

под ред. Ю. П. Лисицина. – Астрахань : БИВЦ «Каспрыба», 1996. – 154 с.

Аксенов Игорь Александрович, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры поликлинической педиатрии с курсом семейной медицины, ГБОУ ВПО «Астраханская государственная медицинская академия» Минздрава России, Россия, 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, д. 121, тел.: (8512) 48-16-39, e-mail: aksenov.i@inbox.ru.

Райский Дмитрий Валерьевич, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры поликлинической педиатрии с курсом семейной медицины, ГБОУ ВПО «Астраханская государственная медицинская академия» Минздрава России, Россия, 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, д. 121, тел.: (8512) 48-16-39, e-mail: d_eden@mail.ru.

УДК 616.728.3-089.28/.29:611.728.3

© А.В. Алабут, В.Д. Сикилинда, А.В. Трясоруков, Н.Б. Клименко, 2013

А.В. Алабут¹, В.Д. Сикилинда¹, А.В. Трясоруков², Н.Б. Клименко²

ВЛИЯНИЕ АНАТОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ВЕЛИЧИНУ МАЛОИНВАЗИВНОГО ДОСТУПА К КОЛЕННОМУ СУСТАВУ

¹ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России

²ФГБОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет»
Ростовский институт, г. Ростов-на-Дону

Исследована анатомия коленных суставов на 30 трупах мужчин и женщин в возрасте от 20 до 64 лет, разного типа телосложения. Выполнены 144 измерения анатомических объектов коленного сустава при длине кожного разреза 7, 9, 11 см, углах сгибания в суставе 100°, 160° и 180°. Выявлены основные факторы, влияющие на доступ и величину разреза, созданы математические модели, учитывающие анатомические особенности доступа во время малоинвазивного эндопротезирования коленного сустава.

Ключевые слова: малоинвазивное эндопротезирование коленного сустава, компьютерное моделирование.

A.V. Alabut, V.D. Sikilinda, A.V. Tryasorukov, N.B. Klimenko

THE INFLUENCE OF ANATOMICAL PARAMETRES ON THE QUANTITY OF MINI-INVASIVE SURGICAL APPROACH TO KNEE-JOINT

The were studied the anatomy of knee-joints of 30 dead bodies of males and females between 20 and 64 years with different body-constitution types. 144 measurements of anatomical objects on knee-joint were made with skin incisions of 7, 9, 11 cm lengths, at angles of knee-joint flexion of 100°, 160° and 180°. Static analysis allowed to create mathematical models defining anatomical properties of surgical approach to knee-joint arthroplasty and prosthesis.

Key words: mathematical modeling, mini-invasive surgical approach, knee-joint arthroplasty.

Введение. Число тотальных эндопротезирований коленного сустава на протяжении последних 20 лет выросло в 3 раза [3]. Постоянно совершенствуются модели коленного сустава с учетом анатомических параметров коленного сустава, биомеханики ходьбы, с применением современных пар трения. Продолжаются дискуссии о необходимости учета гендерных различий, морфотипа и национальных (региональных) особенностей [2]. Исследуются симметричные и ассиметричные варианты конструкций эндопротезов с целью большей адаптации к многообразию форм строения коленного сустава [1].

Цель: оптимизировать предоперационное планирование и совершенствовать технику малоинвазивного эндопротезирования с учетом вариантной анатомии коленного сустава.

Материалы и методы. Исследования выполнены на 30 трупах мужчин и женщин в возрасте от 20 до 64 лет, разного типа телосложения, умерших от причин, не связанных с травмами и заболеваниями области коленного сустава. В ходе анатомического исследования была изучена на трупах послойная анатомия с учетом мобильности мягких тканей на этапах хирургического доступа к коленному суставу при малоинвазивном эндопротезировании, при различных углах сгибания в коленном суставе. Выявлена взаимосвязь размеров операционной раны от антропометрических особенностей пациента.

Разрез кожи выполняли по внутренней поверхности коленного сустава от верхнего полюса

надколенника до бугристости большеберцовой кости без рассечения четырехглавой мышцы бедра прямой и медиальной порции. После вскрытия полости сустава выполняли 144 различных измерения анатомических объектов коленного сустава при длине кожного разреза 7, 9, 11 см, углах сгибания в суставе 100°, 160° и 180°.

Полученные данные подвергались статистической обработке для построения математической модели. С ее помощью на этапах предоперационной подготовки планировалось определить величину кожного разреза, растяжимость кожи и капсульно-связочного аппарата, положение надколенника и угол сгибания в коленном суставе, которые оптимальны для выполнения разных этапов эндопротезирования коленного сустава. Математическая обработка анатомических данных включала в себя выбор антропометрически и технологически значимых факторов для осуществления малоинвазивного доступа к коленному суставу и создание моделей расчета безопасной длины кожного разреза.

Исследование включало в себя следующие этапы:

1. Определение факторов, влияющих на однородность исходной выборки.
2. Оценка степени влияния пола и типа телосложения на статистические характеристики параметров надколенника.
3. Формирование исходных выборок по фактору «тип телосложения».
4. Проверка наличия мультиколлинеарности между антропометрическими факторами-аргументами с целью исключения из моделей автокоррелирующих параметров.
5. Определение параметров регрессионной модели расчета максимального растяжения кожного разреза П10 для каждого типа телосложения при разных углах сгибания коленного сустава.
6. Определение параметров регрессионной модели расчета максимального безопасного растяжения кожного разреза П10 для каждого типа телосложения от параметров надколенника, длины разреза кожи и угла сгибания коленного сустава.
7. Определение зависимости расстояния от нижнего полюса надколенника до бугристости большеберцовой кости R (растяжения собственной связки надколенника) для каждого типа телосложения от параметров надколенника T_n (толщина надколенника), $Ш_n$ (ширина надколенника), $Д_n$ (длина надколенника) и показателей его положения P_n (горизонтальное перемещение в мм), $У_n$ (угол поворота в градусах), P_3 (длины кожного разреза), $У_c$ (угла сгибания коленного сустава) при фиксированных положениях, заданных в исходной выборке, то есть поиск зависимости вида $R-У_c = f(T_n, Ш_n, Д_n, P_n, У_n, P_3)$.
8. Определение параметров зависимости растяжения собственной связки надколенника R для каждого типа телосложения от параметров надколенника T_n , $Ш_n$, $Д_n$ и показателей его положения (горизонтальное перемещение P_n , угол поворота $У_n$ в градусах), длины разреза P_3 , угла сгибания коленного сустава $У_c$ при промежуточных положениях, то есть поиск зависимости вида $R = f(T_n, Ш_n, Д_n, P_n, У_n, P_3, У_c)$.

Результаты исследования и их обсуждение. Установлено, что максимальная растяжимость кожного разреза, не приводящая к повреждению, наблюдается у лиц брахиморфного типа телосложения. Растяжимость значительно выше у лиц молодого возраста от 18 до 43 лет за счет эластичности, а также у лиц старше 79 лет за счет дегенерации тканей, но в большинстве случаев приводит к повреждению кожи. Различий растяжимости кожи у мужчин и женщин не выявлено. Обзор полости коленного сустава зависит от выраженности жирового тела, толщины надколенника, степени пателлофemorального артроза. Смещаемость и растяжимость собственной связки надколенника значительно ниже по сравнению с кожей, однако она увеличивается при повороте надколенника на угол 45° и 90° и составляет от 1,1 до 2,2 см, соответственно. Максимальный разворот надколенника при доступе не превышает 90–100°. При попытке развернуть надколенник на больший угол происходит ее отрыв от надколенника или бугристости большеберцовой кости. Растяжимость и смещаемость надколенника также зависят от угла сгибания в коленном суставе. При изменении угла от 100 до 160° растяжимость собственной связки надколенника увеличивается в среднем на 0,3 см. А при сгибании от 160 до 180° максимально увеличивается нагрузка на собственную связку надколенника и ее длина. Величина кожного разреза пропорционально зависит от размеров мышелка бедренной кости, а также размеров бедренного и большеберцового компонентов эндопротеза.

На первом этапе математического моделирования определяли факторы, влияющие на однородность исходной выборки. Гендерных различий в выборке не выявлено. При оценке анатомических параметров надколенника значимым является тип телосложения. Установлено, что средние значения по выборкам варьируют относительно среднего значения общей выборки в пределах 10 %, а коэффициент вариации изменяется в значительно большем диапазоне.

Для выбора факторов, наиболее выражено влияющих на фактор-функцию – растяжение кожного разреза (П10) или растяжение собственной связки надколенника (R) использован пошаговый метод регрессионного анализа. В результате для каждого типа телосложения была сформирована исходная выборка данных. В результате расчетов была получена достаточно достоверная аналитическая регрессионная зависимость для пациентов с мезоморфным типом телосложения. Вид зависимости: $R = -0,001385U_c + 0,0103U_n + 0,951P_n + 0,1726P_z + 0,7712T_n + 1,7949Ш_n + 0,08902Д_n + 0,2281$, коэффициент корреляции (достоверности аппроксимации) = 0,7824. Максимальное отклонение значений R, рассчитанных по аналитической зависимости, от фактических значений составляет 11 %, среднее отклонение – 3,5 %.

Для брахиморфного типа телосложения вид полученной регрессионной зависимости приведен ниже: $R = -0,00228U_c + 0,0116U_n + 0,072P_n - 0,1495P_z - 0,232T_n + 0,2298Ш_n + 1,1696Д_n + 0,4631$, коэффициент корреляции r (достоверности аппроксимации) = 0,757. Максимальное отклонение значений R, рассчитанных по аналитической зависимости, от фактических значений составляет 15 %, среднее отклонение – 3,5 %.

Далее была получена достаточно достоверная аналитическая регрессионная зависимость для пациентов с долихоморфным типом телосложения. Вид зависимости:

$R = -0,001351U_c + 0,01625U_n + 0,968P_n + 0,0533 P_z - 0,3574 T_n + 0,603 Ш_n - 0,1554 Д_n + 2,809$, коэффициент корреляции R (достоверности аппроксимации) = 0,7741. Максимальное отклонение значений R, рассчитанных по зависимости, – 13 %, среднее отклонение – 4,1 %.

Выводы:

1. На этапах предоперационного планирования одним из основных анатомических объектов, влияющих на величину кожного разреза и доступ к коленному суставу, является надколенник, пол пациента на параметры надколенника не влияет.

2. В группе пациентов мужского пола имеет место прямая зависимость между всеми параметрами надколенника.

3. Тип телосложения является определяющим для параметров надколенника. У лиц брахиморфного типа телосложения определяются наибольшие размеры надколенника. У лиц мезоморфного типа телосложения параметры надколенника меньше по сравнению с брахиморфами и больше по сравнению с долихоморфами.

4. Максимальное увеличение кожного разреза на основании анатомических и статистических исследований может быть представлено в виде формулы $П10 = f(U_c, P_z, T_n, Ш_n, Д_n)$. Переменными значениями зависимости являются параметры надколенника, тип телосложения, величина кожного разреза, угол сгибания в коленном суставе.

5. Растяжимость собственной связки надколенника на этапах хирургического доступа может быть представлена в виде формулы $R = f(T_n, Ш_n, Д_n, P_n, U_n, P_z, U_c)$.

6. Выполненный статистический анализ позволил сформировать алгоритм и создать компьютерную программу предоперационного планирования эндопротезирования коленного сустава.

Список литературы

1. Bellemans, J. The John Insall Award : Both morphotype and gender influence the shape of the knee in patients undergoing TKA / J. Bellemans, K. Carpentier, H. Vandenuecker et al. // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2010. – Vol. 468, № 1. – P. 29–36.
2. Bindelglass, D. F. Carrent concepts review: symmetry versus asymmetry in the design of total knee femoral components – an unresolved controversy / D. F. Bindelglass, L. D. Dorr // J. Arthroplasty. – 1998. – Vol. 13, № 8. – P. 939–944.
3. Kurtz, S. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030 / S. Kurtz, K. Ong, E. Lau et al. // J. Bone Joint Surg. Am. – 2007. – Vol. 89. – P. 780–785.

Алабут Анна Владимировна, кандидат медицинских наук, заведующая отделением ортопедии и реконструктивно-пластической хирургии клиники ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, д. 29, тел: (863) 201-43-90, e-mail: alabut@mail.ru.

Сикилинда Владимир Данилович, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, д. 29, тел: (863) 201-43-90, e-mail: okt@rostgmu.ru.

Трясоруков Александр Иванович, старший преподаватель кафедры математики, ФГБОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет» Ростовский институт, Россия, 344030, г. Ростов-на-Дону, ул. Тургеневская, д. 49, тел: (863) 240-44-20, e-mail: filrostov@rsute.ru.

Клименко Наталья Борисовна, доцент кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет» Ростовский институт, Россия, 344030, г. Ростов-на-Дону, ул. Тургеневская, д. 49, тел: (863) 240-44-20, e-mail: filrostov@rsute.ru.

УДК 616.728.3-073-089.28/.29:611.728.3

© А.В. Алабут, В.Д. Сикилинда, А.В. Трясоруков, Н.Б. Клименко, 2013

А.В. Алабут¹, В.Д. Сикилинда¹, А.В. Трясоруков², Н.Б. Клименко²

АНАТОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЛОИНВАЗИВНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

¹ГБОУ ВПО Ростовский государственный медицинский университет Минздрава России

²ФГБОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет»
Ростовский институт, г. Ростов-на-Дону

Проведены анатомические исследования коленных суставов на 30 трупах мужчин и женщин в возрасте от 20 до 64 лет, разного типа телосложения. Выполнены 144 измерения анатомических объектов коленного сустава при длине кожного разреза 7, 9, 11 см, углах сгибания в суставе 100°, 160° и 180°. Проведенный статистический анализ позволил сформировать алгоритм и создать компьютерную программу для предоперационного определения минимально возможной величины кожного разреза, анатомических особенностей доступа во время малоинвазивного эндопротезирования коленного сустава на основании типа телосложения, размеров надколенника, типа и предполагаемого размера эндопротеза.

Ключевые слова: малоинвазивное эндопротезирование коленного сустава, компьютерное моделирование, предоперационное планирование.

A.V. Alabut, V.D. Sikilinda, A.V. Tryasorukov, N.B. Klimenko

THE ANATOMIC INVESTIGATIONS AND COMPUTER MODELLING OF MINI-INVASIVE ENDOPROSTHESIS REPLACEMENT OF KNEE JOINT

There were performed anatomical studies of the knee at 30 corpses of men and women aged 20 to 64 years, with different body type. There were made 144 measurements of anatomical objects of the knee, skin incision with length of 7, 9, 11 cm, the bending angles of the joint 100°, 160° and 180°. The statistical analysis allowed to form and create computer programm for preoperative determination of the minimum possible size of the skin incision, anatomical features of access during mini-invasive endoprosthesis replacement of knee joint based on body type, size of the patella, type and size of the intended implant.

Key words: mini-invasive replacement of knee joint, computer modelling, preoperative planning.

Введение. Если минимально инвазивное эндопротезирование тазобедренного сустава с успехом используется ортопедами-травматологами уже около 10 лет [1], а авторы отмечают клиническую перспективность данного направления, то эндопротезирование коленного сустава еще не получило признания. Минимально инвазивное эндопротезирование коленного сустава находится в стадии разработки [2]. Повышение качества жизни на основании сокращения сроков реабилитации и улучшение экономических показателей стационаров за счет снижения длительности госпитализации являются основными движущими факторами во внедрении малотравматичных оперативных вмешательств.

Цель: совершенствовать технику малоинвазивного эндопротезирования коленного сустава. На основании анатомических исследований создать математическую модель и компьютерную программу предоперационного планирования малоинвазивного эндопротезирования коленного сустава, учитывающую антропометрические данные пациента, тип и размер эндопротеза и позволяющую рассчитать минимальный кожный разрез и максимальную растяжимость раны во время операции.

Материалы и методы. Анатомические исследования коленных суставов выполнены на 30 трупах мужчин и женщин в возрасте от 20 до 64 лет, разного типа телосложения, умерших от при-