

УДК 617.58-77

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma.63630>

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ВЫБОРА РОТАЦИИ БЕДРЕННОГО КОМПОНЕНТА ЭНДОПРОТЕЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА

© В.В. Хоминец¹, И.В. Гайворонский^{1, 2}, А.Л. Кудяшев¹, А.А. Семенов^{1, 2}, И.С. Базаров¹,
А.А. Семенова^{1, 3}

¹ Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

³ Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Проведено экспериментальное обоснование оптимальной техники выбора ротации бедренного компонента эндопротеза коленного сустава. В эксперименте были учтены индивидуальные морфометрические характеристики мыщелков бедренной кости и состояние коллатеральных связок. Исследование проведено на полимерно-бальзамированных препаратах коленного сустава, которые были разделены на три группы согласно определенным нами формам мыщелков бедренной кости. Применяли стандартную технику позиционирования резекционного блока и технику индивидуального подбора ротации резекционного блока (ротации бедренного компонента эндопротеза), базирующуюся на оценке индивидуальных морфометрических характеристик мыщелков бедренной кости и состояния вспомогательных элементов коленного сустава. Для реализации данного хирургического подхода выполняли типовые резекции проксимальных отделов мыщелков большеберцовой и дистальных отделов мыщелков бедренных костей, технически не отличавшиеся от опилов, использованных в стандартной методике. Затем осуществляли сгибание коленного сустава до угла 90°, удаляли ретракторы Гомана и устанавливали в промежуток между проксимальным опилом большеберцовой кости и задними отделами латерального и медиального мыщелков бедренной кости два ламинарных расширителя (Laminar Spreader). Данный технический прием обеспечивал изометричное натяжение малоберцовой и большеберцовой коллатеральных связок коленного сустава. Затем осуществляли позиционирование бедренного резекционного блока «четыре в одном». При этом в качестве ориентира использовали только линию проксимального опилов большеберцовой кости, для чего задний фланец резекционного блока располагали параллельно опиленной верхней суставной поверхности большеберцовой кости. Установлено, что применение рассматриваемой техники позиционирования бедренного резекционного блока обеспечивает формирование равномерного сгибательного промежутка вне зависимости от вариантной анатомии мыщелков бедренной кости. Таким образом, в эксперименте удалось достичь равномерного сгибательного промежутка, что обеспечивало изометричность движений в коленном суставе и его стабильность в контрольных точках амплитуды после имплантации пробных или окончательных компонентов эндопротеза.

Ключевые слова: коленный сустав; коллатеральные связки; мыщелки бедренной кости; резекционный блок; сгибательный промежуток; ротация бедренного компонента; эксперимент; эндопротез.

Как цитировать:

Хоминец В.В., Гайворонский И.В., Кудяшев А.Л., Семенов А.А., Базаров И.С., Семенова А.А. Экспериментальное обоснование оптимальной техники выбора ротации бедренного компонента эндопротеза коленного сустава // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 1. С. 129–134. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma.63630>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma.63630>

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE OPTIMAL TECHNIQUE FOR CHOOSING THE ROTATION OF THE FEMORAL COMPONENT OF THE KNEE ENDOPROSTHESIS

© V.V. Khominets¹, I.V. Gaivoronskiy^{1, 2}, A.L. Kudyashev¹, A.A. Semenov^{1, 2},
I.S. Bazarov¹, A.A. Semenova^{1, 3}

¹ Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

² Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

³ National Medical Research Center named after V.A. Almazova, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT: There was experimental justification of the optimal technique for choosing the rotation of the femoral component of the knee joint endoprosthesis carried out in this research. The individual morphometric characteristics of the femoral condyles and the condition of the collateral ligaments were taken into account in the experiment. The research was conducted on polymer-embalmed preparations of the knee joint, which were divided into three groups, according to the forms of the femoral condyles. We used the standard technique of positioning the resection block and the technique of individual selection of the rotation of the resection block (rotation of the femoral component of the endoprosthesis), based on the assessment of individual morphometric characteristics of the femoral condyles and the state of the auxiliary elements of the knee joint. To implement this surgical approach, typical resections of the proximal condyles of the tibia and distal condyles of the femur were performed, which technically did not differ from the sawdust used in the standard procedure. Then the knee joint was flexed to an angle of 90°, Homan retractors were removed and two laminar dilators (Laminar Spreader) were installed in the gap between the proximal tibial sawdust and the posterior parts of the lateral and medial condyles of the femur. This technique provided isometric tension of the fibular and tibial collateral ligaments of the knee joint. Then carried out the positioning of the femoral resection block "four in one". In this case, only the line of the proximal tibial sawdust was used as a reference point, for which the posterior flange of the resection block was positioned parallel to the sawed upper articular surface of the tibia. It is established that the use of the considered technique of positioning the femoral resection block ensures the formation of a uniform flexor gap, regardless of the variant anatomy of the femoral condyles. Thus, there was research a uniform flexion gap in the experiment, which ensured isometric movements in the knee joint and its stability at the control points of the amplitude after implantation of the trial or final components of the endoprosthesis.

Keywords: knee joint; collateral ligaments; femoral condyles; resection block; flexor gap; rotation of the femoral component; experiment; endoprosthesis.

To cite this article:

Khominets VV, Gaivoronskiy IV, Kudyashev AL, Semenov AA, Bazarov IS, Semenova AA. Experimental substantiation of the optimal technique for choosing the rotation of the femoral component of the knee endoprosthesis. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(1):129–134. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma.63630>

Received: 14.01.2021

Accepted: 16.02.2021

Published: 26.03.2021

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наиболее эффективным хирургическим способом лечения поздних стадий дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава при отсутствии эффекта от проводимой консервативной терапии является его тотальное эндопротезирование [1–3]. Замещение коленного сустава на искусственный позволяет в кратчайшие сроки купировать болевой синдром, устранить имеющуюся деформацию и восстановить функцию пораженного сустава [4, 5]. Тотальное эндопротезирование коленного сустава общепризнано удачной хирургической процедурой как с клинической, так и с экономической точек зрения [6].

Анализ доступной нам научной литературы убедительно свидетельствует о наличии объективных трудностей в процессе эндопротезирования коленного сустава, приводящих к ошибкам при выполнении резекционных опилов бедренной кости и некорректному ротационному позиционированию бедренного компонента [7, 8]. При наличии нескольких известных алгоритмов резекции элементов дистального метаэпифиза бедренной кости, достижения баланса мягких тканей коленного сустава и позиционирования бедренного компонента эндопротеза отсутствуют четкие рекомендации по технике выполнения перечисленных операционных моментов, обоснованные с позиции индивидуальных морфометрических характеристик коленного сустава конкретного пациента [9, 10]. Сведения о вариантной анатомии мыщелков бедренной кости и частоте их встречаемости являются скудными и противоречивыми, что в отдельных случаях не позволяет дать обоснованные рекомендации по выбору ротации бедренного компонента эндопротеза и технике достижения баланса мягких тканей коленного сустава [11].

Цель исследования — экспериментально обосновать оптимальную технику выбора ротации бедренного компонента эндопротеза коленного сустава, учитывающую индивидуальные морфометрические характеристики мыщелков бедренной кости и состояние коллатеральных связок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анатомического эксперимента были отобраны 18 препаратов интактных коленных суставов, изготовленных методом препарирования с последующим полимерным бальзамированием. На всех препаратах были сохранены крестообразные и коллатеральные связки. Согласно ранее проведенным нами исследованиям [7], все коленные суставы были разделены на 3 группы (по 6 коленных суставов в каждой) согласно вариантам форм мыщелков бедренной кости: 1-я группа — с преобладанием продольного размера медиального мыщелка (87%); 2-я группа — с равными продольными размерами

мышцелков (6%) и 3-я группа — с преобладанием продольного размера латерального мыщелка (7%).

На данных анатомических объектах исследования были выполнены резекционные опиловы проксимального метаэпифиза большеберцовой и дистального метаэпифиза бедренной кости с применением стандартных направляющих резекционных блоков из комплекта постановочного инструментария для эндопротеза коленного сустава Zimmer Next Gen.

Для этого полимерно-бальзамированный коленный сустав прочно фиксировали в тисках таким образом, чтобы все его основные элементы были максимально открыты для выполнения опилов.

Скальпелем выполняли удаление крыловидных складок и крестообразных связок, а затем при помощи реципрокной (возвратно-поступательной) пилы осуществляли резекцию мыщелков большеберцовой кости (вместе с предварительно отделенными от капсулы сустава менисками) и мыщелков бедренной кости.

После выполнения опилов формировали разгибательный промежуток. При этом в соответствии с рекомендациями производителя наклон опилов большеберцовой кости в сагиттальной плоскости был равен 7° , а направление опилов во фронтальной плоскости являлось строго перпендикулярным механической оси голени. Величина резекции мыщелков большеберцовой кости была равна 10 мм от поверхности хряща наружного мыщелка, при этом коллатеральные связки были защищены ретракторами Гомана и оставались полностью интактными.

Дистальная резекция мыщелков бедренной кости была выполнена с наклоном 3° в сагиттальной и 4° во фронтальной плоскости по отношению к механической оси нижней конечности.

На 9 анатомических препаратах серии А — по три препарата из каждой выделенной группы — была применена стандартная техника позиционирования резекционного блока «четыре в одном», предполагающая резекцию частей мыщелков бедренной кости для придания бедренному компоненту эндопротеза наружной ротации, равной 3° (рис. 1 а). На 9 препаратах серии Б — также по три препарата из каждой выделенной группы — была использована техника индивидуального подбора ротации резекционного блока (ротации бедренного компонента эндопротеза), базирующаяся на оценке индивидуальных морфометрических характеристик мыщелков бедренной кости и состояния вспомогательных элементов коленного сустава (рис. 1 б).

После выполнения резекции мыщелков бедренной кости осуществляли оценку состояния сформированных сгибательного и разгибательного промежутков коленного сустава, для чего проводили измерение их высоты во внутреннем и наружном отделах (рис. 1 с, д).

Также после выполнения резекции осуществляли оценку стабильности коленного сустава в положении разгибания и сгибания под углом 90° с применением

стандартных спейсер-блоков. Дополнительно осуществляли оценку изометричности движений в коленном суставе после имплантации пробных и стандартных компонентов эндопротеза коленного сустава в положении полного разгибания, а также сгибания под углом 30, 60 и 90°.

Полученные результаты в сериях А и Б сравнивали между собой, а также между группами, выделенными в соответствии с морфологическими формами мыщелков бедренной кости.

Таким образом, во второй части анатомического эксперимента во всех трех группах препаратов коленного сустава серии Б была применена хирургическая техника, предполагающая индивидуальный подбор ротации бедренного резекционного блока «четыре в одном». Такой подход обеспечил выполнение резекции соответствующих отделов мыщелков бедренной кости и имплантацию бедренного компонента эндопротеза коленного сустава с индивидуально подобранной наружной ротацией, зависящей от особенностей вариантной анатомии мыщелков бедренной кости и состояния связочного аппарата коленного сустава.

Для реализации данного хирургического подхода выполняли типовые резекции проксимальных отделов мыщелков большеберцовой и дистальных отделов мыщелков бедренных костей, технически не отличавшиеся

от опилов, использованных в первой части анатомического эксперимента (серия А). Затем осуществляли сгибание коленного сустава до угла 90°, удаляли ретракторы Гомана и устанавливали в промежуток между проксимальным опилов большеберцовой кости и задними отделами латерального и медиального мыщелков бедренной кости два ламинарных расширителя (Laminar Spreader).

Данный технический прием обеспечивал изометричное натяжение малоберцовой и большеберцовой коллатеральных связок коленного сустава. Затем осуществляли позиционирование бедренного резекционного блока «четыре в одном». При этом в качестве ориентира использовали только линию проксимального опилов большеберцовой кости, для чего задний фланец резекционного блока располагали параллельно опиленной верхней суставной поверхности большеберцовой кости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что применение техники позиционирования бедренного резекционного блока «четыре в одном» обеспечивает формирование равномерного сгибательного промежутка вне зависимости от вариантной анатомии мыщелков бедренной кости.

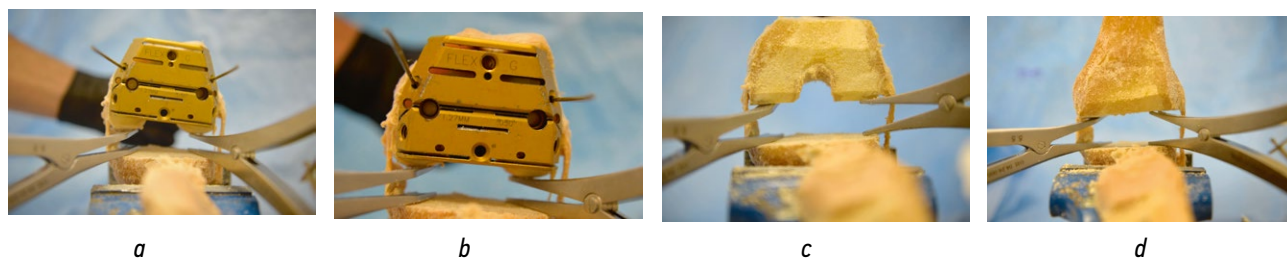


Рис. 1. Установка резекционного блока: *a* — в положении наружной ротации, равной 3° (1 — надмыщелковая линия; 2 — задняя межмыщелковая линия); *b* — с учетом индивидуальных особенностей строения мыщелков бедренной кости (1° наружной ротации). Измерение высоты сформированных промежутков коленных суставов: *c* — сгибательного и *d* — разгибательного

Fig. 1. Installation of resection unit: *a* — in position of external rotation equal to 3° (1 — supracondylar line; 2 — posterior intercondylar line); *b* — taking into account the individual characteristics of the structure of the femoral condyles (1° external rotation). Measurement of the height of the formed spaces of the knee joints: *c* — flexor and *d* — extensor

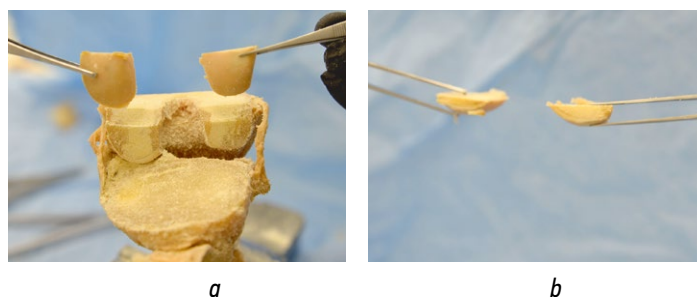


Рис. 2. Резецированные задние отделы мыщелков бедренной кости на анатомическом препарате коленного сустава с преобладанием продольного размера латерального мыщелка: *a* — вид сзади; *b* — вид снизу. Высота резецированной части латерального мыщелка больше, чем резецированной части медиального

Fig 2. Resected posterior sections of the femoral condyles on the anatomical preparation of the knee joint with the predominance of the longitudinal size of the lateral condyle: *a* — rear view; *b* — bottom view. The height of the resected part of the lateral condyle is greater than that of the resected part of the medial condyle

Так, в группе анатомических препаратов коленного сустава, характеризующейся преобладанием продольного размера латерального мыщелка бедренной кости, для применения описанной техники было типичным выполнение резекции преимущественно заднего отдела латерального мыщелка (рис. 2).

Данная «атипичная» резекция обеспечила формирование равномерного сгибательного промежутка (рис. 3) и последующее корректное позиционирование бедренного компонента эндопротеза.

Таким образом, показана принципиальная возможность применения рассматриваемой техники позиционирования бедренного резекционного блока как в условиях наиболее часто встречающегося варианта формы мыщелков бедренной кости (с преобладанием продольных размеров медиального мыщелка), так и в случае крайних форм вариантной анатомии мыщелков бедренной кости. Во всех протоколах анатомического эксперимента удалось достичь равномерного сгибательного промежутка, что обеспечивало изометричность движений в коленном суставе и его стабильность в контрольных точках амплитуды после имплантации пробных или окончательных компонентов эндопротеза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доказанная в результате анатомического эксперимента (серии Б) эффективность и универсальность рассматриваемой хирургической техники, а также ряд ее преимуществ перед классическими подходами (серии А) к данному этапу операции эндопротезирования



Рис. 3. Анатомический препарат коленного сустава с преобладанием продольного размера латерального мыщелка бедренной кости. В положении сгибания 90° установлены два ламинарных расширителя, обеспечивающих равномерное натяжение малоберцовой и большеберцовой коллатеральных связок. Бедренный резекционный блок «четыре в одном» позиционирован параллельно опилу верхней суставной поверхности большеберцовой кости

Fig. 3. Anatomical preparation of the knee joint with a predominance of the longitudinal size of the lateral condyle of the femur. In the 90° flexion position, two laminar dilators are installed, providing uniform tension of the peroneal and tibial collateral ligaments. The femoral resection block «four in one» is positioned parallel to the sawdust of the upper articular surface of the tibia

коленного сустава — возможность индивидуального подбора наружной ротации бедренного компонента эндопротеза в зависимости от вариантной анатомии мыщелков бедренной кости и состояния малоберцовой и большеберцовой коллатеральных связок — послужили основанием для ее клинической апробации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнилов Н.В., Шапиро К.И. Актуальные вопросы организации травматолого-ортопедической помощи населению // Травматология и ортопедия России. 2002. № 2. С. 35–39.
2. Вагапова В.Ш. Функциональная морфология коленного сустава // Медицинский вестник Башкортостана. 2007. Т. 2, № 5. С. 69–74.
3. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Артропластика коленного сустава. СПб.: РНИИТО, 2012. 227 с.
4. Гайворонский И.В., Хоминец В.В., Семенов А.А. Возможности сонографических исследований вспомогательных элементов интактного коленного сустава // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2017. № 4. С. 103–107.
5. Вакуленко О.Ю., Жилиев Е.В. Остеоартроз: современные подходы к лечению // Ревматология. 2016. № 22. С. 1494–1498.
6. Зайдман А.М. Структура и функция хряща // Ортопедия, травматология. 1983. № 10. С. 10–15.
7. Семенов А.А., Гайворонский И.В., Хоминец В.В., Семенова А.А. Сонографические морфометрические характеристики некоторых вспомогательных элементов коленного сустава взрослого человека в различные возрастные периоды // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2017. № 3 (59). С. 72–76.
8. Insall J.N., Dorr L.D., Scott R.D., Scott W.N. Rationale of the knee society clinical rating system // Clin. Orthop. 1989. No. 248. P. 13–14.
9. Putz R. Anatomy and biomechanics of biomechanics of the knee joint // Radiology. 1995. Vol. 35, No. 5. P. 77–86.
10. Gardner D.L. The nature and causes of osteoarthritis // BritMed. J. 1983. Vol. 286, P. 418–424.
11. Aweid O., Osmani H., Melton J. Biomechanics of the knee // Orthopaedics and Trauma. 2019. Vol. 3. No. 1. P. 4–19.

REFERENCES

1. Kornilov NV, Shapiro KI. Aktual'nye voprosy organizatsii travmatologo-ortopedicheskoi pomoshchi naseleniyu. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2002;(2):35–39. (In Russ.)
2. Vagapova VSh. Funktsional'naya anatomiya kolennogo sustava. *Meditsinskii vestnik Bashkortostana*. 2007;2(5):69–74. (In Russ.)
3. Kornilov NN, Kulyaba TA. *Artroplastika kolennogo sustava*. Saint Petersburg: RNIITO; 2012. 227 p. (In Russ.)
4. Gaivoronskii IV, Khominets VV, Semenov AA. Possibilities of sonographic investigations of auxiliary elements of the intact knee joint. *Kurskii nauchno-prakticheskii vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»*. 2017;(4):103–107. (In Russ.)
5. Vakulenko OYu, Zhilyaev EV. Osteoartroz: sovremennye podkhody k lecheniyu. *Revmatologiya*. 2016;(22):1494–1498. (In Russ.)
6. Zaidman AA. Struktura i funktsii khryashcha. *Ortopediya, travmatologiya*. 1983;(10):10–15. (In Russ.)
7. Semenov AA, Gaivoronskii IV, Khominets VV, Semenova AA. Sonographic morphometric characteristics of some auxiliary elements of the adult knee in different age periods. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*. 2017;(3):72–76. (In Russ.)
8. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the knee society clinical rating system. *Clin. Orthop*. 1989;(248):13–14.
9. Putz R. Anatomy and biomechanics of biomechanics of the knee joint. *Radiology*. 1995;35(5):77–86.
10. Gardner DL. The nature and causes of osteoarthritis. *BritMed. J*. 1983;286:418–424.
11. Aweid O, Osmani H, Melton J. Biomechanics of the knee. *Orthopaedics and Trauma*. 2019;3(1):4–19.

ОБ АВТОРАХ

***Семенов Алексей Анатольевич**, кандидат медицинских наук; e-mail: semfeodosia82@mail.ru

Хоминетц Владимир Васильевич, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: khominets_62@mail.ru; SPIN-код: 5174-4433

Гайворонский Иван Васильевич, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru; SPIN-код: 1898-3355

Кудяшев Алексей Леонидович, доктор медицинских наук, доцент; e-mail: a.kudyashev@gmail.com; SPIN-код: 6138-0950

Базаров Иван Сергеевич, старший ординатор; e-mail: dok055@ya.ru

Семенова Анастасия Алексеевна, кандидат медицинских наук; e-mail: nastioxa@mail.ru; SPIN-код: 2429-6876

AUTHORS INFO

***Semenov Alexey A.**, candidate of medical sciences; e-mail: semfeodosia82@mail.ru

Khominets Vladimir V., doctor of medical sciences, professor; e-mail: khominets_62@mail.ru; SPIN-code: 5174-4433

Gaivoronsky Ivan V., doctor of medical sciences, professor; e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru; SPIN-code: 1898-3355

Kudyashev Alexey L., doctor of medical sciences, associate professor; e-mail: a.kudyashev@gmail.com; SPIN-code: 6138-0950

Bazarov Ivan S., senior resident; e-mail: dok055@ya.ru

Semenova Anastasia A., candidate of medical sciences; e-mail: nastioxa@mail.ru; SPIN-code: 2429-6876