© Рохоев С.А., Митрофанов А.И., Сараев А.В., Корнилов Н.Н., 2020

УДК616.728.3-007.24-089.227.844-77(048.8)

DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-1-108-116

Артропластика коленного сустава при внесуставных деформациях: какую тактику лечения выбрать? (клиническое наблюдение и обзор литературы)

С.А. Рохоев, А.И.Митрофанов, А.В. Сараев, Н.Н. Корнилов

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity: which strategy to choose? (case report and literature review)

S.A. Rokhoev, A.I. Mitrofanov, A.V. Saraev, N.N. Kornilov

Russian Vreden Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russian Federation

Введение. Артропластику коленного сустава при наличии внесуставной деформации бедренной или большеберцовой кости закономерно относят к сложным случаям первичного эндопротезирования. При данной патологии возможны три варианта тактики лечения: выполнение эндопротезирования, игнорируя внесуставную деформацию; проведение корригирующей остеотомии с одномоментной артропластикой или двухэтапное лечение: корригирующая остеотомия с отсроченным замещением сустава на искусственный. Для практикующего ортопеда выбор оптимального варианта лечения подобных пациентов зачастую представляет затруднение. **Цель**. На основании мирового опыта и собственных клинических наблюдений обосновать дифференцированный подход к выбору тактики лечения больных с гонартрозом, ассоциированным с внесуставной деформацией. **Материалы и методы**. Проведен сравнительный анализ данных мировой литературы, посвященных хирургическому лечению больных гонартрозом, сопряженным с внесуставной деформацией. Реализация дифференцированного подхода представлена на примере лечения одной пациентки 35 лет с двухсторонним гонартрозом терминальной стадии, ассоциированным с внесуставной деформацией обеих нижних конечностей. Врождённая многоплоскостная многоуровневая деформация диафиза левой бедренной кости (вальгусное отклонение 26 градусов, антекурвация и наружная ротация) обусловила выбор этапного лечения: корригирующая двухуровневая остеотомия левой бедренной кости с устранением всех компонентов деформации и интрамедуллярный остеосинтез с блокированием, а спустя год – одномоментное удаление интрамедуллярного штифта и проведение стандартного тотального эндопротезирования левого коленного сустава с применением имплантата с сохранением задней крестообразной связки (ЗКС). В то время как при приобретённой одноплоскостной варусной деформации правой бедренной кости через 5 месяцев после первого вмешательства пациентке выполнено тотальное эндопротезирование правого коленного сустава с использованием компьютерной навигации и установкой имплантата с замещением ЗКС. **Результаты**. Балльная оценка функции коленного сустава по шкале KSS (American Knee Society scoring system) для левого и правого коленных суставов изменилась с 28 до 85, с 52 до 86 (kneescore) и с 42 до 90, с 52 до 92 (functionscore) соответственно. Анализ актуальных публикаций, посвящённых данной проблеме, продемонстрировал, что проведение ТАКС с компьютерной навигацией позволяет добиться большей точности восстановления оси конечности, лучшего сгибания и функции коленного сустава в целом, в то время как остеотомии сопряжены с повышенным риском осложнений, в первую очередь связанных с замедленной консолидацией и формированием ложного сустава. **Заключение**. Выбор тактики проведения артропластики коленного сустава при внесуставной деформации нижней конечности должен быть дифференцированным в зависимости от её величины, сложности и локализации, с учётом релевантных половозрастных и клинических особенностей пациента. При легкой степени диафизарной деформации, сопряженной с гонартрозом, предпочтение следует отдавать ТАКС с компьютерной навигацией. При локализации вершины деформации около сустава, а также при тяжелых случаях диафизарной деформации более корректно выполнить первым этапом остеотомию для восстановления оси сегмента.
Ключевые слова: тотальное эндопротезирование коленного сустава, остеотомия, внесуставная деформация, компьютерная навигация

Background Extraarticular deformity of the femur or tibia may be critical for the success of primary total knee arthroplasty (TKA). Recognizing an extraarticular deformity preoperatively allows a surgeon to choose between various management strategies. The surgical treatment options for correction of an extraarticular deformity include (1) primary TKA, (2) simultaneous corrective osteotomy and TKA and (3) staged corrective osteotomy and delayed TKA. **Objective** To substantiate differentiated approach to treatment strategies for osteoarthritic knee with extraarticular deformity based on international and our own experience. **Material and methods** Comparative analysis of current literature on surgical treatment of extraarticular deformities in arthritic knees was produced. The differentiated approach was illustrated by a clinical instance of a 35-year-old patient with bilateral end-stage gonarthrosis associated with extraarticular deformity of both lower limbs. Staged treatment was considered for the congenital multiplanar multilevel deformity in the shaft of the left femur with 26º valgus alignment, procurvatum, external rotation to be corrected with bifocal osteotomy addressing all components of the deformity and stabilized with interlocking intramedullary nail. Standard TKA on the left side was produced a year later with posterior cruciate ligament (PCL) retention. Acquired uniplanar varus deformity of the right femur was corrected using computer-assisted navigation TKA and the PCL substitution at 5 months after the first procedure. **Results** Knee score improved from 28 to 85 and from 52 to 86 in the left and right sides while functional activity score increased from 42 to 90 and from 52 to 92, respectively, as measured with American Knee Society scoring system (KSS). There is plenty of evidence in the literature that computer-assisted navigation TKA facilitates accurate limb alignment, better flexion angle and improved functional score whereas osteotomies are associated with a higher risk of complications that can result in delayed consolidation or nonunion. **Conclusion** Differentiated approach can be advocated for correction of an extraarticular deformity of lower limb to be addressed with TKA depending on the magnitude (in degrees), the location of the deformity in relation to the knee joint and relevant patient specific charactreristics, such as age, gender, clinical history. Computer-assisted navigation TKA is practical for mild diaphyseal deformity associated with gonarthritis. Corrective osteotomy can be useful for severe diaphyseal deformity or with the apex localized close to the joint for realignment at the first stage.
Keywords: total knee arthroplasty, extra-articular deformity, osteotomy, computer-assisted orthopedic surgery

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении последних десятилетий основным методом лечения больных с терминальной стадией гонартроза является тотальная артропластика коленного сустава (ТАКС). Данная операция позволяет купировать болевой синдром, устранить деформацию, восстановить амплитуду движений, что приводит к улучшению функции коленного сустава и нижней конечности в целом. Гонартроз в сочетании с внесуставной деформацией

Рохоев С.А., Митрофанов А.И., Сараев А.В., Корнилов Н.Н. Артропластика коленного сустава при внесуставных деформациях: какую тактику лечения выбрать? (клиническое наблюдение и обзор литературы) // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 1. С. 108-116. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-1-108-116

нижней конечности вызывает значительные трудности при планировании и непосредственном выполнении ТАКС, которая обусловлена сложностью правильного трёхмерного позиционирования имплантатов, в силу того, что стандартные инструментальные системы становятся неприменимыми, а также достижением оптимального баланса стабилизаторов коленного сустава в пределах всей амплитуды движений [1, 2].

Наиболее частыми причинами развития внесуставных деформаций бедренной и большеберцовой костей являются неправильное сращение переломов или корригирующих остеотомий, врожденная патология, метаболические заболевания или алиментарные факторы, а также перенесенный инфекционный процесс.

Традиционно внутрисуставной компонент деформации, обусловленный износом хряща и кости, устраняется за счёт корректирующих резекций бедренной и большеберцовой костей в сочетании с релизом мягкотканных структур. Возможности внутрисуставной коррекции внесуставных деформаций нижней конечности при эндопротезировании коленного сустава носят ограниченный характер, и, по данным исследований, безопасный диапазон весьма мал. Во фронтальной плоскости представляется возможным устранить внесуставные деформации в пределах до 15–20° [3], в сагиттальной до 20–25° [4] и в вертикальной до 10–20° [5]. К тому же, чем ближе вершина деформации находится к коленному суставу, тем сложнее её корректировать внутрисуставно [6]. Остаточная деформация оси нижней конечности после ТКА может приводить к асептическому расшатыванию компонентов и/или преждевременному износу полиэтиленового вкладыша (рис. 1) [7], что является частой причиной ревизионных вмешательств.

Также при персистенции деформации сохраняется разность длины конечностей: нарушение оси свыше 20° всегда сочетается с укорочением конечности, что неблагоприятно сказывается на походке пациента и может вызывать боли в смежных суставах, а также в поясничном отделе позвоночника. Невозможность достижения баланса сгибательного и разгибательного промежутков может привести к необходимости имплантации стабилизированного во фронтальной плоскости или даже шарнирного имплантата, для надёжной фиксации которых требуются удлиняющие ножки, зачастую конфликтующие с искривлёнными костномозговыми каналами, приводя к пространственным отклонениям компонентов эндопротеза.

Учитывая это, большинство ортопедов закономерно относят ТАКС при наличии внесуставной деформации бедренной или большеберцовой кости к сложным случаям первичной артропластики.

Принципиально в зависимости от величины деформации, уровня её локализации и сложности возможны три варианта хирургической тактики лечения данной категории пациентов:

1) выполнение эндопротезирования коленного сустава, игнорируя внесуставную деформацию;

2) корригирующая остеотомия с одномоментным эндопротезированием и остеосинтезом;

3) двухтапное лечение: вначале корригирующая остеотомия, а после консолидации – вторым этапом – эндопротезирование.

Каждый из этих подходов имеет свои положительные и отрицательные стороны, а также известные преимущества и ограничения, что делает выбор оптимального варианта не всегда однозначным и требует детального обсуждения плана лечения с пациентом в каждом конкретном случае.

Цель данной работы – основываясь на анализе литературы и собственных клинических данных, обосновать дифференцированный подход к выбору тактики хирургического лечения больных гонартрозом с сопутствующими внесуставными деформациями бедренной и/или большеберцовой костей, нуждающихся в эндопротезировании коленного сустава.

Рис. 1. Преждевременный износ и перелом полиэтиленового вкладыша при сохранении варусной деформации

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для поиска тематических научных публикаций были использованы онлайн базы данных EMBASE, MEDLINE, PubMed и eLibrary с глубиной поиска 20 лет (1999–2019 гг.). Материалы были получены из публичного доступа с соответствующих сайтов издательств, сборников, баз данных. Критериями включения являлись: 1) публикации любого уровня доказательности; 2) данные пациентов мужского и женского пола всех возрастов; 3) работы, опубликованные на английском и русском языках.

При поиске использовались следующие термины на английском языке и их русскоязычные аналоги: «total knee arthroplasty», «extra-articular deformity», «osteotomy» «computer-assisted orthopaedic surgery»;

«тотальное эндопротезирование коленного сустава», «остеотомия», «внесуставная деформация», «компьютерная навигация».

При анализе печатных работ пристальное внимание уделяли: 1) наличию у представленных пациентов внесуставной деформации; 2) этапности устранения деформации (одно- или двухэтапное); 3) применению компьютерной навигации; 4) результатам лечения. Затем выделяли работы, где сообщалось об эндопротезировании коленного сустава при экстраартикулярной деформации и отмечалось, была ли использована остеотомия для коррекции деформации или игнорирована, описан метод фиксации зоны остеотомии, степень связанности протеза, функция коленного сустава.

Описание клинического случая

Пациентка Е., 35 лет (рост 170 см, вес 71 кг, ИМТ 26,4), 09.02.2017 г. обратилась в плановом порядке в РНИИТО имени Р.Р. Вредена с жалобами на боль при нагрузке и в покое, ограничение амплитуды движений в обоих коленных суставах, больше слева, а также на утреннюю скованность и деформацию обеих нижних конечностей, больше слева. Со слов пациентки, деформация левой нижней конечности была врождённой, в то время как справа появилась и стала прогрессировать после вторых родов. Впервые боли в левом коленном суставе стали беспокоить в 2000 г., а в правом – в 2014 г. Периодически проходила курсовое консервативное лечение (лечебную физкультуру, физиотерапевтические процедуры, нестероидные противовоспалительные препараты) с кратковременным положительным эффектом (до 1–2 месяцев). В 2014 году была проведена артроскопическая резекция дегенеративного разрыва медиального мениска правого коленного сустава с кратковременным положительным эффектом. Постепенное прогрессирование деформации и ограничения движений в левом коленном суставе отмечала с 2007 г., а в правом – с 2016 г. Болевой синдром принял постоянный и выраженный характер слева с 2016 г., справа – с 2017 г. Консервативное лечение стало неэффективным.

При клиническом обследовании выявлено: пациентка ходит самостоятельно, без дополнительных средств опоры, с полной нагрузкой на обе ноги, левосторонняя хромота. Болезненна пальпация в проекции суставной щели с внутренней и наружной стороны, суставы стабильны во всех плоскостях, выпота нет. Оба надколенника при сгибании скользят с тенденцией к латерализации (слева > справа), однако без подвывиха.

Выполнено рентгенографическое исследование.

По причине тяжелой степени деформации в трех плоскостях и прохождения перпендикуляра механической оси бедренной кости в области прикрепления медиальной коллатеральной связки (предполагаемая плоскость дистальной резекции мыщелков) было решено первым этапом выполнить корригирующую остеотомию на двух уровнях для максимально возможной коррекции имеющихся отклонений.

Таблица 1

Анатомо-функциональная характеристика нижних конечностей пациентки

Критерии клинико-рентгенологического исследования	Левая нижняя конечность	Правая нижняя конечность
Плоскости деформации бедренных костей	3-х плоскостная (вальгус, антекурвация, наружная ротация)	Одноплоскостная (варус)
Диапазон движений в коленном суставе	0 – 10 –70°	0 – 0 – 90°
Ось конечности	26° вальгусного отклонения	10° варусного отклонения
mLDFA	70°	97°
MPTA	83	89
Укорочение	3 см	0 см
KSS knee score	28	52
KSS function score	42	52

Рис. 2. Рентгенограммы левой нижней конечности пациентки Е., 35 лет, при поступлении. Угол вальгусного отклонения 26° во фронтальной плоскости. Оценку референтных линий и углов в других плоскостях искажает ротационный компонент деформации

12.02.17 г. выполнен первый этап лечения: после стандартного рассверливания интрамедуллярного канала из дополнительных разрезов на двух уровнях выполнены остеотомии на вершинах деформации, после чего под контролем ЭОП по направителю введен штифт с последующим статическим дистальным и проксимальным блокированием 4 винтами (рис. 3).

Правильность исправления ротационного компонента деформации оценивалась рентгенологически во время операции по расположению малого вертела, мыщелков бедренной кости и расположению надколенника [8].

31.07.18 г. пациентка поступила для эндопротезирования правого коленного сустава (рис. 4).

Выполнена тотальная артропластика правого коленного сустава эндопротезом с замещением задней крестообразной связки и использованием компьютерной навигации (рис. 5, а).

23.01.18 г. пациентка поступила для выполнения второго этапа лечения – ТАКС слева (рис. 5, а). Выполнено удаление интрамедуллярного гвоздя (рис. 5, а) и одномоментное тотальное эндопротезирование левого коленного сустава с использованием стандартной инструментальной системы и имплантата с сохранением задней крестообразной связки (рис. 5, б).

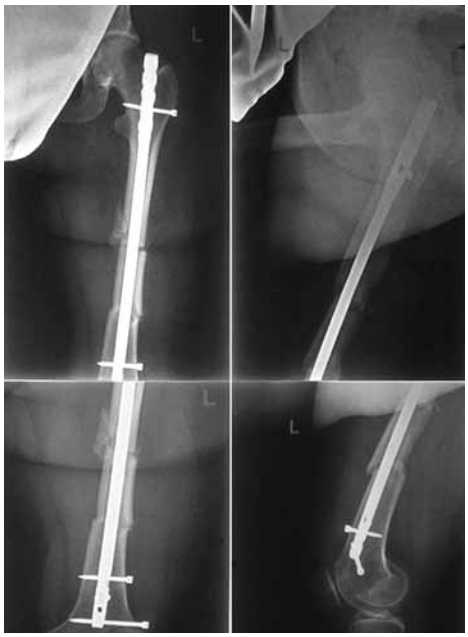

Рис. 3. Рентгенологическая картина на 1 сутки после оперативного лечения

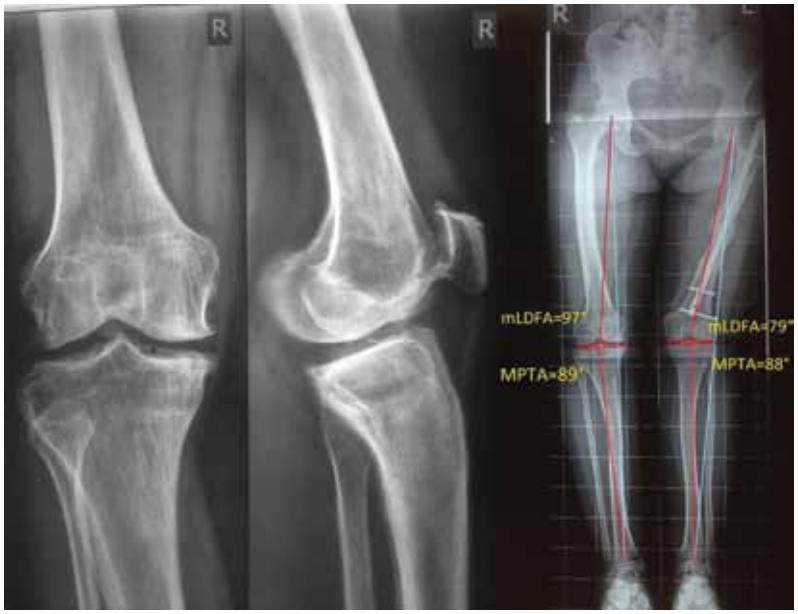

Рис. 4. Рентгенологическая картина спустя 5 месяцев после первого этапа лечения. Левый коленный сустав: угол вальгусного отклонения 11°, mLDFA – 79° (до коррекции 70°), MPTA – 88°. Правый коленный сустав: угол варусного отклонения 10°, mLDFA – 97°, MPTA – 89

Рис. 5. Рентгенологическая картина: а – спустя 11 месяцев после первого этапа лечения и 4 месяца после эндопротезировая правого коленного сустава. Левый коленный сустав: угол вальгусного отклонения 11°, mLDFA – 79° (изначально 70°); б – после второго этапа лечения

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Окончательная клинико-рентгенологическая и функциональная оценка исхода этапных вмешательств, проведённая через год после последней ТАКС, расценена как положительная. Характеристика исхода лечения пациентки по различным показателям представлена в таблице 2 и на рисунке 6.

Таблица 2

Исход лечения пациентки через год после левосторонней ТАКС

Конечность	левая	правая
Метод	двухэтапное лечение: остеотомия с последующей ТАКС	одноэтапное лечение: ТАКС с компьютерной навигацией
Механическая ось конечности до хирургического лечения	26° вальгус	10° варус
Механическая ось конечности после остеотомии	11° вальгус	–
Механическая ось конечности после артропластики	1° вальгус	0°

Продолжение таблицы 2

Исход лечения пациентки через год после левосторонней ТАКС

Конечность	левая	правая
Метод	двухэтапное лечение: остеотомия с последующей ТАКС	одноэтапное лечение: ТАКС с компьютерной навигацией
Диапазон движений до операции	0 – 10° – 70°	0° – 0° – 90°
Диапазон движений после операции	0° – 0° – 85°	0° – 0° – 95°
Тип импланта	CR	PS
Оценка по шкале Kneescore до операции	28	52
Оценка по шкале Kneescore после операций	85	86
Оценка по шкале Functionscore до операции	42	52
Оценка по шкале Functionscore после операций	90	92

Рис. 6. Визуальная картина нижних конечностей после проведенных оперативных вмешательств: достигнута нейтральная ось конечности во фронтальной и сагиттальной плоскостях

Таким образом, выбор тактики эндопротезирования коленного сустава у больных с внесуставными деформациями бедренной и большеберцовой костей может вызвать затруднение и у опытных специалистов, занимающихся артропластикой. Данное наблюдение демонстрирует, что даже у одного больного варианты решения подобной клинической ситуации на разных конечностях могут отличаться. При подобном подходе зачастую приходится выбирать компромисс между восстановлением нейтральной оси конечности и полноценностью достижения сбалансированности разгибательного промежутка. Исследования последних лет демонстрируют, что остаточная деформация конечности является гораздо менее критичной для функции сустава, нежели трапециевидность разгибательного промежутка, причём её отклонение может достигать 5 градусов и более [9].

Наиболее приемлемым и для пациента, и для хирурга является вариант, когда эндопротезирование выполняется без дополнительной коррекции внесуставной деформации, однако он имеет ряд ограничений, связанных с риском персистенции деформации, появления дисбаланса сустава и необходимостью применения более связанных имплантатов.

Для определения возможности безопасной реализации такого подхода на практике популярен метод, описанный Wang J.W., Wang C.J. с соавт., который основывается на предоперационном планировании по телерентгенограммам нижней конечности в прямой проекции. Так, если перпендикуляр к механической оси проксимального фрагмента бедренной кости, проведённый на уровне, соответствующем по толщине дистальной резекции мыщелков, будет проходить через надмыщелки, где прикрепляются медиальная и латеральная коллатеральные связки, то необходима корригирующая остеотомия, в противном случае велик риск повреждения этих ключевых для коленного сустава стабилизаторов [3]. В то время как для выбора тактики в отношении большеберцовой кости учитывается, где проецируется механическая ось её дистального по отношению к вершине деформации фрагмента в области плато: если она выходит за его пределы во фронтальной плоскости, то показана корригирующая остеотомия.

Следует подчеркнуть, что возможность интраартикулярной резекции и балансировки мягких тканей определяется не только степенью деформации, но и её сложностью (одна плоскость или несколько), а также локализацией. Чем больше величина деформации и чем ближе она к коленному суставу, особенно при многоплоскостном характере, тем сильнее она затрудняет корректное выполнение эндопротезирования. Если фронтальная деформация в надмыщелковой области бедренной составляет ⩾20°, методом выбора может быть одномоментная с эндопротезированием остеотомия с остеосинтезом на длинной ножке эндопротеза [6]. Следует подчеркнуть, что данный подход требует применения ревизионного модульного имплантата, а в тех ситуациях, когда за счёт интрамедуллярной фиксации не удаётся добиться адекватной ротационной стабильности фрагментов – ещё и дополнительного накостного остеосинтеза.

Таким образом, при больших угловых деформациях бедренной или большеберцовой кости предварительная внесуставная коррекция позволяет выполнить в последующем стандартную процедуру замены коленного сустава.

Анализ актуальных публикаций, посвящённых данной проблеме, обобщён в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Результаты эндопротезирования КС при деформации кости с использованием компьютерной навигации, игнорируя внесуставную деформацию

Авторы	Calvin и соавт. [10]	Chou и соавт. [11]	Liu и соавт. [12]	Mullaji и соавт. [13]	Rhee и соавт. [14]	Shao и соавт. [15]	Tigani и соавт. [16]	Bottros и соавт. [17]	Klein и соавт. [18]	Catani и соавт. [19]
Дата исследования	2011	2008	2006–2009	2005–2008	2007–2012	2008–2010	2004–2009	2004–2006	2005	2003–2008
Число пациентов	1	1	8	34	13	12	9	9	5	20
Плоскость деформации	фронтальная сагиттальная	фронтальная сагиттальная			3 – одноплоскостные, 10 – двухплоскостные		7 – одноплоскостные, 2 – двухплоскостные	2 – одноплоскостные, 7 – двухплоскостные		15 – одноплоскостные, 5 – двухплоскостные
Возраст	70	43	68 (60–78)	63,1 (46–80)	69 (52–83)	65,6 ± 7,1	61 (36–77)		60 (50-75)	52 (38–83)
Причина деформации	Последствия тяжелого перелома (ДТП)	Последствия тяжелого перелома (ДТП)	7 – НСП, 1 – врожденный дефект	14 – ИФН 3 – ЛС после НТО, 4 – стресс-перелом, 13 –НСП	13 – НСП	11 – НСП, 1 – болезнь Блаунта	8 – НСП, витамин Д резистентность			НСП
Механическая ось до операции	5,3° варус	8° варус	10,7° варус	166,7° ± 9,3° (163,7°–169,6°)	7,2 ± 11,8° (25° варус – 13° вальгус)	10,0° ± 4,4° варус	26° вальгус – 19° варус	5,1° варус (14° варус – 2,18° вальгус)	2,7° вальгус (13,68° варус – 16,28° вальгус)	10,4° ± 8,3° варус (26° варус – 13° вальгус)
Механическая ось после операции	0°	1° варус	1,2° варус (4,5° варус – 1,5° вальгус)	179,1° ± 1,4° (178,6° – 179,5°)	0,2 ± 4,5° вальгус (6° варус – 13° вальгус)	0,9° ± 0,8°	0 ± 3°	1,3° вальгус (0,2 ± 2,58°)	0,6° варус (1,8° варус – 0,4° вальгус)	0,8° вальгус (1° варус – 2° вальгус)
KSSдо операции		38	24,63 ± 15,77 (0–45)	49,7 (32–65)	28,8 ± 5,7 (19–35)	40,8 ± 7,7	33 (12–63)	62 (50–75)		48 ± 7,4 (28–67)
KSS после операции		82	84,00 ± 5,95 (77–94)	90,4 (80–95)	89,6 ± 4,6 (80–97)	94,9 ± 2,4	78 (63–90)	92 (83–97)		91 ± 5,4 (81–97)
FS до операции	90		49,38 ± 17,41 (25–75)	47,3 (35–50)		39,6 ± 12,3	32 (10–65)	52 (46–60)		42 ± 6,7 (24–61)
FS после операции	100		87,50 ± 7,56 (75–100)	84,9 (50–100)		95,4 ± 4,0	72 (40–90)	83 (60–100)		85 ± 6,4 (78–93)
Амплитуда движений до операции	Сгибательная контрактура 10°. 10–110°	0–90°	85 ± 14,14° (70–110)		83,5 ± 19,8° (50°–125°)	83,7 ± 18,7°	68° (20°–120°)	70° (4°–74°)		7°–74°
Амплитуда движений после операции	0°–120°	0–95°	106,2 ± 10,26° (95°–120°)		118,5 ± 10,5° (100°– 135°)	11° ± 8,2°	81° (65°–120°)	97° (0,6°–98°)		0–94°
Тип импланта	PS	PS	PS	PS (6 с длинными тибиальными ножками)	PS – 10, неуточненныхCR или PS – 3	неуточненных CR или PS – 10, PS– 2	PS – 7, Cons– 1	CR – 5, PS – 4	PS	PS – 16, SM – 4
Укорочение	2 см	4 см								
Сегмент и локализация деформации	Б (дистальная 1/3)	Б (дистальная 1/3)	Б –7, БТ – 1	Б – 17, Т – 14	Б – 9 (4 – дистальная 1/3, 5 – средняя 1/3), Т – 4 (4 – проксимальная 1/3)	Б– 11 (9 – диафиз, 3 –надмыщелки), БТ – 1 (1 – диафиз)	Б–6, Т–2, БТ–1	Б – 9	Б – 1, Т – 1, БТ – 3	Б – 11 (5 – средней 1/3, 1 – средней и дистальной 1/3, 5 – дистальной 1/3), Т – 9 (8 – проксимальной 1/3, 1 – средняя 1/3)
Комментарий				у 3-х выполнена внесуставная О/Т, у остальных ТАКС с К/Н						

Обозначения: Б – бедренная кость, Т – большеберцовая кость, БТ – бедренная и большеберцовая кости, НСП – неправильно сросшийся перелом, ТАКС – тотальная артропластика коленного сустава, К/Н – компьютерная навигация, ИФН – излишний фронтальный наклон, SM – полусвязанный, Const – полностью связанный, CR – с сохранением ЗКС, PS – с замещением ЗКС, KSS – Knee Society Score, FS – Functional score, НТО –высокая тибиальная остеотомия.

Таблица 4

Результаты эндопротезирования КС в сочетании с корригирующей остеотомией

Авторы	Hazratwala и соавт. [4]	Yagi и соавт. [20]	Deschamps и соавт. [5]	Xiao-Gang и соавт. [21]	Lonner и соавт. [22]	Veltman и соавт. [23]	C. H. Jason Fan [24]
Дата исследования	2016	2008	2000–2008	2006–2010	1990–1996	2006–2012	2014
Этапность лечения	одномоментное	этапное	одномоментное (16), этапное (2)	одномоментное	одномоментное	одномоментное	одномоментное
Число пациентов	1	1	78 60 – изолированных ТАКС и 18 с О/Т (16 одноэтапно, 2 двухэтапно) Результаты оценивались смешанно и в гр. с ТАКС и ТАКС + О/Т	9 7 – изолированных ТАКС, 2 – ТАКС + одномоментно остеотомия (2 – Т)	11	21	1
Плоскость деформации	фронтальная сагиттальная	фронтальная		5 – одноплоскостные, 3 – двухплоскостные, 1 – трехплоскостная	5 одноплоскостных деформаций (4 варуса, 1 антекурвация), 5 двухплоскостных (варус и антекурвация), 1 трехплоскостной (варус, антекурвация, инторсия)		фронтальная сагиттальная вертикальная
Возраст	54	65	63 (34-90)	51 (34-69)	63 (40–74)	65,6 ± 7,1	64
Причина деформации	НСП	последствия сочетанной травмы при ДТП	НСП	1 – дисплазия бедренной кости, 4 – НСП	10 – НСП, 1 – гипофосфатемический рахит	10 – НСП, 7 – ЛС, 3 – остеоартроз, 1 – несовершенный остеогенез	последствия травмы при ДТП
Механическая ось до операции	13° варуса	22° варуса	с варусом: 178 ± 4° (172–184°), с вальгусом: 181 ± 2° (175–184°)	11,8 ° (2°–21°)	28,3° варуса (14°–40°)	Б – 12° варуса – 15° вальгуса; Б/б – 17° варуса – 11° вальгуса	16°варуса, 15°антеверсия (норма 20°–25°)
Механическая ось после операции	0°	8° варуса, 2° варуса после ТАКС		1° (0–4°)	< 2° варуса		0°
KSS до операции		6			10 ± 4		
KSS после операции		72			87 ± 11		97
FS до операции		10	44 ± 23		22 ± 10		
FS после операции		85	89 ± 15		81 ± 19		80
Диапазон движений до операции	3–82°	20–50°	сгибание 105 ± 26°, разгибание 5 ± 6°	46,7° (0–100°)	56 ± 17°		0–100°
Диапазон движений после операции	0–115°	–5–70°	сгибание 109 ± 21°, разгибание 0,5 ± 3°	100,6° (85–115°)	89 ± 17°	F – 96° (70–120), Т – 108° (45–140)	0–110°
Тип импланта	PS	PS	Uni – 3, CR/PS-67, SM – 4, Const– 4,	PS – 5, SM – 4	PS – 11	PS и SM (распределение не уточняется)	Не уточняется
Осложнения			16 2 – И/О (1 перфорация, 1 разрыв РА), 10 – П/О (1 – ПМН, 1 – НН, 1 – ППИ, 2 – ПП, 2 – PCS, 1 – ЛС, 2 – АсР, 2 – СР)	1 – ЗК	1 – ЛС,1 – ТЭЛА	2 – ППИ, 2 – ЛС	
Тип фиксации зоны остеотомии	ИМ штифт	пластина	при SCFO использовали LCP		клинковая пластина – 7, ретроградный ИМ гвоздь – 2, ножка протеза (пресс-фит) – 2	спицы Киршнера или LCP в группе SCFO и LCP в группе HTO	длинный ИМ гамма гвоздь
Сегмент и локализация деформации	Б (метаэпифиз, н/3 диафиза)	Б (метаэпифиз, н/3 диафиза)	Б – 38, Т – 36, БТ – 4 (47 – диафиз, 26 – метафиз, 5 – метаэпифиз)	Б – 5 (1 – дистальная 1/3, 4 – мыщелки), Т – 4 (1 – проксимальная 1/3, 3 – метафиз)	Б – 11 (9– дистальная 1/3, 2– средняя 1/3)	Б – 10, Т – 11	Б (проксимальная 1/3)
Комментарий	до операции: рекурвация – 38°, варус – 13°					3 пациента умерли по несвязанным с ТАКС причинам	

Обозначения: Б – бедренная кость, Т – большеберцовая кость, БТ – бедренная и большеберцовая кости, ТАКС – тотальная артропластика коленного сустава, О/Т – остеотомия, НСП – неправильно сросшийся перелом, ИМ – интрамедуллярный, И/О – интраоперационные, П/О – послеоперационные. РА – разгибательный аппарат, ПМН – парез малоберцового нерва, НН – некроз надколенника, ППИ – перипротезная инфекция, ПП – перипротезный перелом, ЛС – ложный сустав, АсР – асептическое расшатывание, СР – септическое расшатывание, ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии, ЗК – замедленная консолидация, Uni – одномыщелковый, SM -варус-вальгус связанный, Const – полностью связанный (шарнирный), CR – с сохранением ЗКС, PS – с замещением ЗКС, LCP – компрессионная пластина с блокированными винтами, HTO – высокая остеотомия большеберцовой кости, KSS – Knee Society Score, FS– functional score, SCFO – надмыщелковая остеотомия бедренной кости, PCS – синдром щелкающего надколенника.

Обращает на себя внимание, что более точно механическая ось была восстановлена при использовании ТАКС с компьютерной навигацией, нежели чем при сочетании ТАКС с остеотомией: в среднем от 0 до 1,3° и от 0 до 2° соответственно. У находившейся под нашим наблюдением пациентки удалось добиться нейтральной оси конечности справа, в то время как слева зафиксирована остаточная вальгусная деформация величиной 1°. Следует подчеркнуть, что, несмотря на установленные различия в точности между двумя хирургическими стратегиями, отклонение оси конечности во фронтальной плоскости в пределах ±3° после ТАКС считается допустимым, и поэтому данный факт не имеет существенного клинического значения.

По данным проанализированных публикаций, проведение ТАКС с компьютерной навигацией позволило добиться лучшей амплитуды движений за счёт достижения более глубокого сгибания, чем сочетание ТАКС с остеотомией: 0–102,4° и 0–97,6° соответственно. В описываемом нами случае амплитуда движений была несколько меньше по сравнению с данными литературы, составляя 0–95° справа и 0–85° слева, однако тенденция преимущества компьютерной навигации также сохранялась. Следует отметить, что количество осложнений при сочетании остеотомии с ТАКС превалировало над ТАКС с использованием навигации, причём наиболее частыми были замедленная консолидация и формирование ложного сустава. В отношении функциональных исходов ТАКС с компьютерной навигацией также демонстрирует преимущества над альтернативными подходами, однако стоит заметить, что с клинической точки зрения они не столь принципиальны (рис. 7).

Рис. 6. Сравнение результатов по шкалам KSS и Function score

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, выбор тактики лечения больных гонартрозом, нуждающихся в артропластике коленного сустава при внесуставной деформации нижней конечности, должен быть дифференцированным в зависимости от её величины, сложности и локализации, с учётом ожиданий и прочих релевантных половозрастных и клинических особенностей пациента. Хотя применение компьютер-ассистированных технологий, в частности навигации, и позволяет с высокой точностью интраоперационно контролировать восстановление оси конечности, степень возможной коррекции ограничена необходимостью достижения симметрии сгибательного и разгибательного промежутков за счёт мягкотканных релизов. В противном случае потребуется установка полусвязанных или шарнирных имплантатов с интрамедуллярными удлиняющими ножками, которые зачастую невозможно адекватно позиционировать в костном канале из-за наличия внесуставной деформации. В подобной ситуации предпочтительнее исправлять внесуставную деформацию за счёт остеотомии (одномоментно или двухэтапно) с проведением стандартной ТАКС в дальнейшем. Следует подчеркнуть, что особое внимание при выборе такого подхода следует уделять надёжности остеосинтеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мурылев В., Музыченков А., Жучков А., и др. Тотальное эндопротезирование коленного сустава при посттравматических деформациях нижних конечностей // Врач. 2015, № 11. С. 4-7.
2. Мурылев В.Ю., Трухачев В.С., Рукин Я.А., и др. Особенности эндопротезирования тяжелых деформаций коленного сустава при помощи компьютерной навигации и устройства для фиксации резекционного направителя // Вестник новых медицинских технологий. 2011, Т. XVIII, № 3. С. 146-148.
3. Wang J.W., Wang C.J. Total knee arthroplasty for arthritis of the knee with extra-articular deformity // J. Bone Joint Surg. Am. 2002. Vol. 84, No 10. P. 1769-1774.
4. Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity / K. Hazratwala, B. Matthews, M. Wilkinson, S. Barroso-Rosa // Arthroplast. Today. 2016. Vol. 2, No 1. P. 26-36. DOI: 10.1016/j.artd.2015.11.002.
5. Total knee arthroplasty for osteoarthritis secondary to extra-articular malunions / G. Deschamps, F. Khiami, Y. Catonné, C. Chol, C. Bussière, P. Massin; French Hip and Knee Society (S.F.H.G.) // Orthop. Traumatol. Surg. Res. 2010. Vol. 96, No 8. P. 849-855. DOI: 10.1016/j.otsr.2010.06.010.
6. Wolff A.M., Hungerford D.S., Pepe C.L. The effect of extraarticular varus and valgus deformity on total knee arthroplasty // Clin. Orthop. Relat. Res. 1991. No 271. P. 35-51.
7. D'Lima D.D., Chen P.C., Colwell C.W. Jr. Polyethylene contact stresses, articular congruity, and knee alignment // Clin. Orthop. Relat. Res. 2001. No 392. P. 232-238.
8. Hak D.J. Getting the rotation right: techniques for assessing rotation in intramedullary tibial and femoral nailing // Orthopedics. 2011. Vol. 34, No 1. P. 33. DOI: 10.3928/01477447-20101123-17.
9. Under-corrected knees do not fail more than aligned knees at 8 years in fixed severe valgus total knee replacement / B. Boyer, R. Pailhé, N. Ramdane, D. Eichler, F. Remy, M. Ehlinger, G. Pasquier // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2018. Vol. 26, No 11. P. 3386-3394. DOI: 10.1007/s00167-018-4906-6.
10. Computer-assisted navigation of total knee arthroplasty for osteoarthritis in a patient with severe posttraumatic femoral deformity / C.C. Kuo, J. Bosque, J.P. Meehan, A.A. Jamali // J. Arthroplasty. 2011. Vol. 26, No 6. P. 976. e17-e20. DOI: 10.1016/j.arth.2010.07.017.
11. Navigation-assisted total knee arthroplasty for a knee with malunion of the distal femur / W.Y. Chou, J.Y. Ko, C.J. Wang, F.S. Wang, R.W. Wu, T. Wong // J. Arthroplasty. 2008. Vol. 23, No 8. P. 1239. e13-e19. DOI: 10.1016/j.arth.2007.11.001.
12. Liu Z., Pan X., Zhang X. Total knee arthroplasty using navigation system for severe osteoarthritis with extra-articular deformity // Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol. 2013. Vol. 23, No 1. P. 93-96.
13. Mullaji A., Shetty G.M. Computer-assisted total knee arthroplasty for arthritis with extra-articular deformity // J. Arthroplasty. 2009. Vol. 24, No 8. P. 1164-1169. E1. DOI: 10.1016/j.arth.2009.05.005.
14. Rhee S.J., Seo C.H., Suh J.T. Navigation-assisted total knee arthroplasty for patients with extra-articular deformity // Knee Surg. Relat. Res. 2013. Vol. 25, No 4. P. 194-201. DOI: 10.5792/ksrr.2013.25.4.194.
15. Computer-navigated TKA for the treatment of osteoarthritis associated with extra-articular femoral deformity / J. Shao, W. Zhang, Y. Jiang, Q. Wang, Y. Chen, H. Shen, X. Zhang // Orthopedics. 2012. Vol. 35, No 6. P. e794-e799. DOI: 10.3928/01477447-20120525-15.
16. Computer-assisted surgery as indication of choice: total knee arthroplasty in case of retained hardware or extra-articular deformity / D. Tigani, G. Masetti, G. Sabbioni, R. Ben Ayad, M. Filanti, M. Fosco // Int. Orthop. 2012. Vol. 36, No 7. P. 1379-1385. DOI: 10.1007/s00264-011-1476-3.
17. The use of navigation in total knee arthroplasty for patients with extra-articular deformity / J. Bottros, A.K. Klika, H.H. Lee, J. Polousky, W.K. Barsoum // J. Arthroplasty. 2008. Vol. 23, No 1. P. 74-78. DOI: 10.1016/j.arth.2007.01.021.
18. Total knee arthroplasty using computer-assisted navigation in patients with deformities of the femur and tibia / G.R. Klein, M.S. Austin, E.B. Smith, W.J. Hozack // J. Arthroplasty. 2006. Vol. 21, No 2. P. 284-288.

19. Navigation-assisted total knee arthroplasty in knees with osteoarthritis due to extra-articular deformity / F. Catani, V. Digennaro, A. Ensini, A. Leardini, S. Giannini // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2012. Vol. 20, No 3. P. 546-551. DOI: 10.1007/s00167-011-1602-1.
20. Treatment of knee osteoarthritis associated with extraarticular varus deformity of the femur: staged total knee arthroplasty following corrective osteotomy / K. Yagi, Y. Matsui, S. Nakano, H. Egawa, T. Tsutsui, Y. Kawasaki, S. Takata, N. Yasui // J. Orthop. Sci. 2006. Vol. 11, No 4. P. 386-389.
21. Xiao-Gang Z., Shahzad K., Li C. One-stage total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis of the knee and extra-articular deformity // Int. Orthop. 2012. Vol. 36, No 12. P. 2457-2463. DOI: 10.1007/s00264-012-1695-2.
22. Lonner J.H., Siliski J.M., Lotke P.A. Simultaneous femoral osteotomy and total knee arthroplasty for treatment of osteoarthritis associated with severe extra-articular deformity // J. Bone Joint Surg. Am. 2000. Vol. 82, No 3. P. 342-348.
23. Single-stage total knee arthroplasty and osteotomy as a treatment of secondary osteoarthritis with severe coronal deviation of joint surface due to extra-articular deformity / E.S. Veltman, R.J.A. van Wensen, K.C. Defoort, G.G. Hellemondt, A.B. Wymenga // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2017. Vol. 25, No 9. P. 2835-2840. DOI: 10.1007/s00167-015-3889-9.
24. Fan C.H. One-stage femoral osteotomy and computer-assisted navigation total knee arthroplasty for osteoarthritis in a patient with femoral subtrochanteric fracture malunion // Case Rep. Orthop. 2014. Vol. 2014. P. 645927. DOI: 10.1155/2014/645927.

REFERENCES

1. Murylev V., Muzychenkov A., Zhuchkov A., Rukln Ya., Rubin G., Lychagln A. Total endoprosthetic replacement of the knee joint for posttraumatic deformities of the lower limbs. *Vrach*. 2015, no. 11, pp. 4-7. (In Russ)
2. Murylev V.Yu., Trukhachev V.S., Rukin Ya.A., Terent'ev D.I., Zhuchkov A.G., Yelizarov P.M. The features of severe knee-joint deformation endoprosthesis by means of computer navigation and the device for resection guide fixation. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2011, vol. XVIII, no. 3, pp. 146-148. (In Russ)
3. Wang J.W., Wang C.J. Total knee arthroplasty for arthritis of the knee with extra-articular deformity. *J. Bone Joint Surg. Am*., 2002, vol. 84, no. 10, pp. 1769-1774.
4. Hazratwala K., Matthews B., Wilkinson M., Barroso-Rosa S. Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity. *Arthroplast. Today*, 2016, vol. 2, no. 1, pp. 26-36. DOI: 10.1016/j.artd.2015.11.002.
5. Deschamps G., Khiami F., Catonné Y., Chol C., Bussière C., Massin P.; French Hip and Knee Society (S.F.H.G.). Total knee arthroplasty for osteoarthritis secondary to extra-articular malunions. *Orthop. Traumatol. Surg. Res*., 2010, vol. 96, no. 8, pp. 849-855. DOI: 10.1016/j.otsr.2010.06.010.
6. Wolff A.M., Hungerford D.S., Pepe C.L. The effect of extraarticular varus and valgus deformity on total knee arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat. Res*., 1991, no. 271, pp. 35-51.
7. D'Lima D.D., Chen P.C., Colwell C.W. Jr. Polyethylene contact stresses, articular congruity, and knee alignment. *Clin. Orthop. Relat. Res*., 2001, no. 392, pp. 232-238.
8. Hak D.J. Getting the rotation right: techniques for assessing rotation in intramedullary tibial and femoral nailing. *Orthopedics*, 2011, vol. 34, no. 1, pp. 33. DOI: 10.3928/01477447-20101123-17.
9. Boyer B., Pailhé R., Ramdane N., Eichler D., Remy F., Ehlinger M., PasquierG. Under-corrected knees do not fail more than aligned knees at 8 years in fixed severe valgus total knee replacement. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc*., 2018, vol. 26, no. 11, pp. 3386-3394. DOI: 10.1007/s00167-018-4906-6.
10. Kuo C.C., Bosque J., Meehan J.P., Jamali A.A. Computer-assisted navigation of total knee arthroplasty for osteoarthritis in a patient with severe posttraumatic femoral deformity. *J. Arthroplasty*, 2011, vol. 26, no. 6, pp. 976. e17-e20. DOI: 10.1016/j.arth.2010.07.017.
11. Chou W.Y., Ko J.Y., Wang C.J., Wang F.S., Wu R.W., Wong T. Navigation-assisted total knee arthroplasty for a knee with malunion of the distal femur. *J. Arthroplasty*, 2008, vol. 23, no. 8, pp. 1239. e13-e19. DOI: 10.1016/j.arth.2007.11.001.
12. Liu Z., Pan X., Zhang X. Total knee arthroplasty using navigation system for severe osteoarthritis with extra-articular deformity. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol*., 2013, vol. 23, no. 1, pp. 93-96.
13. Mullaji A., Shetty G.M. Computer-assisted total knee arthroplasty for arthritis with extra-articular deformity. *J. Arthroplasty*, 2009, vol. 24, no. 8, pp. 1164-1169. E1. DOI: 10.1016/j.arth.2009.05.005.
14. Rhee S.J., Seo C.H., Suh J.T. Navigation-assisted total knee arthroplasty for patients with extra-articular deformity. *Knee Surg. Relat. Res*., 2013, vol. 25, no. 4, pp. 194-201. DOI: 10.5792/ksrr.2013.25.4.194.
15. Shao J., Zhang W., Jiang Y., Wang Q., Chen Y., Shen H., Zhang X. Computer-navigated TKA for the treatment of osteoarthritis associated with extra-articular femoral deformity. *Orthopedics*, 2012, vol. 35, no. 6, pp. e794-e799. DOI: 10.3928/01477447-20120525-15.
16. Tigani D., Masetti G., Sabbioni G., Ben Ayad R., Filanti M., Fosco M. Computer-assisted surgery as indication of choice: total knee arthroplasty in case of retained hardware or extra-articular deformity. *Int. Orthop*., 2012, vol. 36, no. 7, pp. 1379-1385. DOI: 10.1007/s00264-011-1476-3.
17. Bottros J., Klika A.K., H.H. Lee, J. Polousky, W.K. BarsoumThe use of navigation in total knee arthroplasty for patients with extra-articular deformity. *J. Arthroplasty*, 2008, vol. 23, no. 1, pp. 74-78. DOI: 10.1016/j.arth.2007.01.021.
18. Klein G.R., Austin M.S., Smith E.B., Hozack W.J. Total knee arthroplasty using computer-assisted navigation in patients with deformities of the femur and tibia. *J. Arthroplasty*, 2006, vol. 21, no. 2, pp. 284-288.
19. Catani F., Digennaro V., Ensini A., Leardini A., Giannini S. Navigation-assisted total knee arthroplasty in knees with osteoarthritis due to extra-articular deformity. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc*., 2012, vol. 20, no. 3, pp. 546-551. DOI: 10.1007/s00167-011-1602-1.
20. Yagi K., Matsui Y., Nakano S., Egawa H., Tsutsui T., Kawasaki Y., Takata S., Yasui N. Treatment of knee osteoarthritis associated with extraarticular varus deformity of the femur: staged total knee arthroplasty following corrective osteotomy. *J. Orthop. Sci*., 2006, vol. 11, no. 4, pp. 386-389.
21. Xiao-Gang Z., Shahzad K., Li C. One-stage total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis of the knee and extra-articular deformity. *Int. Orthop*., 2012, vol. 36, no. 12, pp. 2457-2463. DOI: 10.1007/s00264-012-1695-2.
22. Lonner J.H., Siliski J.M., Lotke P.A. Simultaneous femoral osteotomy and total knee arthroplasty for treatment of osteoarthritis associated with severe extra-articular deformity. *J. Bone Joint Surg. Am*., 2000, vol. 82, no. 3, pp. 342-348.
23. Veltman E.S., Van Wensen R.J.A., Defoort K.C., Hellemondt G.G., Wymenga A.B. Single-stage total knee arthroplasty and osteotomy as a treatment of secondary osteoarthritis with severe coronal deviation of joint surface due to extra-articular deformity. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc*., 2017, vol. 25, no. 9, pp. 2835-2840. DOI: 10.1007/s00167-015-3889-9.
24. Fan C.H. One-stage femoral osteotomy and computer-assisted navigation total knee arthroplasty for osteoarthritis in a patient with femoral subtrochanteric fracture malunion. *Case Rep. Orthop*., 2014, vol. 2014, pp. 645927. DOI: 10.1155/2014/645927.

Рукопись поступила 15.04.2019

Сведенияобавторах:

1. Рохоев Сайгидула Абдурахманович,
ФГБУ "РНИИТО им. Р.Р. Вредена" Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: 09saga@mail.ru
2. Митрофанов Александр Иванович, к. м. н.,
ФГБУ "РНИИТО им. Р.Р. Вредена" Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: mitrofanov78@mail.ru
3. Сараев Александр Викторович, к. м. н.,
ФГБУ "РНИИТО им. Р.Р. Вредена" Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: saraefff@mail.ru
4. Корнилов Николай Николаевич, д. м. н.,
ФГБУ "РНИИТО им. Р.Р. Вредена" Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: drkornilov@hotmail.com

Informationaboutauthors:

1. Saygidula A. Rokhoev,
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
Saint Petersburg, Russian Federation,
Email: 09saga@mail.ru
2. Alexander I. Mitrofanov, M.D., Ph.D.,
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
Saint Petersburg, Russian Federation,
Email: mitrofanov78@mail.ru
3. Alexander V. Saraev, M.D., Ph.D.,
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
Saint Petersburg, Russian Federation,
Email: saraefff@mail.ru
4. Nikolai N. Kornilov, M.D., Ph.D.,
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
Saint Petersburg, Russian Federation,
Email: drkornilov@hotmail.com