции.

3. Данный вариант цементно-винтовой пластики в представленном клиническом случае показал положительные результаты. Полученные результаты требуют более длительного и более объёмного исследования в дальнейшем.

1. Subchondral bone remodeling: a therapeutic target for osteoarthritis / X. Zhu, Y.T. Chan, P.S.H. Yung, R.S. Tuan, Y. Jiang // *Front. Cell. Dev. Biol.* 2021. Vol. 8. P. 607764. DOI: 10.3389/fcell.2020.607764.
2. Aaron R.K., Racine J., Dyke J.P. Contribution of circulatory disturbances in subchondral bone to the pathophysiology of osteoarthritis // *Curr. Rheumatol. Rep.* 2017. Vol. 19, No 8. P. 49. DOI: 10.1007/s11926-017-0660-x.
3. Subchondral bone in osteoarthritis: insight into risk factors and microstructural changes / G. Li, J. Yin, J. Gao, T.S. Cheng, N.J. Pavlos, C. Zhang, M.H. Zheng // *Arthritis Res. Ther.* 2013. Vol. 15, No 6. P. 223. DOI: 10.1186/ar4405.
4. Баитов В.С., Гуражев М.Б., Прохоренко В.М. Аутопластика костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава // *Современные проблемы науки и образования.* 2017. № 6. С. 19.
5. Замещение костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава / Н.Н. Корнилов, Т.А. Куляба, Р.М. Тихилов, А.В. Уаземирский, А.В. Селин, А.И. Печинский, А.И. Петухов, И.И. Кроитор, А.В. Сараев // *Травматология и ортопедия России.* 2008. № 1. С. 76-81.
6. Engh G.A. Bone loss classification. In: *Revision Total Knee Arthroplasty.* Baltimore: Williams & Wilkins. 1997. P. 63-120.
7. Способ фиксации тибialного плато при эндопротезировании коленного сустава: пат. 2740467 Рос. Федерация / Ахтямов И.Ф., Гильмутдинов И.Ш., Хасанов Э.Р.; заявитель и патентообладатель: ФГБУ ВО «Казанский гос. мед. ун-т»; заявл.: 26.06.2020; опубл.: 14.01.2021.
8. Способ пластики дефектов большеберцовой кости: пат. Рос. Федерация / Ахтямов И.Ф., Кузин В.В., Володин Ю.С., Шевченко С.С., Моздыков А.Ф.; заявитель и патентообладатель: НИЦ Татарстана «Восстановительная травматология и ортопедия», Казанский гос. мед. ун-т. – № 2200494; заявл.: 16.06.1999; опубл.: 20.03.2003, Бюл. № 8.
9. Yoon J.R., Seo I.W., Shin Y.S. Use of autogenous onlay bone graft for uncontained tibial bone defects in primary total knee arthroplasty // *BMC Musculoskelet. Disord.* 2017. Vol. 18, No 1. P. 502. DOI: 10.1186/s12891-017-1826-4.
10. Preliminary results of managing large medial tibial defects in primary total knee arthroplasty: autogenous morcellised bone graft / T. Sugita, T. Aizawa, N. Miyatake, A. Sasaki, M. Kamimura, A. Takahashi // *Int. Orthop.* 2017. Vol. 41, No 5. P. 931-937. DOI: 10.1007/s00264-016-3339-4.
11. Union, knee alignment, and clinical outcomes of patients treated with autologous bone grafting for medial tibial defects in primary total knee arthroplasty / K. Hosaka, S. Saito, T. Oyama, H. Fujimaki, E. Cho, K. Ishigaki, Y. Tokuhashi // *Orthopedics.* 2017. Vol. 40, No 4. P. e604-e608. DOI: 10.3928/01477447-20170418-01.
12. Finite element analysis of the tibial bone graft in cementless total knee arthroplasty / K. Totoribe, E. Chosa, G. Yamako, H. Hamada, K. Ouchi, S. Yamashita, G. Deng // *J. Orthop. Surg. Res.* 2018. Vol. 13, No 1. P. 113. DOI: 10.1186/s13018-018-0830-1.
13. Fixation of tibial plateau fractures with synthetic bone graft versus natural bone graft: a comparison study / J.C. Ong, M.T. Kennedy, A. Mitra, J.A. Harty // *Ir. J. Med. Sci.* 2012. Vol. 181, No 2. P. 247-252. DOI: 10.1007/s11845-011-0797-y.
14. Tsukada S., Wakui M., Matsueda M. Metal block augmentation for bone defects of the medial tibia during primary total knee arthroplasty // *J. Orthop. Surg. Res.* 2013. Vol. 8. P. 36. DOI: 10.1186/1749-799X-8-36.
15. Reconstruction of complex proximal tibial defects using the long-stem tibial component combined with metallic wedge / X.D. Yun, L.P. An, J. Jiang, C.J. Yao, H.T. Dong, J.X. Jin, Y.Y. Xia // *Zhongguo. Gu. Shang.* 2016. Vol. 29, No 5. P. 472-475.
16. Biomechanical comparison between metal block and cement-screw techniques for the treatment of tibial bone defects in total knee arthroplasty based on finite element analysis / Y. Liu, A. Zhang, C. Wang, W. Yin, N. Wu, H. Chen, B. Chen, Q. Han, J. Wang // *Comput. Biol. Med.* 2020. Vol. 125. P. 104006. DOI: 10.1016/j.combiomed.2020.104006.
17. Finite element assessment of the screw and cement technique in total knee arthroplasty / C. Zheng, H.Y. Ma, Y.Q. Du, J.Y. Sun, J.W. Luo, D.B. Qu, Y.G. Zhou // *Biomed. Res. Int.* 2020. Vol. 2020. P. 3710705. DOI: 10.1155/2020/3710705.
18. Short-term effectiveness of bone cement combined with screws for repairing tibial plateau defect in total knee arthroplasty / S. Liu, S. Wang, T. Wu, Z. Fan, Y. Zhang, Y. Rao, M. Tan // *Zhongguo. Xiu. Fu. Chong. Jian. Wai. Ke. Za. Zhi.* 2017. Vol. 31, No 9. P. 1055-1058. DOI: 10.7507/1002-1892.201704016.
19. Screw track osteolysis in the cementless total knee replacement design / M. Klutzny, G. Singh, R. Hameister, G. Goldau, F. Awiszus, B. Feuerstein, C. Stürke, C.H. Lohmann // *J. Arthroplasty.* 2019. Vol. 34, No 5. P. 965-973. DOI: 10.1016/j.arth.2018.12.040.
20. Relationship between screw numbers and severity of tibial bone defect in primary total knee arthroplasty / C. Zheng, Y.G. Zhou, H.Y. Ma, Z. Zhang, H.N. Fu, W.M. Wu, S. Piao, Y.Q. Du, S. Wang // *Zhongguo. Gu. Shang.* 2016. Vol. 29, No 5. P. 415-420.

Статья поступила в редакцию 02.03.2021; одобрена после рецензирования 08.06.2021; принята к публикации 23.08.2021.

The article was submitted 02.03.2021; approved after reviewing 08.06.2021; accepted for publication 23.08.2021.

Информация об авторах:

1. Ильдaр Фуатович Ахтямов – доктор медицинских наук, профессор, yalta60@mail.ru;
2. Ильдaр Шавкатович Гильмутдинов – kostolom52@yandex.ru;
3. Эльдар Равилевич Хасанов – haselik1@mail.ru.

Information about the authors:

1. Ildar F. Akhtyamov – Doctor of Medical Sciences, Professor, yalta60@mail.ru;
2. Ildar Sh. Gilmudinov – M.D., kostolom52@yandex.ru;
3. Eldar R. Khasanov – M.D., haselik1@mail.ru.