

# КРИВАЯ ОБУЧЕНИЯ ОПЫТНОГО ХИРУРГА И РАННИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ CORI ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Айрапетов Г.А.<sup>1,3</sup>, Данильянц А.А.\*<sup>1,3</sup>, Загородний Н.В.<sup>1,2</sup>,  
Сулейманянц Д.К.<sup>1</sup>, Яцуква В.Е.<sup>4</sup>, Ахмат А.А.<sup>1</sup>,  
Аль Кафавин А.Х.А.<sup>1</sup>, Самкович Д.А.<sup>1,3</sup>

DOI: 10.25881/20728255\_2026\_21\_1\_83

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов, Москва

<sup>2</sup> Национальный медицинский исследовательский центр  
травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва

<sup>3</sup> Городская клиническая больница №31  
им. академика Г.М. Савельевой, Москва

<sup>4</sup> Южно-Уральский государственный медицинский университет,  
Челябинск

**Резюме.** Введение. Эндопротезирование коленного сустава является методом выбора при лечении поздних стадий гонартроза. Новый этап развития технологий в ортопедии связан с внедрением в практику хирургов-ортопедов роботических систем.

Цель работы – оценить кривую обучения и сравнить ранние результаты эндопротезирования коленного сустава с применением роботической системы CORI с мануальным способом замены сустава.

Материалы и методы. В проспективном исследовании приняло участие 30 пациентов (11 мужчин, 19 женщин), которые с целью рандомизации были разделены на две группы с использованием генератора случайных чисел: группа №1 (n = 15), пациентам выполнялось роботизированное эндопротезирование коленного сустава с применением системы CORI компании Smith & Nephew; группа №2 (n = 15), пациентам выполнено эндопротезирование коленного сустава мануальным способом. Оценка функционального состояния коленного сустава в послеоперационном периоде проводилась и использованием опросника KSS.

Результаты. Анализ кривой обучения хирурга, имеющего опыт применения других роботических систем, показал, что, начиная с 3-ей операции её длительность начала снижаться и вышла на плато с 6-го применения роботической системы CORI. В группе №1 длительность операции была статистически значимо больше, по сравнению с группой №2. Объём интраоперационной кровопотери был сопоставим в обеих группах. Значения показателя KSS были статистически значимо выше в группе №1.

Обсуждение. Авторы предполагают, что основной причиной более высоких баллов KSS в группе №1 является минимальный мягкотканый релиз, в данном исследовании достигаемый применением подхода функционального выравнивания.

Заключение. Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о том, что хирург, имеющий опыт применения других роботических систем, может преодолеть кривую обучения и выйти на плато уже на 6-ом эндопротезировании коленного сустава. При этом длительность операции с применением роботической системы после преодоления кривой обучения была дольше, в сравнении с мануальной методикой. Применение подхода функционального выравнивания оси нижней конечности способствовало более высоким показателям KSS в раннем послеоперационном периоде, однако для более точного понимания необходимы дальнейшие исследования.

**Ключевые слова:** роботическое эндопротезирование коленного сустава, функциональное выравнивание, гонартроз.

Эндопротезирование коленного сустава является методом выбора при лечении поздних стадий гонартроза [1]. С целью улучшить результаты первичного эндопротезирования за счет повышения точности пози-

## LEARNING CURVE OF EXPERIENCED SURGEON AND EARLY RESULTS OF THE CORI ROBOTIC SYSTEM IN KNEE REPLACEMENT

Airapetov G.A.<sup>1,3</sup>, Danilyants A.A.\*<sup>1,3</sup>, Zagorodniy N.V.<sup>1,2</sup>, Suleymanyants D.K.<sup>1</sup>,  
Yatsukova V.E.<sup>4</sup>, Ahmat A.A.<sup>1</sup>, Al Kafavin A.Kh.A.<sup>1</sup>, Samkovich D.A.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow

<sup>2</sup> National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics  
named after N.N. Priorov, Moscow

<sup>3</sup> City Clinical Hospital №31 named after Academician G.M. Savelyeva  
of the Moscow City Healthcare Department, Moscow

<sup>4</sup> South Ural State Medical University of the Ministry of Health  
of the Russian Federation, Chelyabinsk

**Abstract.** Introduction. Knee arthroplasty is the method of choice in the treatment of late stages of gonarthrosis. A new stage in the development of technologies in orthopedics is associated with the introduction of robotic systems into the practice of orthopedic surgeons.

The aim of the study: to evaluate the learning curve and compare early outcomes of knee replacement using the CORI robotic system with manual joint replacement.

Materials and methods. The prospective study involved 30 patients (11 men, 19 women), who were randomized into two groups using a random number generator: Group 1 (n = 15), patients underwent robotic knee arthroplasty using the CORI system from Smith & Nephew; Group 2 (n = 15), patients underwent manual knee arthroplasty. Evaluation of the functional state of the knee joint in the postoperative period was also carried out using the KSS questionnaire.

Results. Analysis of the learning curve of a surgeon with experience in using other robotic systems showed that starting from the 3rd case, the duration of the operation began to decrease and reached a plateau from the 6th case of using the CORI robotic system. In group №1, the duration of the operation was statistically significantly longer compared to group №2. The volume of intraoperative blood loss was comparable in both groups. The KSS values were statistically significantly higher in group №1.

Discussion. The authors suggest that the main reason for the higher KSS scores in group №1 is the minimal soft tissue release, which in this study was achieved using the functional alignment approach.

Conclusion. The data obtained during the study indicate that the existing experience in using robotic systems contributes to a faster mastery of the robot-assisted CORI system. In our opinion, a surgeon with experience in working with a robotic system can overcome the learning curve and reach a plateau already at the 6th case of knee arthroplasty. Moreover, the duration of the operation using the robotic system after overcoming the learning curve was longer, compared to the manual technique.

**Keywords:** robotic knee arthroplasty, functional alignment, gonarthrosis.

ционирования компонентов были предложены системы компьютерной навигации, а также персонифицированные инструменты. Однако согласно данным литературы указанные устройства не получили значительной вос-

\* e-mail: armendts@mail.ru

требованности, в результате большинство хирургов по всему миру продолжают выполнять эндопротезирование коленного сустава классическим мануальным способом [2; 3]. Новый этап развития технологий в ортопедии связан с внедрением в практику хирургов-ортопедов роботических систем. Как известно, на данный момент существует несколько типов роботических установок, при этом большим интересом пользуются активные и полуактивные системы.

Активные роботические системы выполняют последовательные опиловки костей автономно, при этом хирург осуществляет интраоперационный контроль и может в любой момент остановить установку и/или перейти к мануальному способу эндопротезирования. Указанные системы работают по заранее заданному предоперационному плану, основанному на проведенном КТ-исследовании нижней конечности (принцип image-based – основанный на предоперационном планировании) [4; 5]. Данный способ эндопротезирования обозначается, как роботизированное.

Полуактивные системы оснащены роботизированной рукой, с помощью которой хирург выполняет опиловки. При этом данные системы могут работать как по принципу image-based (с предоперационным планированием), так и по принципу image-less (интраоперационное планирование) – план позиционирования компонентов выполняется интраоперационно на основании регистрации анатомических ориентиров роботизированной рукояткой [6]. Данный способ эндопротезирования обозначается, как робот-ассистированное.

Основными преимуществами роботических систем являются повышенная прецизионность установки компонентов, что потенциально увеличивает срок службы эндопротеза, а также возможность применения альтернативных подходов выравнивания оси нижней конечности [7–9]. К последним относятся персонализированные способы восстановления конституционального положения коленного сустава, такие как кинематическое и ограниченное кинематическое выравнивания [10; 11]. При этом согласно данным литературы, именно внедрение в практику роботических систем, благодаря их технологическим особенностям вызвало особый интерес к функциональному выравниванию оси конечности [12]. К недостаткам роботических установок относят высокую стоимость оборудования, необходимость обучения хирургов и медицинского персонала, а также увеличенную длительность оперативного вмешательства [13].

В литературе уже описаны исследования, в которых авторы анализировали кривую обучения освоения роботической системы у хирургов, прошедших специальную подготовку, а также исследования, направленные на сравнение кривых обучаемости хирургов с разным опытом эндопротезирования коленного сустава и влияния этого фактора на скорость освоения роботической системы [14; 15].

С учетом растущего спроса на роботические установки и большого выбора последних на современном рынке роботических устройств, у авторов данной работы возник интерес проанализировать влияние имеющегося у хирурга опыта применения двух роботических установок: активной системы CUVIS компании CUREXO и полуактивной системы MAKO компании STRYKER, работающих по принципу image-based на скорость освоения роботической системы CORI компании Smith&nephew, работающей по принципу image-less.

**Цель работы** – оценить кривую обучения и сравнить ранние результаты эндопротезирования коленного сустава с применением роботической системы CORI с мануальным способом замены сустава.

### Материалы и методы

Проведено проспективное рандомизированное одноцентровое клиническое исследование на базе кафедры травматологии и ортопедии РУДН в отделении ортопедии ГКБ №31 им. академика Г.М. Савельевой. В исследовании приняло участие 30 пациентов (11 мужчин, 19 женщин), которые с целью рандомизации были разделены на две группы с использованием генератора случайных чисел: группа №1 (n = 15), пациентам выполнялось роботизированное эндопротезирование коленного сустава с применением системы CORI компании Smith&nephew; группа №2 (n = 15), пациентам выполнено эндопротезирование коленного сустава мануальным способом.

Пациенты принимали участие в исследовании после подписания информированного добровольного согласия в соответствии со следующими критериями включения: 1. Установленный диагноз остеоартрит коленного сустава 3–4 ст. по классификации Kellgren-Lawrence, 2. Варусная/вальгусная деформация оси конечности не более 10°. Критериями невключения являлись: 1. Наличие предшествующего хирургического вмешательства в области оперируемого коленного сустава; 2. IV–V класс анестезиологического риска по шкале ASA.

Все операции были выполнены одной хирургической бригадой, имеющей опыт применения других роботических систем. Во всех случаях имплантировался эндопротез Anthem (CR, PS) компании Smith & Nephew. На всех операциях накладывался турникет. Операции с применением роботической установки в начале кривой обучения были выполнены методом Burr All – все костные опиловки выполнялись фрезой роботизированной рукоятки. Начиная с 4-ой операции использовалась гибридная методика – дистальный опил бедренной кости выполнялся фрезой роботизированной рукоятки, далее под контролем навигации роботизированной рукояткой производилось рассверливание костных ориентиров для установки ре-секторного блока (Рис. 1).

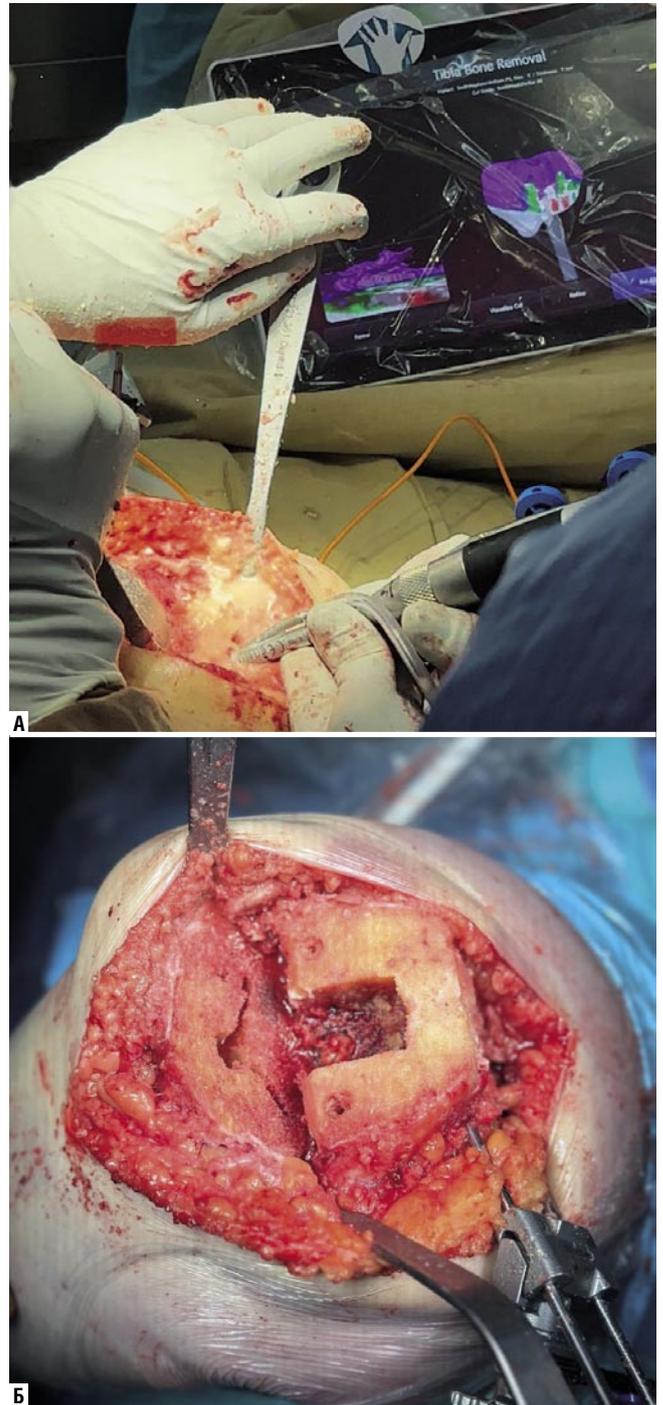
Опил тибиального плато в первых 3-х случаях выполнялся методом Burr All, с 4-го случая хирург выполнял поверхностный опил плато полотном пилы с последую-



**Рис. 1.** А – хирург выполняет дистальный опил бедренной кости фрезой роботизированной рукоятки; Б – метод гибридного опиления бедренной кости. Установлен резекторный блок с предварительным рассверливанием костных ориентиров роботизированной рукояткой.

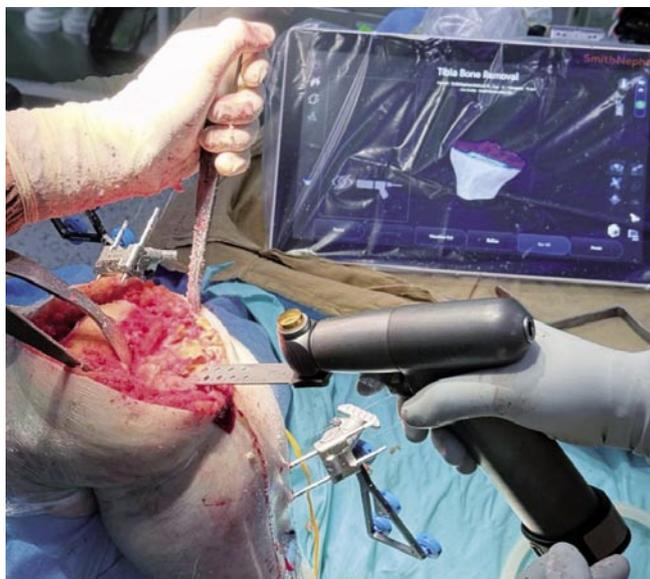
щей фрезеровкой поверхности фрезой роботизированной рукоятки (Рис. 2, 3).

При этом важно отметить, что опил тибияльного плато в данном случае нельзя назвать в чистом виде гибридным, поскольку гибридная методика подразумевает использование резекторного блока. Однако авторы сочли данный подход при опиление тибияльного плато менее удобным по сравнению с описанной выше методикой опиления с использованием полотна. В группе №1 использовалась методика функционального выравни-

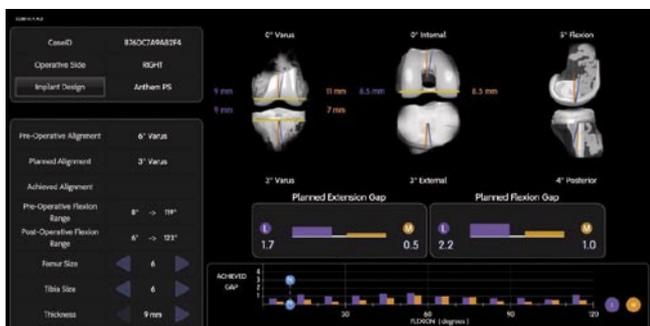


**Рис. 2.** А – хирург выполняет опил тибияльного плато методом Burr All; Б – костные опиления после применения гибридной методики.

нивания оси нижней конечности. При нейтральном и варусном положении коленного сустава приоритетным в сохранении конституционального положения являлся угол МРТА (диапазон  $\pm 5^\circ$ ). При вальгусном положении коленного сустава приоритетным в сохранении конституционального положения являлся угол LDFA (диапазон  $\pm 5^\circ$ ). При этом планируемый угол НКА не выходил за пределы безопасной зоны  $\pm 3^\circ$  [16]. Вы-



**Рис. 3.** Опил плато большеберцовой кости полотном пилы после формирования направляющего ложа фрезой роботизированной рукоятки.



**Рис. 4.** Информация из планировочной консоли хирурга во время операции. Предоперационная ось конечности имеет 6° варуса. Хирург расположил компоненты таким образом, чтобы сохранить варусную конституцию коленного сустава в пределах безопасной зоны при этом сбалансировав щель.

полнение функционального выравнивания позволяло скомпенсировать сгибательную и разгибательную щели, не выполняя мягкотканый релиз. В большинстве случаев ротация бедренного компонента составляла 0° (Рис. 4). Ротация тиббиального компонента находилась в пределах 3–10°.

Алгоритм хирургических шагов при выполнении эндопротезирования коленного сустава с применением системы CORI представлен на рис. 5.

Оценка KSS после операции производилась в день выписки (4–5 сутки после операции).

Анализ статистических данных выполнялся с применением программы Jamovi 2.4.11. Оценка количественных параметров на предмет соответствия нормальному распределению выполнялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Поскольку все исследуемые признаки в обеих группах имели распределение отличное от нормального количественные данные описывали с помощью медианы (Me) и межквартильного размаха (Q1-Q2). Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью U-критерия Манна-Уитни. Сравнение двух групп по качественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью критерия (хи-квадрат) Спирмена. Различия считали достоверными при статистической значимости  $p \leq 0,05$ .

## Результаты

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют о сопоставимости двух когорт и об отсутствии статистически значимых различий между изучаемыми группами пациентов, что позволяет проводить последующий анализ результатов корректно.

Анализ кривой обучения хирурга, имеющего опыт применения других роботических систем, показал, что, начиная с 3-ей операции её длительность начала снижаться и вышла на плато с 6-го применения роботической системы CORI (Рис. 6).

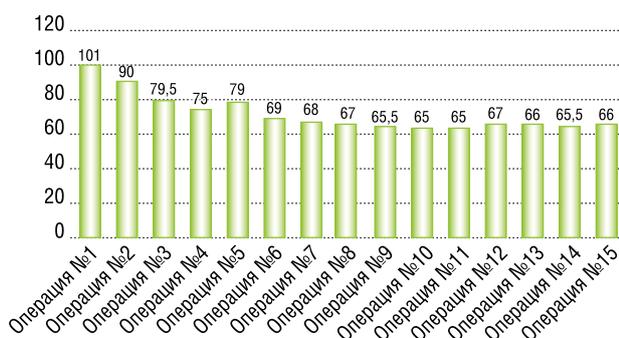


**Рис. 5.** Схема последовательности хирургических шагов во время выполнения эндопротезирования коленного сустава с применением роботической установки CORI.

**Табл. 1.** Данные пациентов и оценка предоперационного функционального состояния оперируемого коленного сустава

Показатель	Группа №1	Группа №2	p
Возраст, лет	69 (66,5–71,5)	68 (66–72)	0,85*
ИМТ	32 (29,6–34)	31,3 (28,3–35,1)	0,95*
Сторона вмешательства (правая/левая)	7 (46,7%)/8 (53,3%)	6 (40%)/9 (60%)	0,7**
Пол (м/ж), абс	6 (40%)/9 (60%)	5 (33,3%)/10 (66,7%)	0,71**
Шкала KSS, баллы	59 (45–75)	58 (47–72)	0,9*

Примечание: используемый метод: \* – U-критерий Манна-Уитни;  
\*\* – критерий (хи-квадрат) Спирмена.

**Рис. 6.** График кривой обучения хирурга при эндопротезировании коленного сустава с применением роботизированной системы CORI.**Табл. 2.** Послеоперационные результаты функции коленного сустава, длительности операции и интраоперационной кровопотери

Параметр	Группа №1	Группа №2	p*
Длительность операции, мин.	67 (65,8–77,0)	58 (55,5–61,5)	<0,001
KSS, баллы	84 (82–85,5)	76 (74,5–77,5)	<0,001

Примечание: \* – используемый метод: – U-критерий Манна-Уитни.

В группе №1 длительность операции была статистически значимо больше, по сравнению с группой №2. Объем интраоперационной кровопотери был сопоставим в обеих группах. Значения показателя KSS были статистически значимо выше в группе №1. Количественные значения исследуемых параметров приведены в табл. 2.

## Обсуждение

Полученные в ходе исследования данные продемонстрировали, что предшествующий опыт применения роботических систем, основанных на предоперационном планировании, у хирурга способствовал быстрому освоению роботической установки CORI, работающей по принципу интраоперационного планирования. Полученные результаты согласуются с исследованием, проведенным S.D. Stegelmann et al. [17]. В эксперименте приняли участие два хирурга, выполняющих 50–100 эндопротезирований коленного сустава мануальным способом ежегодно. В ходе исследования каждый хирург

выполнил 100 робот-ассистированных операций по замене коленного сустава. Авторы пришли к выводу, что кривая обучения обоих хирургов начала снижаться после выполнения 50 случаев робот-ассистированного эндопротезирования с применением установки, основанной на интраоперационном планировании. Цель исследования, проведенного C. Schopper et al., заключалась в анализе кривой обучения практикующих хирургов-эндопротезистов, выполняющих робот-ассистированное эндопротезирование коленного сустава под руководством хирурга, имеющего опыт применения роботических систем [18]. Авторы пришли к выводу, что у всех трех хирургов, принимающих участие в исследовании, кривая обучения начала снижаться после 9-го роботического эндопротезирования.

Стоит отметить, что в ходе проведения научной работы авторы выполняли эндопротезирование коленного сустава вне зависимости от фенотипа колена по классификации СРАК [19], принимая в исследование пациентов с выраженными варусной и вальгусной деформациями, а также высоким ИМТ, что потенциально усложняло начальный этап кривой обучения. Кроме того, авторы предполагают, что применение подхода функционального выравнивания вне зависимости от вида деформации коленного сустава также могло быть причиной увеличения средней продолжительности операции в первых 4-х эндопротезированиях коленного сустава.

При анализе кривой обучения выявлено, что определенные сложности возникли в 3 и 5 эндопротезированиях. В обоих наблюдениях коленный сустав имел вальгусную деформацию.

При анализе послеоперационных показателей KSS было выявлено, что более высокие баллы характерны для группы №1. Авторы предполагают, что основной причиной является минимальный мягкотканый релиз, в данном исследовании достигаемый применением подхода функционального выравнивания и, согласно данным литературы, способствующий более быстрому послеоперационному восстановлению [20; 21].

## Заключение

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о том, что хирург, имеющий опыт применения других роботических систем, может преодолеть кривую обучения и выйти на плато уже на 6-ом эндопротезировании коленного сустава. При этом длительность операции с применением роботической системы после преодоления кривой обучения была дольше, в сравнении с мануальной методикой. Применение подхода функционального выравнивания оси нижней конечности способствовало более высоким показателям KSS в раннем послеоперационном периоде, однако для более точного понимания необходимы дальнейшие исследования.

**Информированное согласие.** Пациенты дали добровольное письменное информированное согласие.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).**

**ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES**

- Marsh M., Newman S. Trends and developments in hip and knee arthroplasty technology. *J Rehabil Assist Technol Eng.* 2021; 8: 205566832-0952043-2055668320952043. doi: 10.1177/2055668320952043.
- Zampogna B, Campi S, Torre G, et al. Outcomes of Computer-Assisted Total Knee Arthroplasty Compared to Conventional TKA: A Bicentric Controlled Retrospective Clinical Study. *J Clin Med.* 2021; 10(15): 3352. doi: 10.3390/jcm10153352.
- Rudran B, Magill H, Ponugoti N, et al. Functional outcomes in patient specific instrumentation vs. conventional instrumentation for total knee arthroplasty; a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022; 23(1): 702. doi: 10.1186/s12891-022-05620-2.
- Siddiqi A, Horan T, Molloy RM, et al. A clinical review of robotic navigation in total knee arthroplasty: historical systems to modern design. *EFORT Open Rev.* 2021; 6(4): 252-269. doi: 10.1302/2058-5241.6.200071.
- Balaguer-Castro M, Torner P, Jornet-Gibert M, et al. Current situation of robotics in knee prosthetic surgery: A technology that has come to stay? *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2023; 67(4): 334-341. doi: 10.1016/j.recot.2022.10.011.
- Huang P, Cross M, Gupta A, et al. Are all robotic technologies created equal? Comparing one of the latest image-free robotic technologies to all other robotic systems for total knee arthroplasty. *J Orthop Surg Res.* 2024; 19(1): 647. doi: 10.1186/s13018-024-05150-8.
- Han S, Rodriguez-Quintana D, Freedhand AM, et al. Contemporary Robotic Systems in Total Knee Arthroplasty: A Review of Accuracy and Outcomes. *Orthop Clin North Am.* 2021; 52(2): 83-92. doi: 10.1016/j.ocl.2020.12.001.
- Weiner TR, Ferreri ED, Sarpong NO, et al. Robotic Total Knee Arthroplasty is Associated with Earlier Return of Postoperative Range of Motion. *Surg Technol Int.* 2023; 43: 197-201. doi: 10.52198/23.sti.43.os1724.
- Айрапетов Г.А., Яблонский П.К., Сердобинцев М.С., и соавторы. Робот-ассистированное эндопротезирование коленного сустава. Первый опыт (проспективное рандомизированное исследование) // *Гений ортопедии.* – 2023. – 29(5). – №475-480. [Airapetov G.A., Yablonskiy P.K., Serdobintsev M.S., et al. Robot-assisted knee arthroplasty: first experience (a prospective randomized study). *Genij Ortopedii.* 2023;29(5): 475-480. (In Russ.)] doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-5-475-480.
- Howell SM, Howell SJ, Kuznik KT, et al. Does a kinematically aligned total knee arthroplasty restore function without failure regardless of alignment category? *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 471(3): 1000-1007. doi: 10.1007/s11999-012-2613-z.
- Rivière C, Iranpour F, Auvinet E, et al. Alignment options for total knee arthroplasty: A systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017; 103(7): 1047-1056. doi: 10.1016/j.otsr.2017.07.010.
- Kayani B, Konan S, Tahmassebi J, et al. A prospective double-blinded randomised control trial comparing robotic arm-assisted functionally aligned total knee arthroplasty versus robotic arm-assisted mechanically aligned total knee arthroplasty. *Trials.* 2020; 21(1): 194. doi: 10.1186/s13063-020-4123-8.
- Nogalo C, Meena A, Abermann E, Fink C. Complications and downsides of the robotic total knee arthroplasty: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023; 31(3): 736-750. doi: 10.1007/s00167-022-07031-1.
- Ali M, Phillips D, Kamson A, et al. Learning Curve of Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty for Non-Fellowship-Trained Orthopedic Surgeons. *Arthroplast Today.* 2022; 13: 194-198. doi: 10.1016/j.artd.2021.10.020.
- Bosco F, Rovere G, Burgio C, et al. Accuracy and learning curve of imageless robotic-assisted total knee arthroplasty. *J Orthop.* 2025; 66: 77-83. doi: 10.1016/j.jor.2024.12.029.
- Dhungana H, Jangid S, Goyal M. Alignment Techniques in Total Knee Arthroplasty: Where do We Stand Today? *Chin Med Sci J.* 2024; 39(3): 217-225. doi: 10.24920/004372.
- Stegelmann SD, Butler J, Eaddy SG, Davis T, Davis K, Miller R. Learning curve for imageless robotic-assisted total knee arthroplasty in non-fellowship trained joint replacement surgeons. *J Orthop.* 2023; 45: 72-77. doi: 10.1016/j.jor.2023.10.006.
- Schopper C, Proier P, Luger M, Gotterbarm T, Klasan A. The learning curve in robotic assisted knee arthroplasty is flattened by the presence of a surgeon experienced with robotic assisted surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023; 31(3): 760-767. doi: 10.1007/s00167-022-07048-6.
- MacDessi SJ, Griffiths-Jones W, Harris IA, et al. Coronal Plane Alignment of the Knee (CPAK) classification. *Bone Joint J.* 2021; 103-B(2): 329-337. doi: 10.1302/0301-620x.103b2.bjj-2020-1050.r1.
- Shatrov J, Battelier C, Sappey-Mariniere E, et al. Functional Alignment Philosophy in Total Knee Arthroplasty - rationale and technique for the varus morphotype using a CT based robotic platform and individualized planning. *SICOT J.* 2022; 8: 11. doi: 10.1051/sicotj/2022010.
- Shatrov J, Foissey C, Kafelov M, et al. Functional Alignment Philosophy in Total Knee Arthroplasty-rationale and technique for the valgus morphotype using an image based robotic platform and individualized planning. *J Pers Med.* 2023; 13(2): 212. doi: 10.3390/jpm13020212.