

© CC 0 Коллектив авторов, 2022
УДК 616.728.3-089.844
DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-6-32-42

ВОССТАНОВЛЕНИЕ УРОВНЯ ЩЕЛИ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПРИ РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ: РАНДОМИЗИРОВАННОЕ КОНТРОЛИРУЕМОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

А. А. Грицюк*, А. В. Лычагин, Я. А. Рукин, Пан Чжэнью

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Поступила в редакцию 18.09.2022 г.; принята к печати 06.04.2023 г.

Пространственная ориентация компонентов эндопротеза и уровень суставной щели – условия успеха ревизионного эндопротезирования коленного сустава.

ЦЕЛЬ – апробировать предложенный инструмент для прецизионного восстановления уровня щели коленного сустава по вершечке головки малоберцовой кости и оценить эффективность методики по результатам ревизионного эндопротезирования.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ. Проведено одноцентровое рандомизированное контролируемое исследование на кафедре травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Критерии включения: асептическое расшатывание и износ компонентов коленного сустава. 2 группы пациентов: I (основная) выполняли ревизионное ТЭКС с определением уровня суставной щели по предложенному нами методу с применением оригинального инструмента, II (контрольная) – ревизионное эндопротезирование по стандартной методике. Всего в исследование включено 64 пациента: 26 мужчин и 38 женщин, средний возраст – $66,5 \pm 7,2$ лет, ИМТ в среднем – $32,9 \pm 2,6$ кг/м², средний срок ревизионного эндопротезирования коленного сустава составил $36,3 \pm 6,7$ месяцев. До и после операции выполняли КТ и рентгенографию во фронтальной плоскости, измеряли высоту стояния щели сустава, ориентируясь на вершечку головки малоберцовой кости; тестирование по шкале боли ВАШ, шкалам коленного сустава: OKS, FJS-12, KSS, SF-36 в течение 12 мес. после операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ. По данным КТ высота стояния суставной щели во фронтальной плоскости до операции: I группа – $21,9 \pm 3,3$ мм, II группа – $23,4 \pm 2,1$ мм ($p=0,946$), после операции: I группа – $23,7 \pm 3,4$ мм, II группа – $20,8 \pm 3,0$ мм, ($p=0,584$). При тестировании по ВАШ, OKS, FJS-12, KSS, SF-36 в течение 12 месяцев статистически значимой разницы между группами не выявлено.

ВЫВОД. Предложенные метод и инструмент позволяют более точно позиционировать уровень щели коленного сустава (на 3,9 % по данным КТ, и на 6,4 % по данным рентгенографии) при ревизионном эндопротезировании.

Ключевые слова: ревизионное эндопротезирование коленного сустава, уровень щели сустава, позиционирование протеза

Для цитирования: Грицюк А. А., Лычагин А. В., Рукин Я. А., Пан Чжэнью Восстановление уровня щели коленного сустава при ревизионном эндопротезировании: рандомизированное контролируемое исследование. Вестник хирургии имени И. И. Грекова. 2022;181(6):32–42. DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-6-32-42.

* **Автор для связи:** Андрей Анатольевич Грицюк, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Россия, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 4. E-mail: drgaamma@gmail.com.

RESTORING THE LEVEL OF THE KNEE JOINT LINE DURING REVISION ARTHROPLASTY: RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

Andrey A. Gritsyuk*, Alexey V. Lychagin, Yaroslav A. Rukin, Pang Zhengyu

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Received 18.09.2022; accepted 06.04.2023

The spatial orientation of the endoprosthesis components and the level of the joint line are the conditions for the success of revision knee arthroplasty.

The **OBJECTIVE** was to test the proposed tool for precision restoration of the level of the knee joint line along the top of the head of the fibula and to evaluate the effectiveness of the technique based on the results of revision arthroplasty.

METHODS AND MATERIALS. A single center randomized controlled study was conducted at the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of the Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University). Inclusion criteria: aseptic loosening and aging of the knee joint components. Two groups of patients: the first (main) group underwent revision TKA with determination of the level of the joint line according to the method proposed by us using the original instrument, the second (control) – revision arthroplasty according to the standard method. A total of 64 patients were included in the study: 26 men and 38 women, mean age – 66.5 ± 7.2 years, BMI on average – 32.9 ± 2.6 kg/m², the average period of revision knee arthroplasty was 36.3 ± 6.7 months. Before and after the operation, CT and X-ray in the frontal plane were performed, the height of the joint line was measured, focusing on the top of the head of the fibula; testing on the VAS pain scale, knee joint scales: OKS, FJS-12, KSS, SF-36 for 12 months after operation.

RESULTS. According to CT data, the height of the joint line in the frontal plane before surgery: group I – 21.9 ± 3.3 mm, group II – 23.4 ± 2.1 mm ($p=0.946$), after surgery: group I – 23.7 ± 3.4 mm, group II – 20.8 ± 3.0 mm, $p=0.584$). When testing for VAS, OKS, FJS-12, KSS, SF-36 for 12 months, there was no statistically significant difference between the groups.

CONCLUSION. The proposed method and instrument make it possible to position the level of the knee joint line more accurately (by 3.9 % according to CT data and by 6.4 % according to X-ray data) during revision arthroplasty.

Keywords: revision knee arthroplasty, joint line level, prosthesis positioning

For citation: Gritsyuk A. A., Lychagin A. V., Rukin Ya. A., Pang Zhengyu. Restoring the level of the knee joint line during revision arthroplasty: randomized controlled trial. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2022;181(6):32–42. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-6-32-42.

* **Corresponding author:** Andrey A. Gritsyuk, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 2-4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, 119991, Russia. E-mail: drgaamma@gmail.com.

Введение. Тотальное эндопротезирование является самой успешной операцией при лечении грубых дегенеративных изменений коленного сустава различного генеза. Тем не менее, по литературным данным, до 30 % пациентов не удовлетворены результатами данной операции [1]. Одним из залогов успеха является правильная пространственная ориентация компонентов эндопротеза во всех 3 плоскостях, в частности правильное восстановление уровня суставной щели [2]. Особые трудности вызывает точное восстановление данного уровня при ревизионном эндопротезировании коленного сустава в условиях дефицита анатомических ориентиров. Ошибка приводит к нарушению функционирования разгибательного аппарата коленного сустава, ограничению движений и болевому синдрому [3].

Интраоперационно можно использовать следующие ориентиры для восстановления уровня суставной щели: надмыщелки бедренной кости, головку малоберцовой кости и бугристость большеберцовой кости [4].

В широкой практике применяются способы восстановления уровня суставной щели, предложенные M. Mason et al. (2006) [5]: «на 2 пальца выше бугристости большеберцовой кости», «на уровне нижнего полюса надколенника при разогнутом коленном суставе», «на 2 см выше вершины головки малоберцовой кости». Недостатком данного метода является его неточность, зависящая от ряда факторов: толщины пальцев хирурга, индивидуальной анатомии пациента и т. д.

Также известна методика применения индивидуальных резекционных блоков, создаваемых на 3D-принтере на основании данных компьютерной томографии, для правильного позиционирования компонентов эндопротеза, в частности восстановления уровня суставной щели [6]. Однако

данная методика применяется для первичного эндопротезирования коленного сустава и невозможна для ревизионного (протяженность костных дефектов после удаления первичных компонентов эндопротеза предсказать невозможно).

Большую точность для восстановления уровня суставной щели при ревизионном эндопротезировании коленного сустава может дать применение компьютерной навигации [7]. Однако применение навигации требует интраоперационного определения большого количества анатомических ориентиров, которых, как уже говорилось выше, может и не быть в условиях значительного дефицита кости. Применение как навигационных, так и роботических систем при ревизионном эндопротезировании сильно ограничено.

Некоторые авторы предлагают определять необходимый уровень суставной щели по здоровой контралатеральной стороне, либо, если поражение двустороннее – в среднем 14 мм от вершины головки малоберцовой кости [8]. Остается технической проблемой разработка способа восстановления уровня суставной щели при ревизионном эндопротезировании коленного сустава. Одним из подходящих анатомических ориентиров, хорошо определяемых на рентгенограммах, КТ и на операции – это головка малоберцовой кости с оперируемой стороны [9].

Цель исследования – апробировать предложенный инструмент для прецизионного восстановления уровня щели коленного сустава по вершине головки малоберцовой кости и оценить эффективность методики по результатам ревизионного эндопротезирования.

Методы и материалы. Исследование проведено на кафедре травматологии, ортопедии и хирургии катастроф на базе клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) с января 2019 г. по июль



Рис. 1. Схема рандомизации пациентов на этапах исследования
 Fig. 1. Scheme of randomization of patients at the stages of the study

Таблица 1

Гендерные показатели пациентов по группам исследования

Table 1

Gender characteristics of patients by study groups

Показатель	Общие* (n=64)	I группа (n=31)	II группа (n=33)	p**
Возраст, лет	66,5±7,2	66,3±8,9	65,9±5,9	0,89
Пол (муж./жен.)	26/38	12/19	14/19	0,68
Правая/левая	30/34	15/16	15/18	0,72
Рост, см	167,7±9,6	167±8,9	167,2±8,8	0,75
Вес, кг	90,2±12,3	92,6±20,1	93,1±13,6	0,56
ИМТ, кг/м ²	32,9±2,6	32,9±5,1	33,2±2,6	0,64
Срок РеТЭКС, месяцев	36,3±6,6	37,7±7,4	35,5±6,1	0,36

* – одновыборочный t-критерий (распределение нормальное, $p < 0,001$); ** – двухвыборочный t-критерий для независимых выборок (предполагается равенство дисперсий).

2022 г. Критерии включения: асептическое расшатывание и износ компонентов протеза после первичного эндопротезирования коленного сустава. Критерии не включения: пациенты с глубокой перипротезной инфекцией, септическими дефектами костей коленного сустава, перипротезными переломами бедренной или большеберцовой костей и их последствиями, нестабильностью связок и разгибательного аппарата коленного сустава. В исследование включены 75 пациентов, в ходе иссле-

дования по различным причинам (отказ, нет связи и т. п.) были исключены 6 пациентов, остальных 69 пациентов рандомизировали (рис. 1) на 2 группы (по методике случайных цифр).

I группе выполняли ревизионное ТЭКС с определением уровня суставной щели по предложенному нами методу с применением оригинального инструмента, II (группа контроля) – ревизионное эндопротезирование по стандартной методике. При возникновении инфекционных осложнений после

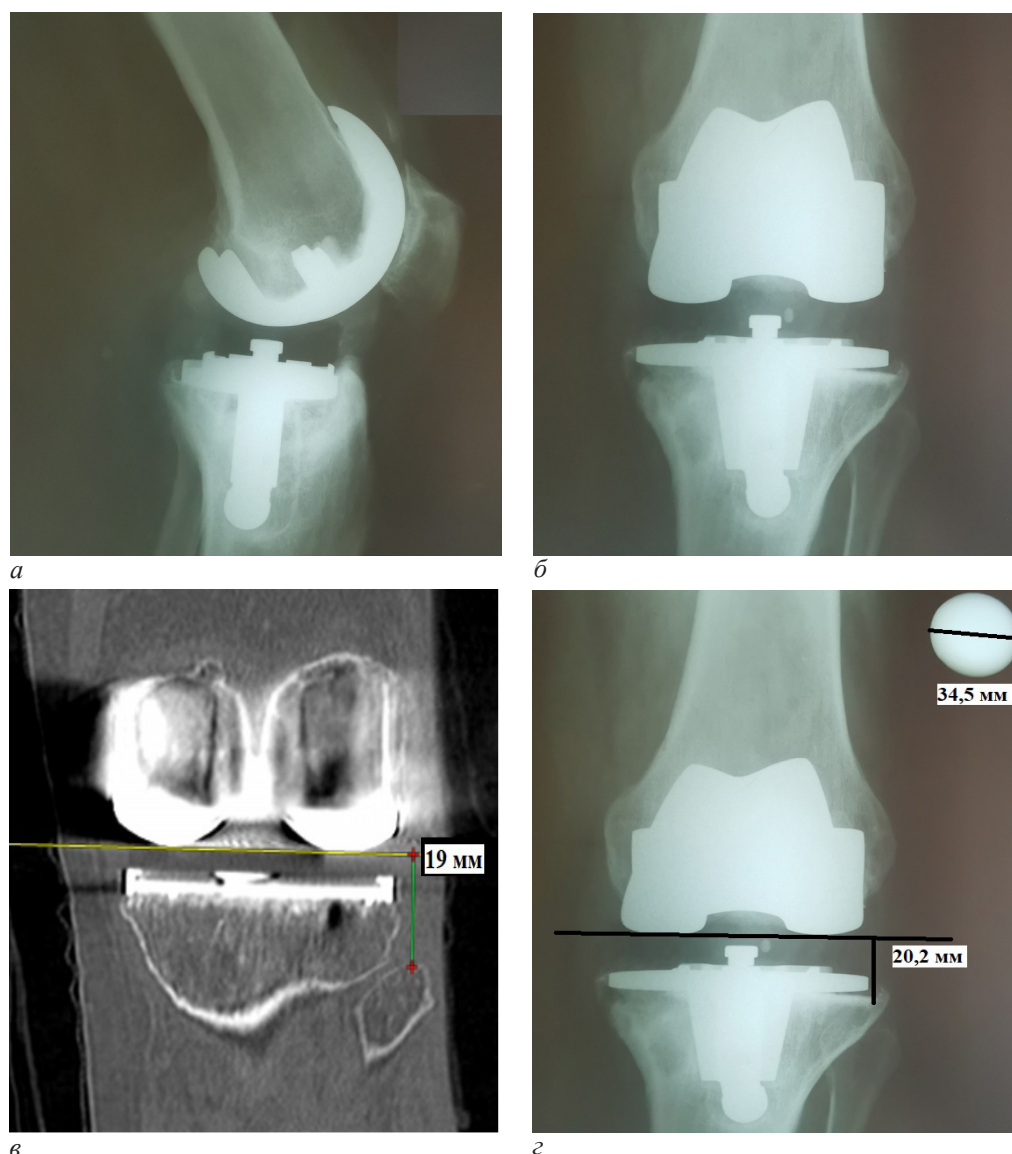


Рис. 2. Пациент Б. Ю. И., 59 лет: рентгенограммы в сагиттальной (а) и фронтальной проекции (б), до операции; измерение уровня суставной щели: в – КТ во фронтальной проекции, г – рентгенография с шаблоном во фронтальной проекции

Fig. 2. Patient B. Yu. I., aged 59: radiographs in the sagittal (a) and frontal projections (б), before surgery; measurement of the level of the joint line: в – CT in the frontal projection, г – X-ray with a template in the frontal projection

ревизионной операции пациентов исключали из исследования (5 пациентов).

Пациенты до включения давали согласие на исследование (одобрено локальным этическим комитетом Сеченовского Университета № 2341 от 16.10.2018 г.).

Окончательный анализ проведен по общей когорте 64 пациента: 26 мужчин и 38 женщин, средний возраст – $66,5 \pm 7,2$ лет (мужчины – $68,2 \pm 8,3$, женщины – $65,1 \pm 9,4$, min – 43 года, max – 75 лет, $p=0,896$), ИМТ в среднем – $32,9 \pm 2,6$ кг/м² (мужчины – $32,9 \pm 5,2$ кг/м², женщины – $33,1 \pm 2,6$ кг/м², $p=0,649$), средний срок ревизионного эндопротезирования коленного сустава составил $36,3 \pm 6,7$ месяцев, гендерные показатели пациентов по группам исследования представлены в табл. 1.

Статистической разницы между группами не выявлено.

Предоперационное планирование уровня щели КС выполняли по компьютерной томограмме во фронтальной проекции, ориентируясь по верхушке головки малоберцовой кости, либо по калиброванным рентгенограммам контралатерального коленного сустава во фронтальной проекции. Стандартную

компьютерную томографию выполняли на мультиспиральном компьютерном объемном томографе (Toshiba Aquilion One 640-срезов) и рентгенографию коленного сустава (рентгеновская система Siemens Multix Fusion) с рентген-непрозрачным шаблоном (стальной шар 32 мм в диаметре). Данные изображений были получены из системы (PACS), измерения выполнялись рентгенологами, не участвующими в исследовании, в программе RadiAnt DICOM Viewer 2020.2.

Хирургическая техника предлагаемого метода заключается в интраоперационном измерении уровня щели коленного сустава относительно верхушки головки малоберцовой кости специальным авторским интрамедуллярным измерителем. Инструмент представляет собой градуированный цилиндр с миллиметровой шкалой, на котором с помощью винтового зажима фиксируется шуп, длину которого можно менять с помощью второго винтового зажима. Предлагаемый способ направлен на точное восстановление уровня щели коленного сустава, соответствующего первичному эндопротезированию либо уровню контралатерального коленного сустава.

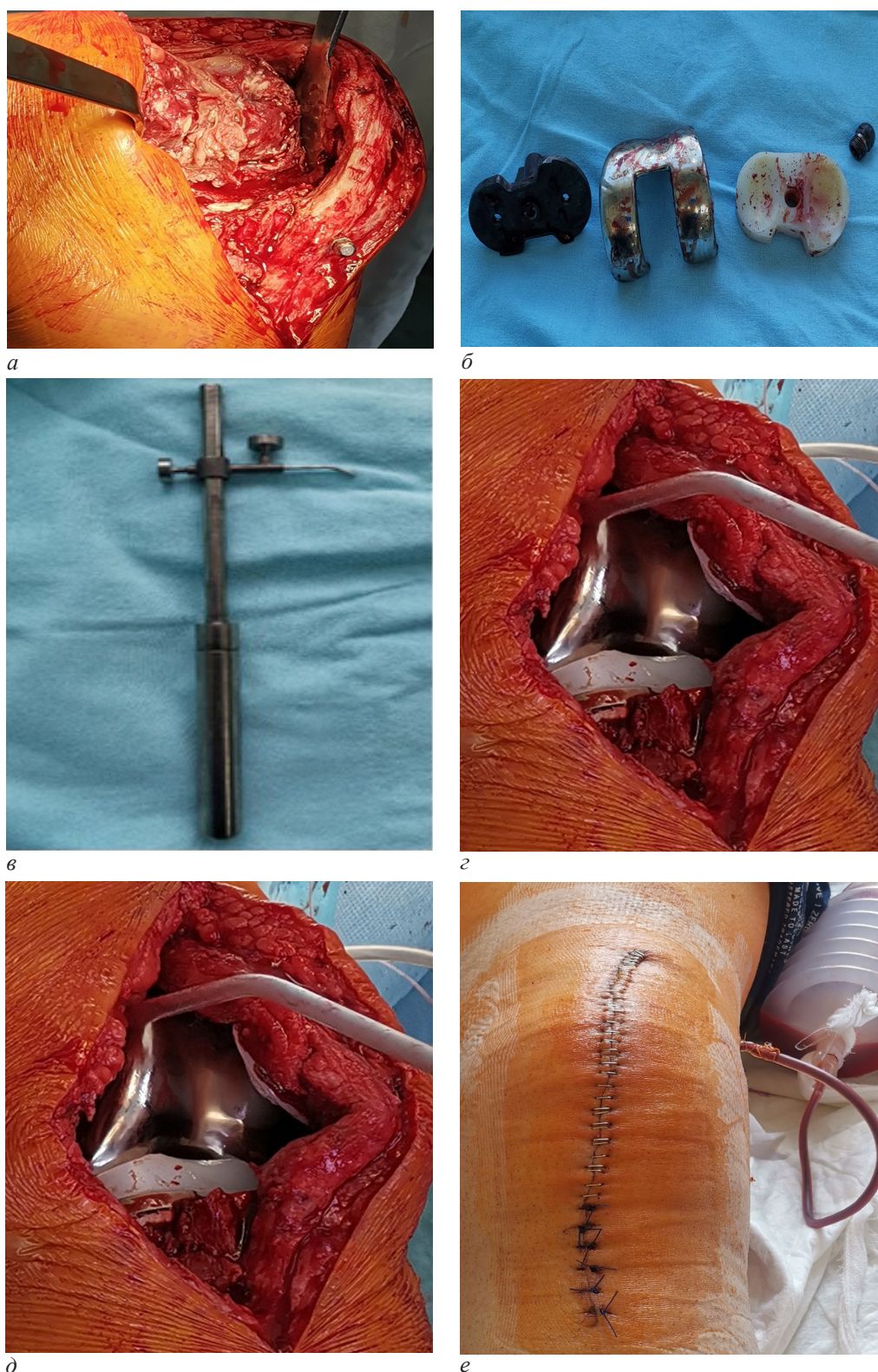


Рис. 3. Пациент Б. Ю. И., 59 лет: интраоперационные фотографии
 Fig. 3. Patient B. Yu. I., aged 59: intraoperative photographs

Клинический пример. Пациент Б. Ю. И., 59 лет. Клинический диагноз: левосторонний гонартроз, тотальное эндопротезирование левого коленного сустава от 2012 г. Асептическое расшатывание тибияльного компонента.

На момент осмотра у пациента клинических и лабораторных данных за рецидив перипротезной инфекции нет.

Перед операцией выполнена компьютерная томография правого коленного сустава, измерено расстояние от головки малобер-

цовой кости до уровня суставной щели УСЩ=19 мм (рис. 2, в–г). При рентгенографии коленного сустава с калибровочным шаблоном (диаметр шара 32 мм) расстояние от нижнего контура бедренного компонента до вершины головки малоберцовой кости составило 20,2 мм, диаметр шаблона 34,5 мм, при расчете масштаба рентгенограммы получаем $УСЩ = (32 \times 20,2 \text{ мм}) / 34,5 \text{ мм} = 18,7 \text{ мм}$ (рис. 2, з), Планируемый уровень суставной щели 19 мм от вершины головки малоберцовой кости.



Рис. 4. Пациент Б. Ю. И., 59 лет: а – КТ и б – рентгенограммы коленного сустава во фронтальной проекции после операции; в, г – объем движений через 12 месяцев
 Fig. 4. Patient B. Yu. I., aged 59: а – CT and б – radiographs of the knee joint in the frontal projection after surgery; в, г – range of motions after 12 months

14 февраля 2021 г. выполнено ревизионное эндопротезирование левого коленного сустава. По старому послеоперационному рубцу осуществлен доступ к левому коленному суставу. Надколенник отведен кнаружи, выделен эндопротез, который удален без технических трудностей (рис. 3, а, б). Канал большеберцовой кости рассверлен риммерами возрастающего диаметра до 14 мм. В канал установлена примерочная ножка эндопротеза с направителем для резекции большеберцовой кости. Выполнена экономная резекция большеберцовой кости до достижения ровной площадки. Далее на резьбу примерочного стержня накручивается предлагаемый нами инструмент, вид интрамедуллярного измерителя представлен на рис. 3, в. Регулируя с помощью 2 винтовых зажимов, щуп располагают точно на головке малоберцовой кости (рис. 3, г). С помощью миллиметровой шкалы инструмента отмеряют расстояние от уровня вершины головки малоберцовой кости до плоскости опиловки большеберцовой кости (6 мм). Толщина площадки большеберцового компонента составляет 3 мм, с добавлением тиббиального компонента и установкой прокладки – еще 12 мм (минус 2 мм на замок прокладки), в итоге получен уровень суставной щели 19 мм от уровня вершины головки малоберцовой кости, что полностью соответствует уровню суставной щели здоровой стороны. При необходимости повторной резекции бедренной или большеберцовой костей измерения снова повторяют. Затем, учитывая уровень суставной щели, выпол-

нена резекция бедренной кости. После примерочного вправления установлены окончательные компоненты эндопротеза коленного сустава (рис. 3, д). Интраоперационно: полное разгибание коленного сустава, пассивное сгибание до 120°. Рана послойно ушита наглухо с оставлением дренажа (рис. 3, е).

Через 7 дней после операции на рентгенограммах стояние имплантата правильное, диапазон движений – (180–70°). При измерениях уровня суставной щели на КТ высота составила 19 мм (рис. 4, а–б), что соответствовало интраоперационным измерениям, на рентгенограммах диаметр шаблона составил 34,7 мм (при 32 мм), высота стояния щели сустава – 20,8 мм, при перерасчете с учетом масштаба получаем $32 \times 20,8 / 34,7 = 19,2$ мм. После купирования болевого синдрома пациент выписан под амбулаторное наблюдение, которое проводили в течение 12 месяцев. Объем движений представлен на рисунке (рис. 4, в–г).

В пред- и послеоперационном периодах все пациенты проходили тестирование по шкале боли ВАШ, шкалам коленного сустава: OKS, FJS–12, KSS (боль и функция), SF–36 (параметры: PF, RP, BP, GH, VI, SF, RE, MH).

Показатели измерений вносили в электронную базу данных, созданную в программе Excel. Статистическую обработку проводили при помощи программы IBM SPSS Statistics 22. Вычисляли средние величины и стандартную ошибку, сравнивали значения переменных в группе до операции и в процессе наблюдения до 1 года и между группами, используя коэффи-

Таблица 2

Высота щели коленного сустава по результатам лучевых методов исследования

Table 2

The height of the joint knee line according to the results of radiologic imaging

Показатель			Пациенты		p
			I группа (n=31)	II группа (n=33)	
КТ	Высота щели КС в фронтальной проекции, мм	до операции	21,9±3,3	20,8±3,0	0,946*
		после операции	23,7±3,4	23,4±2,1	0,584*
	Разница в высоте суставной щели в фронтальной проекции до и после операции, мм/% [#]		1,7±2,1/7,2	2,6±2,5/11,1	0,028**
Рентгено-графия	Высота щели КС в фронтальной проекции, мм	до операции	22,1±3,7	20,2±3,0	0,323*
		после операции	24,3±2,8	23,9±2,8	0,874*
	Разница в высоте суставной щели в фронтальной проекции до и после операции, мм		2,2±2,1/9,1	3,7±1,7/15,5	0,019**

* – двухвыборочный t-критерий между группами; ** – t-критерий для независимых выборок (двусторонняя значимость средних величин) при сравнении групп до и после операции; [#] – ошибка (разница до и после операции) в процентном отношении к средней величине уровня щели сустава.

пациенты Стьюдента: двухвыборочный t-критерий между группами и t-критерий для независимых выборок (двусторонняя значимость средних величин) при сравнении групп до и после операции. При сравнении результатов тестирования по шкалам (боль – ВАШ, шкалам коленного сустава: OKS, FJS–12, KSS и SF–36) использовали непараметрические критерии: одновыборочный критерий Колмогорова – Смирнова (определение нормального распределения среднего значения и стандартного отклонения в группе) и критерий Манна – Уитни для двух независимых выборок. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

Результаты. В послеоперационном периоде всем пациентам проводили реабилитационную программу, купирование болевого синдрома, профилактику инфекции и тромбоземболии, раннюю активизацию по единому протоколу.

Рентгенологическое исследование и компьютерную томографию коленного сустава выполняли на 7 сутки после восстановления полного разгибания (табл. 2).

Необходимо отметить, что, несмотря на применение калибровочного шаблона и пересчета высоты стояния суставной щели при рентгенологическом исследовании, результаты отличались от данных КТ, на наш взгляд, более точных.

По данным КТ, высота стояния суставной щели во фронтальной плоскости до операции практически не различалась между группами (I группа – 21,9±3,3 мм, II группа – 23,4±2,1 мм, $p=0,946$), но после операции в обеих группах высота щели была больше чем до операции, без статистической разницы (I группа – 23,7±3,4 мм, II группа – 20,8±3,0 мм, $p=0,584$). Однако, сравнивая величину ошибки, разница уровня щели сустава до и после операции между группами составляла от 1,7 мм в I группе (7,2 %) до 2,6 мм во II группе (11,1 %).

Таким образом, применение инструмента позволяет уменьшить ошибку на 3,9 %, то есть примерно на 1 мм точнее, чем при стандартной методике имплантации протеза коленного сустава, при высокой статистической значимости результата ($p=0,028$).

На основании результатов исследования можно сказать, что предложенный метод с использованием специального устройства позволяет более точно позиционировать разгибательный промежуток (на 3,9 % по данным КТ, и на 6,4 % по данным рентгенографии), точнее определять уровень щели коленного сустава.

При тестировании болевого синдрома до и после операции в обеих группах отмечена статистически значимая положительная динамика по сравнению с исходными показателями до операции, однако статистически значимой разницы между группами выявлено не было (рис. 5).

Шкала коленного сустава OKS является специальной для определения функции сустава до и после операции, динамика показателей показывает значительное улучшение функции конечности после операции в сравнении с предоперационной при высокой статистической значимости. При сравнении между группами больных в сроки 12 месяцев после операции (I группа – 38,8±2,1, II группа – 35,9±3,1), выявлена незначительно лучшая динамика в основной группе (рис. 6).

Специализированная шкала по комплексной субъективной оценке функционирования эндопротезов FJS–12 демонстрирует ту же динамику, что и предыдущие шкалы. Через 12 месяцев после операции до 90 % пациентов «забывают» об эндопротезировании коленного сустава, однако статистически достоверной разницы между группами не выявлено (рис. 7).

Шкала KSS включает два показателя боль и функционирование коленного сустава. После операции при анализе данных показателей выявлена статистически значимая динамика при сравнении до и через 12 месяцев после операции в обеих группах: KSS (боль) (I группа 70,2±6,0 и II группа 66,4±6,7, $p=0,020$) и KSS (функция) (I группа 63,1±4,9 и II группа 59,7±6,1, $p=0,018$) (рис. 8).

Динамика качества жизни пациента является наиболее информативным показателем эффективности

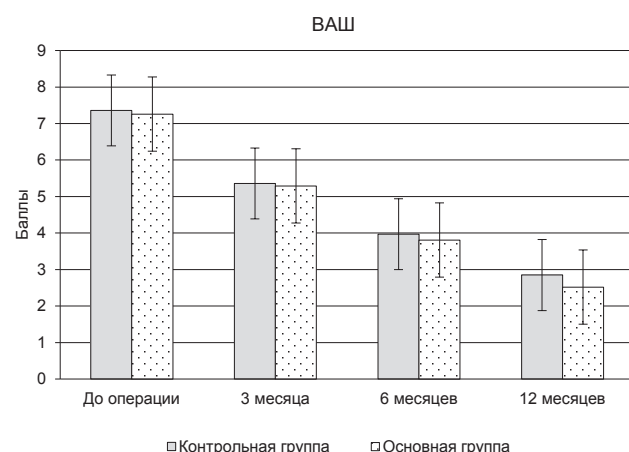


Рис. 5. Динамика изменения болевого синдрома
Fig. 5. Dynamics of changes in the pain syndrome

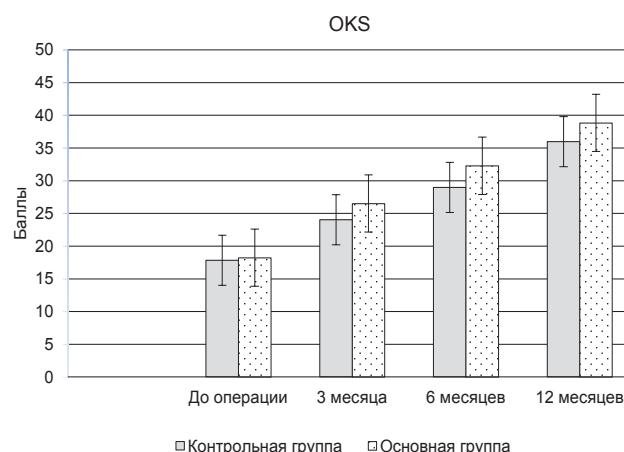


Рис. 6. Динамика функции сустава по шкале OKS
Fig. 6. Dynamics of the joint function according to the OKS

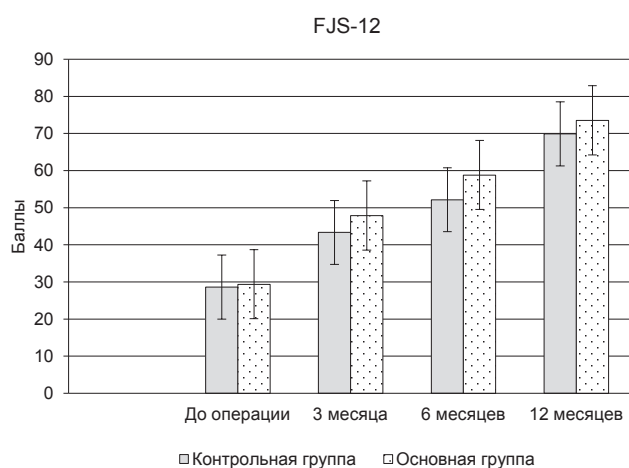


Рис. 7. Динамика показателя по шкале FJS-12
Fig. 7. Dynamics of the indicator on the FJS-12

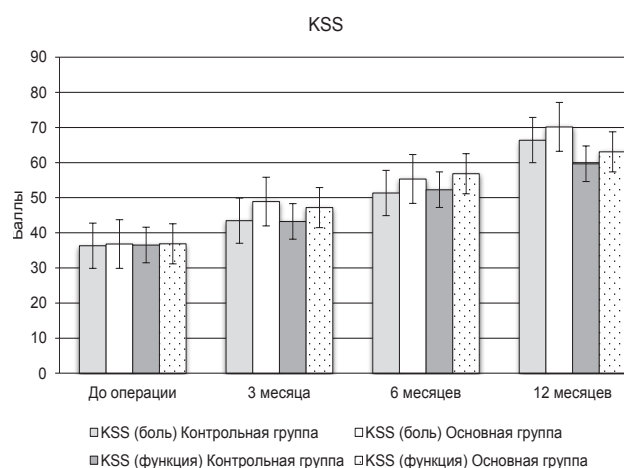


Рис. 8. Динамика показателей (боли и функции) по шкале KSS
Fig. 8. Dynamics of indicators (pain and function) according to the KSS

хирургического лечения. Показатели по шкале SF-36 в обеих группах до и после операции представлены на рис. 9.

Показатели физических и психических параметров качества жизни после операции свидетельствуют о значительном улучшении в обеих группах, но статистической разницы между группами на разных сроках после операции мы не выявили.

Обсуждение. Многие авторы считают, что при РеТЭКС элевация суставной щели на 4 мм отрицательно влияет на результат операции, что подтверждается статистически значимой отрицательной корреляцией между функциональной и общей оценками KSS [3]. Большинство специалистов говорят о том, что правильно воссозданная линия сустава приводит к значительно лучшим послеоперационным показателям KSS. В некоторых работах не указывается критический уровень элевации суставной щели, но авторы подтверждают значительное улучшение результатов в группах с сохраненной линией сустава по сравнению с группой с повышенным уровнем суставной щели [10–14].

В исследованиях A. Kannan et al. (2015) и N. Clement et al. (2017) сообщается об отсутствии влияния на результаты ревизии уровня линии сустава, однако в данных работах не указывается величины отклонения [15, 16].

J-K. Seon et al. (2016), оценивая результаты двухэтапной ревизионной артропластики КС при хронической глубокой инфекции в сравнении с одноэтапной при ранней перипротезной инфекции, показали, что при элевации линии сустава на 5 мм результаты были одинаковыми, и такое отклонение не влияет на функцию сустава после операции [17].

В ряде работ также оценивалось, насколько может быть поднята линия сустава при первичном и ревизионном ТЭКС. Были получены значимо более низкие результаты при превышении порогового значения высоты линии сустава 4 мм [11, 12, 18]. S. Babazadeh et al. (2009) и J. H. Yang et al. (2009) использовали соответственно 2 и 3 мм в качестве точки отсечки, но они не нашли различия между группами больных [19, 20].

Следовательно, целью ревизионной операции должно быть восстановление уровня щели коленного сустава в исходное положение. Допустимое

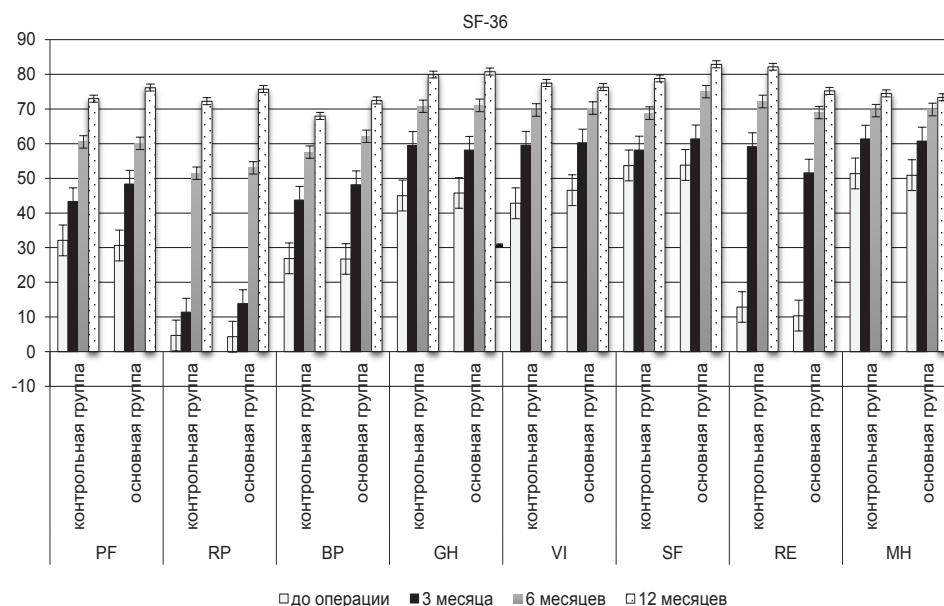


Рис. 9. Динамика показателей по шкале SF-36

Fig. 9. Dynamics of indicators on the SF-36 scale

повышение ее уровня не должно превышать 4 мм. При операции показаны экономная дистальная резекция бедренной кости, удаление всех задних остеофитов при выполнении баланса связок и разгибательного промежутка. Кроме того, многие авторы рекомендуют использовать компьютерную навигацию и специальные инструменты [21–24].

При ревизионном ТЭКС восстановление линии сустава является сложной задачей в результате дефицита кости и отсутствия ориентиров для определения исходной высоты щели сустава. При этом следует избегать применения слишком малого размера бедренного компонента и восполнять дефекты кости аугментами. Ориентироваться следует на предоперационное планирование или рентгенограммы контралатерального колена, что помогает хирургу точно определить уровень нативного сустава до операции [25].

Таким образом, главные вопросы заключаются в восстановлении уровня щели сустава, величины возможной ошибки и определении ее коридора, что влияет на послеоперационные результаты [26, 27].

В большинстве исследований использовался опросник KSS для оценки результата операции, однако сомнительно, является ли этот опросник действенным инструментом для выявления симптомов, связанных с изменениями суставной линии, и может ли дать лучшее понимание функционального результата [28].

Очень большое значение имеет точка, от которой следует искать уровень щели сустава. T. Luusk et al. (2014) показали надежность использования медиального надмышелка бедра в ревизионной ТЭКС [29], но многие используют бугристость большеберцовой или головку малоберцовой кости. Однако идеальная оценка суставной линии должна

включать отдельно большеберцовое и бедренное референтное измерение. Только в 2 работах мы нашли отдельные данные для бедренных и большеберцовых измерений суставной линии [7, 19].

Мы предложили инструмент и методику для определения уровня линии сустава от головки малоберцовой кости, позволяющие выполнять точное восстановление уровня щели коленного сустава. Ориентироваться можно как на предоперационное планирование, так и на прямое измерение во время операции и на основании этого регулировать уровень резекции.

Авторы понимают, что работа имеет ряд недостатков: инструмент не изготавливается промышленным способом, выборка пациентов небольшая, необходимо выполнение дорогостоящего исследования – КТ коленного сустава и необходимость более широкого клинического обоснования эффективности применения инструмента при ревизионном тотальном эндопротезировании коленного сустава.

Вывод. Предложенные метод и инструмент позволяют более точно позиционировать уровень щели коленного сустава (на 3,9 % по данным КТ, и на 6,4 % по данным рентгенографии) при ревизионном эндопротезировании.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Canovas F., Dagneaux L. Quality of life after total knee arthroplasty // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018. Vol. 104, № 1S. P. S41–S46.
- Rivière C., Iranpour F., Auvinet E., Howell S., Vendittoli P. A., Cobb J., Parratte S. Alignment options for total knee arthroplasty: A systematic review // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017. Vol. 103, № 7. P. 1047–1056.
- Clavé A., Le Henaff G., Roger T., Maisongrosse P., Mabit C., Dubrana F. Joint line level in revision total knee replacement: assessment and functional results with an average of seven years follow-up // *Int Orthop*. 2016. Vol. 40, № 8. 1655–1662.
- Maderbacher G., Keshmiri A., Schaumburger J. et al. Accuracy of bony landmarks for restoring the natural joint line in revision knee surgery: an MRI study // *Int Orthop*. 2014. Vol. 38. P. 1173–1181.
- Mason M., Belisle A., Bonutti P. et al. An accurate and reproducible method for locating the joint line during a revision total knee arthroplasty // *J Arthroplasty*. 2006. Vol. 21. P. 1147–1153.
- Savov P., Ettinger M., Tuecking L. R. PSI-technique for kinematic alignment // *Orthopedic*. 2020. Vol. 49, № 7. P. 597–603.
- Chatain F., Denjean S., Delalande J. L., Chavane H., Bejui-Hugues J., Guyen O. Computer-navigated revision total knee arthroplasty for failed unicompartmental knee arthroplasty // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012. Vol. 98, № 6. P. 720–7.
- Куляба Т. А., Корнилов Н. Н., Тихилов Р. М. Руководство по ревизионному эндопротезированию коленного сустава. Санкт-Петербург: НМИЦ ТО им. П. П. Вредена, 2021. 400 с. ISBN 978-5-6040358-7-0.
- Бовкис Г. Ю., Куляба Т. А., Корнилов Н. Н. Восстановление уровня суставной линии при ревизионном эндопротезировании коленного сустава (Обзор литературы) // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2020. № 4. С. 29–36. Doi: 10.17238/issn2226-2016.2020.4.29-36.
- Van Lieshout W. A. M., Valkering K. P., Koenraadt K. L. M., van Etten-Jamaludin F. S., Kerkhoffs G. M. M. J., van Geenen R. C. I. The negative effect of joint line elevation after total knee arthroplasty on outcome // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019. Vol. 27, № 5. P. 1477–1486. Doi: 10.1007/s00167-018-5099-8.
- Bieger R., Huch K., Kocak S., Jung S., Reichel H., Kappe T. The influence of joint line restoration on the results of revision total knee arthroplasty: comparison between distance and ratio methods // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014. Vol. 134. P. 537–541.
- Hofmann A. A., Kurtin S. M., Lyons S., Tanner A. M., Bolognesi M. P. Clinical and radiographic analysis of accurate restoration of the joint line in revision total knee arthroplasty // *J Arthroplast*. 2006. Vol. 21. P. 1154–1162.
- Partington P. F., Sawhney J., Rorabeck C. H., Barrack R. L., Moore J. Joint line restoration after revision total knee arthroplasty // *Clin Orthop Relat Res*. 1999. Vol. 367. P. 165–171.
- Porteous A. J., Hassaballa M. A., Newman J. H. Does the joint line matter in revision total knee replacement? // *J Bone Jt Surg Br*. 2008. Vol. 90. P. 879–884.
- Clement N., MacDonald D. Posterior condylar offset is an independent predictor of functional outcome after revision total knee arthroplasty // *J Bone Jt Surg*. 2017. Vol. 6. P. 172–178.
- Kannan A., O'Connell R. S., Kalore N., Curtin B. M., Hull J. R., Jiranek W. A. Revision TKA for flexion instability improves patient reported outcomes // *J Arthroplast*. 2015. Vol. 30. P. 818–821.
- Seon J.-K., Song E.-K. Joint line and patellar height restoration after revision total knee arthroplasty // *Indian J Orthop*. 2016. Vol. 50. P. 159–165.
- Vera-Aviles F. A., Jimenez-Aquino J. M. Total knee arthroplasty. Prognosis after restoring the joint line // *Acta Ortop Mex*. 2012. Vol. 26. P. 362–368.
- Babazadeh S., Dowsey M. M., Swan J. D., Stoney J. D., Choong P. F. M. Joint line position correlates with function after primary total knee replacement: a randomised controlled trial comparing conventional and computer-assisted surgery // *J Bone Jt Surg Br*. 2011. Vol. 93. P. 1223–1231.
- Yang J.-H., Seo J.-G., Moon Y.-W., Kim M.-H. Joint line changes after navigation-assisted mobile-bearing TKA // *Orthopedics*. 2009. Vol. 32. P. 35–39.
- Bin Abd Razak H. R., Pang H. N., Yeo S. J., Tan M. H., Lo N. N., Chong H. C. Joint line changes in cruciate-retaining versus posterior-stabilized computer-navigated total knee arthroplasty // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013. Vol. 133. P. 853–859.
- Goh G. S. H., Liow M. H. L., Lim W. S. R., Tay D. K. J., Yeo S. J., Tan M. H. Accelerometer-based navigation is as accurate as optical computer navigation in restoring the joint line and mechanical axis after total knee arthroplasty. A prospective matched study // *J Arthroplast*. 2016. Vol. 31. P. 92–97.
- Lee K.-J., Moon J.-Y., Song E.-K., Lim H.-A., Seon J.-K. Minimum two-year results of revision total knee arthroplasty following infectious or non-infectious causes // *Knee Surg Relat Res*. 2012. Vol. 24. P. 227–234.
- Liow M. H. L., Xia Z., Wong M. K., Tay K. J., Yeo S. J., Chin P. L. Robot-assisted total knee arthroplasty accurately restores the joint line and mechanical axis. A prospective randomised study // *J Arthroplast*. 2014. Vol. 29. P. 2373–2377.
- Bellemans J. Restoring the joint line in revision TKA: does it matter? // *Knee*. 2004. Vol. 11. P. 3–5.
- Iacono F., Lo Presti M., Bruni D. et al. The adductor tubercle: a reliable landmark for analysing the level of the femorotibial joint line // *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc*. 2013. Vol. 21. P. 2725–2729.
- Porteous A. J., Hassaballa M. A., Newman J. H. Does the joint line matter in revision total knee replacement? // *J Bone Jt Surg Br*. 2008. Vol. 90. P. 879–884.
- Freisinger G. M., Hutter E. E., Lewis J. et al. Relationships between varus-valgus laxity of the severely osteoarthritic knee and gait, instability, clinical performance, and function // *J Orthop Res*. 2017. Vol. 35. P. 1644–1652.
- Luyckx T., Beckers L., Colyn W., Vandenuecker H., Bellemans J. The adductor ratio: a new tool for joint line reconstruction in revision TKA // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014. Vol. 22. P. 3028–3033.

REFERENCES

- Canovas F., Dagneaux L. Quality of life after total knee arthroplasty // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(1S):S41–S46.
- Rivière C., Iranpour F., Auvinet E., Howell S., Vendittoli P. A., Cobb J., Parratte S. Alignment options for total knee arthroplasty: A systematic review // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103(7):1047–1056.
- Clavé A., Le Henaff G., Roger T., Maisongrosse P., Mabit C., Dubrana F. Joint line level in revision total knee replacement: assessment and functional results with an average of seven years follow-up // *Int Orthop*. 2016;40(8):1655–1662.
- Maderbacher G., Keshmiri A., Schaumburger J. et al. Accuracy of bony landmarks for restoring the natural joint line in revision knee surgery: an MRI study // *Int Orthop*. 2014;38:1173–1181.
- Mason M., Belisle A., Bonutti P. et al. An accurate and reproducible method for locating the joint line during a revision total knee arthroplasty // *J Arthroplasty*. 2006;21:1147–1153.
- Savov P., Ettinger M., Tuecking L. R. PSI-technique for kinematic alignment // *Orthopedic*. 2020;49(7):597–603.
- Chatain F., Denjean S., Delalande J. L., Chavane H., Bejui-Hugues J., Guyen O. Computer-navigated revision total knee arthroplasty for failed unicompartmental knee arthroplasty // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98(6):720–7.
- Kulyaba T. A., Kornilov N. N., Tikhilov R. M. Guidelines for revision knee arthroplasty. St. Petersburg: NMITS TO them. R. R. Vreden, 2021:400. (In Russ.). ISBN 978-5-6040358-7-0.
- Bovkis G. Y., Kulyaba T. A., Kornilov N. N. Joint line restoration during revision knee replacement (Literature review) // *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020(4):29–36. (In Russ.). Doi: 10.17238/issn2226-2016.2020.4.29-36.
- Van Lieshout W. A. M., Valkering K. P., Koenraadt K. L. M., van Etten-Jamaludin F. S., Kerkhoffs G. M. M. J., van Geenen R. C. I. The negative effect of joint line elevation after total knee arthroplasty on outcome // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;27(5):1477–1486. Doi: 10.1007/s00167-018-5099-8.
- Bieger R., Huch K., Kocak S., Jung S., Reichel H., Kappe T. The influence of joint line restoration on the results of revision total knee arthroplasty: comparison between distance and ratio methods // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134:537–541.

12. Hofmann A. A., Kurtin S. M., Lyons S., Tanner A. M., Bolognesi M. P. Clinical and radiographic analysis of accurate restoration of the joint line in revision total knee arthroplasty // *J Arthroplast.* 2006;21:1154–1162.
13. Partington P. F., Sawhney J., Rorabeck C. H., Barrack R. L., Moore J. Joint line restoration after revision total knee arthroplasty // *Clin Orthop Relat Res.* 199;367:165–171.
14. Porteous A. J., Hassaballa M. A., Newman J. H. Does the joint line matter in revision total knee replacement? // *J Bone Jt Surg Br.* 2008;90:879–884.
15. Clement N., MacDonald D. Posterior condylar offset is an independent predictor of functional outcome after revision total knee arthroplasty // *J Bone Jt Surg.* 2017;6:172–178.
16. Kannan A., O'Connell R. S., Kalore N., Curtin B. M., Hull J. R., Jiranek W. A. Revision TKA for flexion instability improves patient reported outcomes // *J Arthroplast.* 2015;30:818–821.
17. Seon J.-K., Song E.-K. Joint line and patellar height restoration after revision total knee arthroplasty // *Indian J Orthop.* 2016;50:159–165.
18. Vera-Aviles F. A., Jimenez-Aquino J. M. Total knee arthroplasty. Prognosis after restoring the joint line // *Acta Ortop Mex.* 2012;26:362–368.
19. Babazadeh S., Dowsey M. M., Swan J. D., Stoney J. D., Choong P. F. M. Joint line position correlates with function after primary total knee replacement: a randomised controlled trial comparing conventional and computer-assisted surgery // *J Bone Jt Surg Br.* 2011;93:1223–1231.
20. Yang J.-H., Seo J.-G., Moon Y.-W., Kim M.-H. Joint line changes after navigation-assisted mobile-bearing TKA // *Orthopedics.* 2009;32:35–39.
21. Bin Abd Razak H. R., Pang H. N., Yeo S. J., Tan M. H., Lo N. N., Chong H. C. Joint line changes in cruciate-retaining versus posterior-stabilized computer-navigated total knee arthroplasty // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133:853–859.
22. Goh G. S. H., Liow M. H. L., Lim W. S. R., Tay D. K. J., Yeo S. J., Tan M. H. Accelerometer-based navigation is as accurate as optical computer navigation in restoring the joint line and mechanical axis after total knee arthroplasty. A prospective matched study // *J Arthroplast.* 2016;31:92–97.
23. Lee K.-J., Moon J.-Y., Song E.-K., Lim H.-A., Seon J.-K. Minimum two-year results of revision total knee arthroplasty following infectious or non-infectious causes // *Knee Surg Relat Res.* 2012;24:227–234.
24. Liow M. H. L., Xia Z., Wong M. K., Tay K. J., Yeo S. J., Chin P. L. Robot-assisted total knee arthroplasty accurately restores the joint line and mechanical axis. A prospective randomised study // *J Arthroplast.* 2014;29:2373–2377.
25. Bellemans J. Restoring the joint line in revision TKA: does it matter? // *Knee.* 2004;11:3–5.
26. Iacono F., Lo Presti M., Bruni D. et al. The adductor tubercle: a reliable landmark for analysing the level of the femorotibial joint line // *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2013;21:2725–2729.
27. Porteous A. J., Hassaballa M. A., Newman J. H. Does the joint line matter in revision total knee replacement? // *J Bone Jt Surg Br.* 2008;90:879–884.
28. Freisinger G. M., Hutter E. E., Lewis J. et al. Relationships between varus-valgus laxity of the severely osteoarthritic knee and gait, instability, clinical performance, and function // *J Orthop Res.* 2017;35:1644–1652.
29. Luyckx T., Beckers L., Colyn W., Vandenuecker H., Bellemans J. The adductor ratio: a new tool for joint line reconstruction in revision TKA // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22:3028–3033.

Информация об авторах:

Грицюк Андрей Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета, Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-4202-4468; **Лычагин Алексей Владимирович**, доктор медицинских наук, доцент, зав. кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-2202-8149; **Рукін Ярослав Алексеевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета, Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-7355-8556; **Пан Чжэньюй**, аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва, Россия), ORCID: 0009-0007-2836-6396.

Information about authors:

Gritsyuk Andrey A., Dr. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of the Faculty of Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-4202-4468; **Lychagin Alexey V.**, Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of the Faculty of Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-2202-8149; **Rukin Yaroslav A.**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of the Faculty of Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-7355-8556; **Pang Zhengyu**, Postgraduate Student of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of the Faculty of Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia), ORCID: 0009-0007-2836-6396.