

ЛЕЧЕНИЕ НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ РАЗГИБАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ПЕРВИЧНОМ И РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Т.А. Куляба¹, Н.Н. Корнилов^{1,2}, П.М. Михайлова¹, Г.Ю. Бовкис¹

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

Реферат

Несостоятельность разгибательного аппарата коленного сустава является абсолютным противопоказанием к эндопротезированию, требуя хирургической коррекции или изменения тактики лечения пациента.

Цель исследования – провести ретроспективный анализ результатов хирургического восстановления непрерывности разгибательного аппарата при первичной и ревизионной артропластике коленного сустава.

Материал и методы. С 2006 по 2015 г. авторами выполнено 25 операций по восстановлению непрерывности разгибательного аппарата при первичной и ревизионной артропластике коленного сустава у 24 пациентов (20 женщин и 4 мужчин, в возрасте от 25 до 71 года), в том числе 5 – при первичном и 20 – при ревизионном эндопротезировании коленного сустава. Виды несостоятельности разгибательного аппарата были следующими: повреждение связки надколенника – у 15 (60,0%), перелом надколенника – у 5 (20,0%), повреждение сухожилия четырехглавой мышцы бедра – у 3 (12,0%) и прочие – у 2 (8,0%) пациентов. Использовали четыре хирургических методики: рамочную аллопластику связки надколенника с армированием проволокой – у 6 (24,0%) пациентов, аллопластику связки надколенника сухожильным трансплантатом с костными блоками – у 9 (36,0%), пересадку комплекса аллотканей разгибательного аппарата – у 7 (28,0%) и остеосинтез надколенника – у 3 (12,0%).

Результаты. Непосредственные исходы операций оценены у всех пациентов, осложнений в раннем послеоперационном периоде не отмечено. Клинико-рентгенологические результаты лечения по шкалам KSS и WOMAC оценены у 18 (72%) пациентов в среднем через 44 месяца (от 6 мес. до 9 лет) после операции. Восстановление разгибательного аппарата привело к существенному снижению боли у 38,8% пациентов, стабилизации сустава – у 83,3%, увеличению активного разгибания голени в среднем на 10°.

Заключение. Таким образом, восстановление разгибательного аппарата при эндопротезировании позволило существенно улучшить функцию коленного сустава и опороспособность нижней конечности. Тем не менее, оценка функции коленного сустава по шкалам KSS и WOMAC остается низкой, что необходимо учитывать при планировании хирургического вмешательства.

Ключевые слова: несостоятельность разгибательного аппарата, эндопротезирование коленного сустава, ревизионная артропластика коленного сустава.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-27-38.

Treatment of Insufficient Joint Extensor Mechanism in Primary and Revision Knee Replacement

T.A. Kulyaba¹, N.N. Kornilov^{1,2}, P.M. Mikhailova¹, G.Yu. Bovkis¹

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

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

Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Михайлова П.М., Бовкис Г.Ю. Лечение несостоятельности разгибательного аппарата при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(2):27-38.
DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-27-38.

Cite as: Kulyaba T.A., Kornilov N.N., Mikhailova P.M., Bovkis G.Yu. [Treatment of Insufficient Joint Extensor Mechanism in Primary and Revision Knee Replacement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(2): 27-38. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-27-38.

✉ Михайлова Полина Михайловна. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Polina M. Mikhailova. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: mihaylova_pm@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 27.01.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 20.02.2017.

Abstract

Insufficiency of the knee joint extensor mechanism is the absolute contraindication for total knee arthroplasty. Therefore, it is necessary to restore the extensor mechanism before arthroplasty or to change the treatment approach.

Purpose of the study – to evaluate the outcomes of surgical reconstruction of the knee joint extensor mechanism during primary or revision knee arthroplasty.

Materials and methods. 25 reconstructions of extensor mechanisms (24 patients) were performed in the period from 2006 to 2015. Five procedures out of 25 were performed in primary TKA and 20 - in revision TKA. Indications for extensor mechanism reconstruction were as follows: patellar tendon rupture in 15 cases (60,0%), fracture of patella in 5 cases (20,0%), quadriceps tendon rupture in 3 cases (12,0%) and other indications in 2 cases (8,0%). One of the following four techniques was used to restore the extensor mechanism: “Frame / Loop” allograft of patellar tendon in 6 cases (24,0%); bone – patellar tendon – bone allograft in 9 cases (36,0%); quadriceps tendon – patella-patellar tendon – bone allografts in 7 cases (28,0%); Weber’s internal fixation of patella in 3 cases (12,0%).

Results. All patients were evaluated based on clinical examination, KSS and WOMAC scores (18 patients), and standard x-rays (13 patients). The mean follow-up period in the present study was 44 months postoperatively. Reconstruction of the knee joint extensor mechanism resulted in a significant reduction of pain in 38.8% of patients, the knee stability was restored in 83,3% of patients and the active knee extension improved significantly in the vast majority of patients.

Conclusion. Despite the objective improvement of the knee joint function after the reconstructions of extensor mechanism, the KSS and WOMAC evaluation scores remained low which should be taken into consideration during preoperative planning.

Keywords: insufficiency of the knee joint extensor mechanism, primary knee joint arthroplasty, revision knee joint arthroplasty.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-27-38.

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 [6]. С ростом количества операций первичного эндопротезирования неуклонно возрастает количество ревизионных вмешательств, и в настоящее время их доля достигает 6–8% от общего числа выполненных артропластик [4]. Несмотря на это, остается нерешенным вопрос восстановления разгибательного аппарата коленного сустава. Несостоятельность разгибательного аппарата коленного сустава вследствие нарушения анатомической непрерывности формирующих его структур (надколенника, связки надколенника, сухожилия четырехглавой мышцы бедра) или функциональных нарушений (нейромышечных заболеваний) является абсолютным противопоказанием к эндопротезированию коленного сустава. Поэтому наличие этой патологии перед артропластикой, ее возникновение в ходе операции или послеоперационном периоде требует хирургической коррекции или изменения тактики лечения пациента (выполнения артродеза, консервативного лечения с помощью внешних фиксаторов сустава и т.д.).

По данным научной литературы, частота разрывов сухожилия четырехглавой мышцы бедра после тотального эндопротезирования коленного сустава составляет от 0,1% до 1,1%, повреждение связки надколенника происходит в 0,17–

1,4% случаев [15, 25]. В.Е. Chalidis с соавторами наблюдали переломы надколенника, обуславливающие несостоятельность разгибательного аппарата, у 1% пациентов, перенесших эндопротезирование коленного сустава. Причинами этих переломов, по их мнению, явились полное иссечение жирового тела, обширный латеральный релиз, травмы и технические особенности операции [15].

По данным F. Cushner с соавторами, нарушение непрерывности разгибательного аппарата встречается у 8% пациентов [18].

Целью настоящего исследования является ретроспективное изучение результатов оперативного восстановления непрерывности разгибательного аппарата при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава.

Материал и методы

В период с 2006 по 2015 г. было выполнено 25 операций у 24 пациентов с различными нарушениями анатомической непрерывности разгибательного аппарата: в 5 (20,0%) наблюдениях при первичной и в 20 (80,0%) – при ревизионной артропластике коленного сустава. Возраст пациентов составил от 25 лет до 71 года (в среднем – 59,5 лет). Женщин было 20 (83,3%), мужчин – 4 (16,7%).

Показаниями к реконструкции разгибательного аппарата при первичном эндопротезировании явились травматическое повреждение

связки надколенника в 3 случаях и сухожилия четырехглавой мышцы в 1 случае, а также отсутствие надколенника после ранее выполненной пателлэктомии по поводу глубокого ожога в области коленного сустава. При первичном эндопротезировании всем пациентам восстановление разгибательного аппарата выполнялось одновременно с артропластикой: одному пациенту был имплантирован протез с сохранением задней крестообразной связки, трем — с замещением задней крестообразной связки, одному пациенту после ранее выполненной пателлэктомии был имплантирован шарнирный эндопротез.

При ревизионном эндопротезировании несостоятельность разгибательного аппарата возникла как следствие радикальной хирургической обработки при вмешательствах по поводу инфекции в области искусственного сустава у 10 (50,0%) пациентов; острой травмы сустава, которая привела к разрыву связки надколенника, сухожилия четырехглавой мышцы бедра или перелому надколенника — у 8 (40,0%); в результате остеолита при нестабильности компонентов эндопротеза — у 1 (5,0%) случае; при асептическом некрозе надколенника — у 1 (5,0%). При ревизионном

эндопротезировании 11 (55,0%) пациентам одновременно выполнялась пластика разгибательного аппарата и замена компонентов эндопротеза, 4 (20,0%) пациентам — пластика и замена полиэтиленового вкладыша, 5 (25,0%) пациентам восстанавливали разгибательный аппарат. Стабильно фиксированные, правильно расположенные, неповрежденные компоненты имплантата в замене не нуждались. Распределение эндопротезов по типу связанности представлено в таблице 1. У 12 (60,0%) пациентов при ревизионных операциях наблюдалось повреждение связки надколенника, у 5 (20,0%) — перелом надколенника, в 2 (10,0%) случаях повреждение сухожилия четырехглавой мышцы бедра, в 1 (5,0%) — асептический некроз надколенника.

Восстановление непрерывности разгибательно аппарата выполняли одним из четырех способов: рамочная аллопластика связки надколенника — у 6 (24,0%) пациентов, аллопластика связки надколенника сухожильным трансплантатом с двумя костными блоками — у 9 (36,0%), пересадка комплекса аллотканей разгибательного аппарата — у 7 (28,0%), остеосинтез надколенника по Веберу — у 3 (12,0%) пациентов.

Таблица 1/Table 1

Распределение протезов по типу связанности при ревизионных операциях
Types of constrained prostheses used in revision cases

Тип связанности эндопротеза	Кол-во пациентов	Объем ревизионной операции
Эндопротез с сохранением задней крестообразной связки	4	Сохранение эндопротеза, пластика разгибательного аппарата
Эндопротез с замещением задней крестообразной связки	1	Сохранение эндопротеза, пластика разгибательного аппарата
	1	Сохранение эндопротеза, замена вкладыша, пластика разгибательного аппарата
Эндопротез со стабилизацией во фронтальной и сагитальной плоскостях	5	Ревизионное эндопротезирование, пластика разгибательного аппарата
Полностью связанный шарнирный эндопротез	2	Сохранение эндопротеза, замена вкладыша, пластика разгибательного аппарата
	6	Ревизионное эндопротезирование, пластика разгибательного аппарата
Полностью связанный петлевой эндопротез	1	Сохранение эндопротеза, пластика разгибательного аппарата

Рамочная аллопластика связки надколенника. В надколеннике и бугристости большеберцовой кости формировали поперечные каналы диаметром 8–11 мм (в зависимости от диаметра аллотрансплантата), через которые с помощью проволоки или спицы с ушком проводили прошитый на одном из концов сухожильным швом аллотрансплантат. Надколенник низводили в анатомическое положение, соприкасающиеся участки аллотрансплантата сшивали нерассасывающимися лигатурами. Обязательно применяли стальную проволоку для защиты трансплантата (рис. 1).

Для восстановления связки надколенника, на наш взгляд, предпочтительнее аллотрансплантат, состоящий из связки надколенника с двумя костными блоками из бугристости большеберцовой кости и надколенника. В надколеннике и бугристости большеберцовой кости осцилляторной пилой и остеотомами формировали материнские ложа для аллотрансплантата шириной 1,5–2 см, длиной 4–5 см и глубиной 1–1,5 см. Далее моделировали костные части аллотрансплантата, адаптируя их к сформированным материнским ложам. Если состояние мягких тканей позволяло закрыть эндопротез, а затем и трансплантат, то капсулу сустава ушивали в первую очередь, изолируя аллосухожицу от компонентов эндопротеза. Костные части аллотрансплантата помещали в подготовленные для них ложа, плотно импактировали, фиксировали винтами или проволокой, к его сухожильной

части подшивали сохранившиеся элементы разгибательного аппарата коленного сустава (рис. 2).

При отсутствии или несостоятельности разгибательного аппарата вследствие перенесенных ранее травм, хирургических вмешательств или асептического некроза надколенника выполняли пересадку комплекса аллотканей, включающего сухожилие прямой мышцы бедра, надколенник и связку надколенника с бугристостью большеберцовой кости. Артротомию, ревизию эндопротеза и, при необходимости, замену его компонентов выполняли из переднего доступа. Удалив осколки надколенника и рубцовые ткани, в бугристости большеберцовой кости формировали вертикальный прямоугольный желоб 5×2 см, глубиной до 1,5–2 см. Соответственно ему моделировали бугристую часть аллотрансплантата. Первым этапом импактировали в подготовленный желоб бугристую большеберцовой кости и фиксировали ее двумя стягивающими винтами, проходящими через задний кортикальный слой. Выполняя проксимальное натяжение комплекса аллотканей (рис. 3 а), аллосухожилие вшивали лавсановыми швами в продольный расщеп в сухожилии прямой мышцы бедра на протяжении 7–9 см в положении полного разгибания голени (рис. 3 б). К надколеннику и его связке подшивали сухожильные растяжения разгибательного аппарата коленного сустава пациента (рис. 3 с), затем послойно ушивали рану.

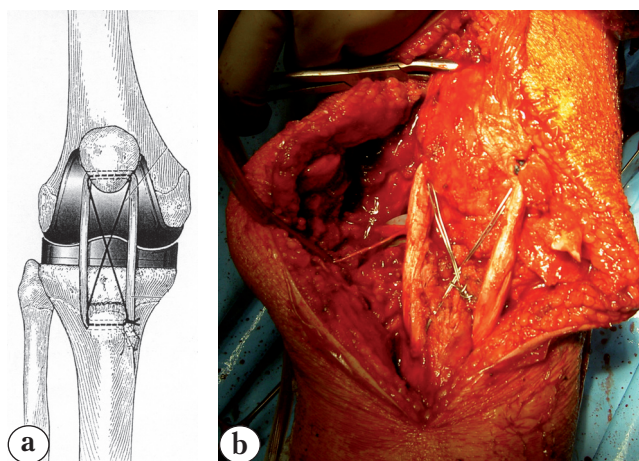


Рис. 1. Аллопластика связки надколенника:
а – схема операции;
б – вид аллотрансплантата и проволоки в ране

Fig. 1. Patella tendon allografting:
а – procedure drawing;
б – allograft and wires in surgical wound

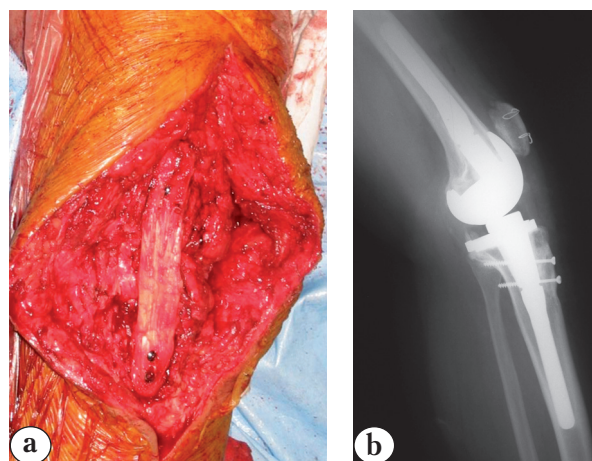


Рис. 2. Аллопластика связки надколенника:
а – вид в ране;
б – послеоперационная рентгенограмма

Fig. 2. Patella tendon allografting:
а – surgical wound;
б – postoperative x-ray

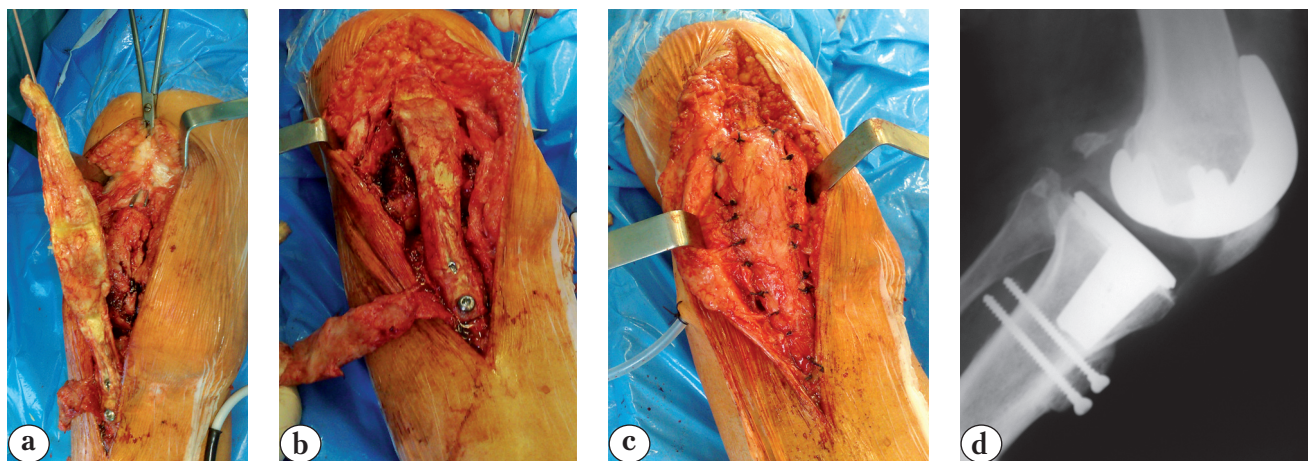


Рис. 3. Аллопластика разгибательного аппарата коленного сустава:
 a, b, c – этапы аллопластики разгибательного аппарата; d – рентгенограмма через 6 мес. после операции
Fig. 3. Allografting of knee joint extensor mechanism:
 a, b, c – stages of grafting; d – x-ray 6 months postoperatively

Остеосинтез надколенника по Веберу проводили по общепринятой методике: репо-нировали отломки, стабилизировали их двумя параллельно проведенными спицами, использовали стягивающую проволочную петлю для прочной фиксации [1].

В послеоперационном периоде сустав иммобилизовали в положении разгибания голени в течение 6 нед. у 13 (52,0%) пациентов, 4 нед. — у 6 (24,0%), 8 нед. — у 4 (16,0%) и на протяжении 12 нед. у 2 (8,0%) пациентов. Продолжительность иммобилизации определялась стабильностью фиксации костных фрагментов в подготовленных костных ложах и весом конечности. При пересадке всего разгибательного аппарата она составляла 8–12 нед.

Результаты оперативного восстановления непрерывности разгибательно аппарата коленного сустава оценивали на основании данных рентгенологического и клинического обследования (боль, стабильность, амплитуда движений в суставе), используя балльные шкалы оценки функции сустава KSS Knee Score и Function Score, а также шкалу WOMAC.

Рентгенологическое исследование включало стандартные рентгенограммы коленного сустава в прямой и боковой проекциях, а также телерентгенограмму конечности.

На рентгенограммах во фронтальной и сагиттальной плоскостях изучали корректность расположения компонентов (варус-вальгусное положение, задний наклон компонентов), наличие признаков остеолита, асептического расшатывания, воспалительных изменений костной ткани, износа полиэтилена, соответствия размеров и положения компонентов анатомии

пациента и др. На рентгенограммах в сагиттальной плоскости также определяли высоту стояния надколенника, используя индексы Insall — Salvati и Caton — Deschamps, степень сращения костных участков аллотрансплантата с костью реципиента.

На телерентгенограммах всей конечности в прямой проекции определяли корректность пространственного расположения бедренного и большеберцового компонентов эндопротеза во фронтальной плоскости, используя методику референтных линий и углов, предложенную D. Paley с соавторами [31]. По снимкам оценивали ось конечности, латеральный дистальный бедренный угол и медиальный проксимальный большеберцовый угол, на основании полученных данных определяли корректность расположения компонентов эндопротеза.

Результаты

При сроках наблюдения от 6 мес. до 9 лет (в среднем 44 мес.) клинические и функциональные результаты оперативных вмешательств изучены у 18 (75,0%) пациентов: у 4 (22,2%) после первичного эндопротезирования коленного сустава и у 14 (77,8%) после ревизионных вмешательств. Рентгенологические результаты оценивались — у 13 (54,2%) пациентов: у 4 (30,7%) после первичного эндопротезирования коленного сустава и у 9 (69,3%) — после ревизионных вмешательств.

Основным симптомом клинического обследования была боль в коленном суставе, поэтому прежде всего мы оценивали динамику болевого синдрома в пред- и послеоперационном периодах. До операции 13 (52,0%) пациен-

тов предъявляли жалобы на выраженную боль и 12 (48,0%) характеризовали ее как умеренную. При обследовании в послеоперационном периоде только 7 (38,8%) пациентов отметили уменьшение степени выраженности боли, причем 4 из них указывали на полное купирование болевого синдрома, у 9 (50,0%) она осталась на том же уровне и у 2 (11,2%) пациентов с рецидивом несостоятельности разгибательного аппарата боль стала более выраженной. Таким образом, восстановление разгибательного аппарата привело к существенному снижению болевого синдрома только у 38,8% пациентов.

Оценивая амплитуду движений в суставе до и после операции, основное внимание обращали на общую амплитуду движений, ограничение сгибания в суставе менее 50° (выраженная разгибательная контрактура), ограничение разгибания в суставе более 20° (сгибательная контрактура). До операции средняя амплитуда движений в суставе составила более 100° у 6 (24,0%) пациентов, от 100 до 50° — у 12 (48,0%) пациентов и менее 50° — у 7 (28,0%). Ограничение сгибания менее 50° наблюдалось у 20 (84,0%) пациентов, сгибание более 50° — у 4 (16,0%). Дефицит разгибания в суставе более 20° наблюдалось у 12 (48,0%) пациентов и около 5° — у 6 (24,0%).

После операции средняя амплитуда движений в суставе составила более 100° у 3 (16,7%) пациентов, от 100 до 50° — у 11 (61,1%) и менее 50° — у 4 (22,2%) (рис. 4 а). Ограничение сгибания менее 50° наблюдалось у 16 (88,9%) пациентов, сгибание более 50° — у 2 (11,1%) (рис. 4 б). Дефицит разгибания в суставе более 20° наблюдался у 3 (16,7%) пациентов и до 5° — у 15 (83,3%) (рис. 4 в). Следовательно, восстановление разгибательного аппарата не оказало существенного влияния на среднюю амплитуду движений в коленном суставе и сгибание голени, но оно значительно улучшило разгибание голени, что очень важно для восстановления функции коленного сустава и опороспособности нижней конечности.

При оценке амплитуды движений особое внимание уделяли такому важному показателю, как дефицит активного разгибания, т.е. разнице в величине разгибания голени, достигаемой с помощью активного сокращения четырехглавой мышцы бедра, и усилия, прилагаемого руками исследователя. Перед операцией у 4 (16,0%) пациентов движения в коленном суставе отсутствовали. У 4 (16,0%) больных наблюдался дефицит активного разгибания до 10°, у 10 (40,0%) — до 20°, у 6 (24,0%) он составил 40° и более (то есть активное разгибание за счет со-

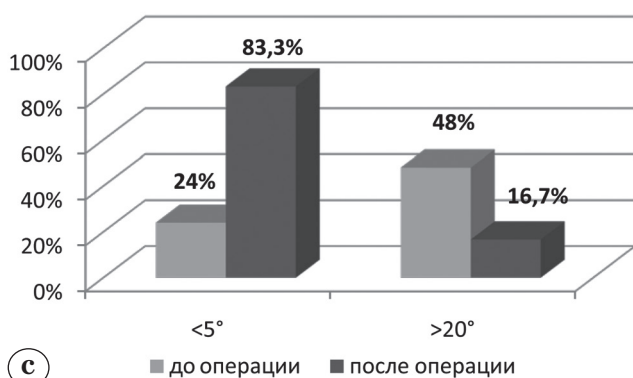
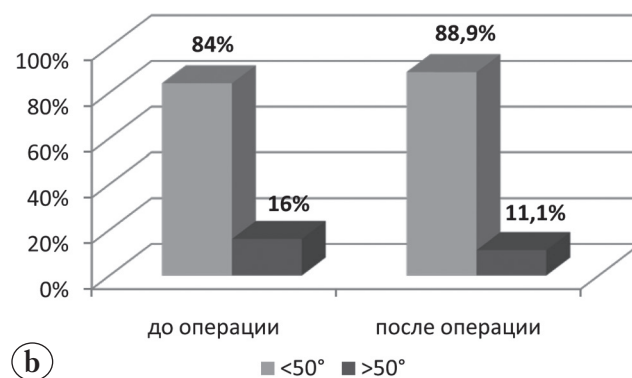
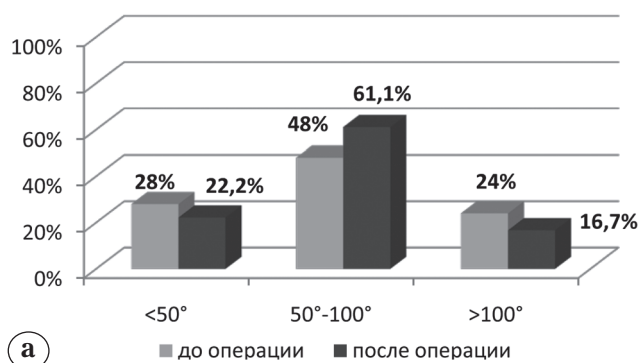


Рис. 4. Динамика амплитуды движений в коленном суставе до и после восстановления непрерывности разгибательного аппарата:

а – общая амплитуда движений;
 б – ограничение сгибания (разгибательная контрактура);
 в – ограничение разгибания (сгибательная контрактура)

Fig. 4. Knee joint range of motion dynamics before and after restoration of extensor mechanism:
 а – general ROM;
 б – flexion limitation (extension deformity);
 в – extension limitation (flexion deformity)

кращения четырехглавой мышцы бедра фактически отсутствовало). У 1 (4%) пациента наблюдалось переразгибание в коленном суставе на 5°. После операции у 6 (33,0%) пациентов дефицита активного разгибания не наблюдалось, у 3 (16,7%) он не превышал 10°, у 2 (11,1%) – 20°, у 4 (22,2%) не превышал 40°. У одного пациента (5,6%) движения в коленном суставе были невозможны вследствие рецидива повреждения связки надколенника, восстановленной костно-сухожильно-костным аллотрансплантатом. Таким образом, активное разгибание голени после операции существенно улучшилось у двух третей оперированных пациентов (66,6%), а у 6 (33,3%) из них было восстановлено полностью (рис. 5).

Оценка стабильности коленного сустава до и после операции показала следующие результаты. До операции менее чем у половины пациентов – 12 (48,0%) – коленный сустав был стабилен; у 9 (36,0%) пациентов наблюдалась нестабильность в одной из плоскостей: у 7 (28,0%) пациентов в сагиттальной, у 2 (8,0%) пациентов – во фронтальной. У 4 (16,0%) пациентов диагностирована декомпенсированная многоплоскостная нестабильность. После ревизионного вмешательства коленный сустав был полностью стабилен у 15 (83,3%) пациентов, частичная нестабильность в сагиттальной плоскости сохранялась у 3 (16,7%) пациентов, что заставляло их пользоваться дополнительным внешним фиксатором при ходьбе. Таким образом, реконструкция разгибательного аппарата позволила стабилизировать сустав в подавляющем количестве наблюдений (рис. 6).

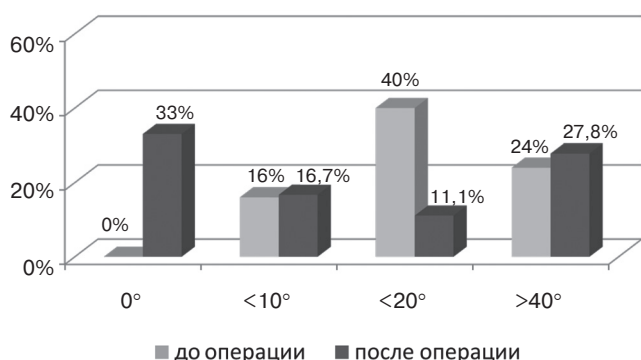


Рис. 5. Динамика активного разгибания голени до и после восстановления непрерывности разгибательного аппарата

Fig. 5. Active extension before and after restoration of joint extension mechanism

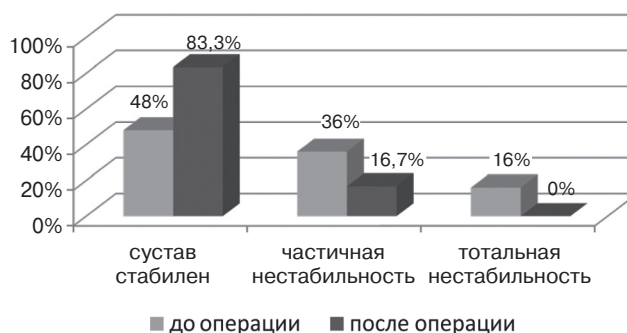


Рис. 6. Динамика стабильности коленного сустава до и после восстановления непрерывности разгибательного аппарата

Fig. 6. Knee joint stability dynamics before and after restoration of extension mechanism

В соответствии с оценкой функции коленного сустава по шкале KSS Knee Score результат лечения у 4 (22,2%) пациентов был отличным, у 1 (5,6%) – хорошим, у 2 (11,1%) – удовлетворительным и у 11 (61,1%) – неудовлетворительным. По шкале KSS Function Score результат лечения у 2 (11,1%) пациентов были отличным, у 3 (16,7%) – хорошим, у 2 (11,1%) – удовлетворительным и у 11 (61,1%) пациентов – неудовлетворительным. По шкале WOMAC результат лечения у 4 (22,2%) пациентов соответствовал отличному, у 2 (11,1%) – хорошему, у 12 (66,7%) пациентов – неудовлетворительному. Таким образом, несмотря на объективное улучшение функции коленного сустава после реконструкции разгибательного аппарата, балльные оценки функции оставались низкими. Это указывает на необходимость информирования пациента перед операцией о том, что функция сустава существенно улучшится, но не будет оптимальной.

В ходе предоперационного рентгенологического обследования пациентов с имплантированными ранее эндопротезами у 11 (55,0%) из них были установлены показания к реэндопротезированию: в 9 (45,0%) наблюдениях из-за асептической нестабильности компонентов или необходимости замены спейсера, у 2 (10,0%) пациентов при неправильной пространственной ориентации ранее установленного имплантата. У 4 (20,0%) пациентов после выполнения реконструкции разгибательного аппарата возникли показания к имплантации большего по размеру полиэтиленового вкладыша для стабилизации сустава. У 5 (25,0%) пациентов правильно расположенные, стабильно фиксированные компоненты эндопротеза в замене не нуждались.

В различные сроки после ревизионной артропластики рентгенограммы коленного сустава были изучены у 13 (54,2%) пациентов. При

оценке рентгенограмм во фронтальной и сагиттальной плоскостях у 11 (84,6%) пациентов положение компонентов расценено как правильное, у 1 (7,7%) пациента эндопротез был установлен в варусном положении и у 1 (7,7%) — в вальгусном. Признаков остеолита, асептического расшатывания, износа полиэтиленового вкладыша выявлено не было. На телерентгенограммах у 6 (46,1%) пациентов ось конечности соответствовала норме, у 5 (38,5%) наблюдалась вальгусная/варусная деформация до 5° и у 2 (15,4%) пациентов 9°. Таким образом, у большинства пациентов — 11 (84,6%) — ревизионная артропластика позволила достигнуть нормального или близкого к таковому

расположения компонентов эндопротеза, в 2 (15,4%) наблюдениях они были установлены некорректно, что, безусловно, повлияло на окончательный функциональный результат реэндопротезирования.

Оценка положения надколенника по рентгенограммам в сагиттальной плоскости позволила установить следующее: у 5 (38,4%) пациентов положение надколенника было нормальным, у 4 (30,8%) установлено низкое расположение надколенника и у 4 (30,8%) пациентов — высокое.

Влияние положения надколенника и уровня суставной линии на функцию коленного сустава представлено в таблице 2.

Таблица 2

Влияния положения надколенника и уровня суставной линии на функцию коленного сустава (количество пациентов)
Influence of patella hight and joint line level on knee function (the number of patients)

Показатель	Положение надколенника		
	нормальное	высокое	низкое
Дефицит активного разгибания	4	2	1
Общая амплитуда движений			
– полная	1	2	2
– ограничение сгибания более 50°	–	–	1
Боль			
– разной степени выраженности	4	3	3
– отсутствует	1	1	1
Результат по шкале KSS Knee Score			
– отлично	1	2	1
– удовлетворительно	1	–	–
– неудовлетворительно	3	2	3
Результат по шкале KSS Function Score			
– отлично	2	2	–
– хорошо	–	–	–
– удовлетворительно	3	–	2
– неудовлетворительно	–	2	2
Результат по шкале WOMAC			
– отлично	1	2	1
– хорошо	1	–	–
– удовлетворительно	–	–	–
– неудовлетворительно	3	2	3
Нестабильность сустава			
– в сагиттальной плоскости	1	1	–
– в сагиттальной или фронтальной плоскости	–	–	3

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- положение надколенника и уровень суставной линии после восстановления непрерывности разгибательного аппарата не оказывали существенного влияния на сохранение незначительного дефицита активного разгибания голени, выраженность болевого синдрома, функциональные результаты реэндопротезирования;
- единственное различие наблюдалось в стабильности сустава — низкое положение надколенника (*patella baja*) чаще сопровождалось передне-задней нестабильностью сустава.

У 10 (76,9%) пациентов после использования костно-сухожильных аллотронсплататов наблюдались полное сращение и перестройка костного трансплантата в области бугристости большеберцовой кости, у 1 (7,7%) пациента наблюдалась фрагментация бугристости большеберцовой кости, частичный лизис трансплантата надколенника и выраженный болевой синдром при незначительном (до 5°) дефиците активного разгибания.

У 2 (15,4%) пациентов после аллосухожильной рамочной аллопластики прослеживались костные каналы в бугристости большеберцовой кости и надколеннике, со временем они не расширялись.

В послеоперационном периоде различные осложнения возникли у 8 пациентов. У 7 пациентов был отмечен рецидив несостоятельности разгибательного аппарата: в 5 наблюдениях обусловленный повторной травмой с повреждением ранее восстановленной структуры, а у 2 пациентов — атрофией четырехглавой мышцы бедра с ее полной функциональной несостоятельностью. Ввиду низких ожидаемых функциональных результатов со стороны коленного сустава и необходимости повторного вмешательства, пациенты предпочли предложенной повторной операции консервативное лечение, позволившее сохранить движения в коленном суставе и требовавшее применения внешних фиксаторов сустава при ходьбе. У одного пациента в послеоперационном периоде развился рецидив глубокой инфекции в области хирургического вмешательства. Ему было выполнено двухэтапное ревизионное эндопротезирование по принятой в институте методике, при этом ранее восстановленный разгибательный аппарат оставался состоятельным [5]. На момент контрольного осмотра признаков рецидива инфекции не было, функция коленного сустава удовлетворительная.

Обсуждение

Несмотря на значительное количество методов хирургической коррекции нарушений

непрерывности разгибательного аппарата при эндопротезировании коленного сустава, до настоящего времени эта проблема не нашла своего решения и продолжает существенно влиять на функциональные результаты первичной и ревизионной артропластики даже при корректно установленных компонентах имплантата.

Факторами риска возникновения нарушения непрерывности разгибательного аппарата являются [2, 3, 17, 27, 28, 32, 36]:

- мужской пол пациента;
- индекс массы тела больше 30 кг/м²;
- коррекция варусной деформации более 5°;
- коррекция вальгусной деформации 10° и более;
- толщина вкладыша более 12 мм;
- ранее выполненные артротомии;
- гонартроз на фоне системных заболеваний (диабет; почечная патология; ревматоидный артрит; ожирение и др.);
- инъекции кортикостероидов; применение фторхинолонов;
- острые травмы и повторная микротравматизация коленного сустава;
- асептический некроз при обширном ожоге надколенника с целью денервации; нарушающий его кровоснабжение;
- нарушение кровоснабжения надколенника при протяженном мягкотканном релизе;
- разгибательная контрактура сустава с предоперационным сгибанием голени до 100°;
- избыточный размер и некорректное расположение пателлярного компонента (медиальное положение);
- изменение уровня суставной линии, внутренняя ротация бедренного или большеберцового компонентов;
- чрезмерная резекция надколенника при замене его суставной поверхности.

Консервативное лечение, подразумевающее применение замыкающихся при ходьбе и размыкающихся при сидении брейсов, показано пожилым малоактивным людям, а также пациентам, не способным следовать длительному строгому послеоперационному протоколу [33]. R.E. Dobbs с соавторами указывают на положительные результаты консервативного лечения неполных разрывов сухожилия четырехглавой мышцы бедра [19].

По мнению абсолютного большинства ортопедов, нарушение непрерывности разгибательного аппарата является показанием к оперативному вмешательству.

В доступных источниках встречаются единичные сообщения о положительных результатах сшивания разорванного сухожилия четырехглавой мышцы бедра или связки над-

коленника [35], однако некоторые хирурги указывают на плохие отдаленные результаты наложения швов или скобок при рассматриваемых повреждениях [25].

Аутопластика при разрыве связки надколенника сухожилием *m. semitendinosus* приводит к неудовлетворительным функциональным результатам: максимальное количество наблюдений включало 7 пациентов, при средней амплитуде движений 80° у 5 была разгибательная контрактура [14, 33].

J.W. Jaureguito с соавторами [23] и В.Т. Busfield с соавторами [13] предложили методику восстановления разгибательного аппарата с помощью ротированной медиальной головки икроножной мышцы, позволившей им добиться активного разгибания голени.

Основным методом лечения несостоятельности разгибательного аппарата является его аллопластика [8, 12, 16, 26]. Разгибательная контрактура, ограниченная амплитуда движений и повторные разрывы трансплантата, отмечавшиеся при клиническом внедрении данной методики, стали наблюдаться реже благодаря совершенствованию хирургической техники и оптимизации протокола послеоперационной реабилитации [11]. R.H. Emerson с соавторами на основании полученных результатов показали, что суставную поверхность надколенника при аллопластике разгибательного аппарата замещать не надо [22]. R.S. Burnett с соавторами доказали необходимость реконструкции разгибательного аппарата коленного сустава при максимальном натяжении аллотрансплантата, что обеспечивает большую амплитуду движений и лучшие функциональные результаты в отдаленном периоде [11].

L.S. Crossett с соавторами, используя свежемороженый аллотрансплантат ахиллова сухожилия, добились отличных результатов операции у 80,0% пациентов [17]. Значительно менее обнадеживающие результаты использования аллотрансплантата ахиллова сухожилия с сокращенными сроками иммобилизации в послеоперационном периоде представили С. Diaz-Ledezma с соавторами: только у 17 (58,6%) из 29 прооперированных пациентов были получены удовлетворительные результаты, в остальных случаях они оказались неудовлетворительными. Восемью (27,5%) пациентам потребовалась повторная операция из-за рецидива несостоятельности разгибательного аппарата, в 4 (13,8%) случаях развились инфекционные осложнения. Достигнутые результаты заставили авторов отказаться от сокращенных сроков послеоперационной иммобилизации, а также рекомендовать постоянный мониторинг

пациентов с аллотрансплантатами из-за высокой вероятности развития поздней инфекции [21].

N.M. Brown с соавторами опубликовали неутешительные результаты различных методик аллопластики разгибательного аппарата у 50 пациентов: в 38,0% наблюдений потребовалось повторное хирургическое вмешательство, а в 56,2% при десятилетнем сроке наблюдения функция коленного сустава была неудовлетворительной [9].

В клинической практике также используются синтетические материалы для восстановления непрерывности разгибательного аппарата коленного сустава (Dacron и Marlex mesh, связка Leeds-Keio, мерсилиеновая лента, связка LARS и др.). J. Agacil с соавторами сообщили о плохих результатах использования полиэфирной ленты для восстановления разгибательного аппарата у 5 пациентов [7], тогда как J.A. Browne, A.D. Hanssen [10], Y. Kollender [24], M. Domincus [20], P.A. Rust [34] и M.W. Pagnano [30] добились хороших среднесрочных результатов при имплантации искусственных материалов. Они также указывают на то, что синтетическая ткань является матрицей для прорастания и формирования нового сухожилия.

Полученные нами результаты не противостоят данным литературы. Таким образом, нарушение непрерывности разгибательного аппарата является тяжелейшим осложнением эндопротезирования коленного сустава, существенно ухудшающим результаты артропластики.

Выводы

Изучение результатов оперативного восстановления непрерывности разгибательного аппарата при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава позволило нам сделать следующие выводы:

- существенное снижение болевого синдрома в послеоперационном периоде отмечают около трети пациентов, у большинства пациентов боль сохраняется на том же уровне или усиливается;

- восстановление разгибательного аппарата не оказывает существенного влияния на среднюю амплитуду движений в коленном суставе и сгибание голени, но оно существенно уменьшает дефицит разгибания голени и значительно улучшает активное разгибание голени, что крайне важно для функционального восстановления коленного сустава и опороспособности нижней конечности;

- реконструкция разгибательного аппарата позволяет стабилизировать сустав у подавляю-

щего числа пациентов (по нашим данным, у 83,3%);

– несмотря на объективное улучшение ряда показателей, балльные оценки функции коленного сустава после операции остаются низкими, что необходимо учитывать при планировании хирургического вмешательства и заранее информировать об этом пациентов.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература/References

1. Гилев Я.Х., Пронских А.А., Милуков А.Ю., Тлеубаев Ж.А. Современные технологии лечения переломов коленного сустава. *Политравма*. 2007;(2):28-34. Gilyev Y.K., Pronskikh A.A., Milyukov A.Y., Tleubaev Z.A. [The modern techniques of knee fractures treatment]. *Polytrauma* [Polytrauma]. 2007;(2):28-34. (in Russian).
2. Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Холодаев М.Ю., Елизаров П.М. Нарушение разгибательного аппарата после первичного и ревизионного эндопротезирования коленного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2014;(2):40-45. Kavalerskiy G.M., Murylyov V.Yu., Kholodaev M.Yu., Rukin Ya.A., Elizarov P.M., Rubin G.G. [Disturbance of Extensor Mechanism after Primary and Revision Knee Arthroplasty]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov]. 2014;(2):40-45. (in Russian).
3. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М. Эндопротезирование коленного сустава при системных заболеваниях соединительной ткани. *Врач-аспирант*. 2016;77(4):9-14. Kavalerskiy G.M., Smetanin S.M. Knee arthroplasty in systemic connective tissue diseases. *Vrach-aspirant* [Postgraduate Doctor]. 2016;77(4):9-14. (in Russian).
4. 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. Kornilov N.N., Kulyaba 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. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;1(75):136-151. (in Russian).
5. Преображенский П.М., Каземирский А.В., Гончаров М.Ю. Современные взгляды на диагностику и лечение пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава. *Гений ортопедии*. 2016;(3):94-104. Preobrazhenskii P.M., Kazemirskii A.V., Goncharov M.I. [Current views on diagnosing and treatment of patients with periprosthetic infection after the knee arthroplasty]. *Genii ortopedij* [Genius of Orthopedics]. 2016;(3):94-104. (in Russian).
6. Тихилов Р.М., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Сараев А.В., Игнатенко В.Л. Современные тенденции в ортопедии: артропластика коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2012;2(64):5-15. Tikhilov R.M., Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Saraev A.V., Ignatenko V.L. [Modern trends in orthopedics: the knee arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2012;2(64):5-15. (in Russian).
7. Aracil J., Salom M., Aroca J.E., Torro V., Lopez-Quiles D. Extensor apparatus reconstruction with Leeds-Keio ligament in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1999;14(2):204-208.
8. Barrack R.L., Stanley T., Butler R.A. Treating extensor mechanism disruption after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(416):98-104. DOI: 10.1097/01.blo.0000092993.90435.69.
9. Brown N., Murray T., Sporer S.M., Wetters N., Berger R.A. Extensor Mechanism Allograft Reconstruction for Extensor Mechanism Failure Following Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;(97):279-362. DOI: 10.2106/JBJS.N.00759.
10. Browne J.A., Hanssen A.D. Reconstruction of patellar tendon disruption after total knee arthroplasty: Results of a new technique utilizing synthetic mesh. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(12):1137-1143. DOI: 10.2106/JBJS.J.01036.
11. Burnett R.S., Berger R.A., Paprosky W.G., Della Valle C.J., Jacobs J.J., Rosenberg A.G. Extensor mechanism allograft reconstruction after total knee arthroplasty: A comparison of two techniques. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;(86):2694-2699.
12. Burnett R.S., Butler R.A., Barrack R.L. Extensor mechanism allograft reconstruction in TKA at a mean of 56 months. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;(452):159-165. DOI: 10.1097/01.blo.0000238818.25530.2b.
13. Busfield B.T., Huffman G.R., Nahai F., Hoffman W., Ries M.D.: Extended medial gastrocnemius rotational flap for treatment of chronic knee extensor mechanism deficiency in patients with and without total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(428):190-197.
14. Cadambi A., Engh G.A. Use of a semitendinosus tendon autogenous graft for rupture of the patellar ligament after total knee arthroplasty: A report of seven cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74(7):974-979.
15. Chalidis B.E., Tsiridis E., Tragas A.A., Stavrou Z., Giannoudis P.V. Management of periprosthetic patellar fractures. A systematic review of literature. *Injury*. 2007;38(6):714-724.
16. Cottino U., Abdel M.P., Hanssen A.D. Chronic extensor mechanism insufficiency in total knee arthroplasty (TKA). *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2015;8(4):368-458. DOI: 10.1007/s12178-015-9292-9.
17. Crossett L.S., Sinha R.K., Sechrist V.F., Rubash H.E. Reconstruction of a ruptured patellar tendon with achilles tendon allograft following total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(8):1354-1361.
18. Cushner F., Agnelli G., FitzGerald G., Warwick D. Complications and functional outcomes after total hip arthroplasty and total knee arthroplasty: results from the Global Orthopaedic Registry (GLORY). *Am J Orthop. (Belle Mead NJ)*. 2010;39(9 Suppl):22-28.
19. Dobbs R.E., Hanssen A.D., Lewallen D.G., Pagnano M.W. Quadriceps tendon rupture after total knee arthroplasty. Prevalence, complications, and outcomes. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(1):37-45. DOI: 10.2106/JBJS.D.01910.
20. Diaz-Ledezma C., Orozco F.R., Delasotta L.A., Lichstein P.M., Post Z.D., Ong A.C. Extensor mechanism reconstruction with achilles tendon allograft in TKA: results of an abbreviate rehabilitation protocol. *J Arthroplasty*. 2014;29(6):1211-1216. DOI: 10.1016/j.arth.2013.12.020.
21. Dominkus M., Sabeti M., Toma C., Abdolvahab F., Trieb K., Kotz R.I. Reconstructing the extensor apparatus with a

- new polyester ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;(453): 328-362. DOI: 10.1097/01.bl0.0000229368.42738.b6.
22. Emerson R.H. Jr., Head W.C., Malinin T.I. Extensor mechanism reconstruction with an allograft after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(303): 79-85.
 23. Jaureguito J.W., Dubois C.M., Smith S.R., Gottlieb L.J., Finn H.A. Medial gastrocnemius transposition flap for the treatment of disruption of the extensor mechanism after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(6):866-873.
 24. Kollender Y., Bender B., Weinbroum A.A., Nirkin A., Meller I., Bickels J. Secondary reconstruction of the extensor mechanism using part of the quadriceps tendon, patellar retinaculum, and Gore-Tex strips after proximal tibial resection. *J Arthroplasty.* 2004;19(3):354-60.
 25. Lynch A.F., Rorabeck C.H., Bourne R.B. Extensor mechanism complications following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1987;2(2):135-140.
 26. Malhotra R., Garg B., Logani V., Bhan S. Management of extensor mechanism deficit as a consequence of patellar tendon loss in total knee arthroplasty: a new surgical technique. *J Arthroplasty.* 2008;23(8):1146-1197. DOI: 10.1016/j.arth.2007.08.011.
 27. Meding J.B., Fish M.D., Berend M.E., Ritter M.A., Keating E.M. Predicting patellar failure after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(11): 2769-2843. DOI: 10.1007/s11999-008-0417-y.
 28. Nazarian D.G., Booth R.E. Jr. Extensor mechanism allografts in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(367):123-129.
 29. Ortiguera C.J., Berry D.J. Patellar fracture after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(4):532-40.
 30. Pagnano M.W. Patellar tendon and quadriceps tendon tears after total knee arthroplasty. *J Knee Surg.* 2003; 16(4):242-247.
 31. Pierce T.P., Jauregui J.J., Cherian J.J., Elmallah R.K., Harwin S.F., Mont M.A. Is There an Ideal Patellar Thickness Following Total Knee Arthroplasty? *Orthopedics.* 2016;39(1):e187-92. DOI: 10.3928/01477447-20151222-03.
 32. Rand J.A., Morrey B.F., Bryan R.S. Patellar tendon rupture after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(244):233-238.
 33. Rust P.A., Tanna N., Spicer D.D. Repair of ruptured quadriceps tendon with Leeds-Keio ligament following revision knee surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(4):370-372. DOI: 10.1007/s00167-007-0475-9.
 34. Siwek C.W., Rao J.P. Ruptures of the extensor mechanism of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(6):932-937.
 35. Stinner D.J., Orr J.D., Hsu J.R. Fluoroquinolone-associated bilateral patellar tendon rupture: a case report and review of the literature. *Mil Med.* 2010;175(6):457-466.

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

Михайлова Полина Михайловна – лаборант-исследователь научного отделения нейроортопедии с костной онкологией ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» 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

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Taras A. Kulyaba – 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

Polina M. Mikhailova – Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Gennady Yu. Bovkis – Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics