

Мягкотканый Баланс При Тотальном Эндопротезировании Коленного И Тазобедренного Суставов

М. Ю. Каримов, Н. У. Исмаилов, С. Б. Мадрахимов, Ш. Т. Мамажонов
Ташкентская медицинская академия, Узбекистан

Резюме: В данной статье, обсуждаются ключевые аспекты достижения мягкотканого баланса при тотальном эндопротезировании коленного и тазобедренного суставов, которые являются критически важными для успеха операций, направленных на устранение боли и восстановление функции у пациентов с тяжелыми заболеваниями суставов. Авторы подчеркивают, что, хотя мягкотканый баланс при тотальном эндопротезировании коленного сустава хорошо изучен и реализуется через методы измеренной резекции и балансировки зазоров, подходы к балансировке мягких тканей в тотальной замене тазобедренного сустава остаются менее разработанными. В статье подчеркивается важность правильного позиционирования компонентов и реставрации биомеханики, а также бережного подхода к мягким тканям во время операции для снижения риска вывихов и восстановления функции нативной суставной капсулы.

Также, описывается систематический подход к предоперационному планированию и интраоперационной оценке, который необходим для оптимизации стабильности и достижения благоприятных клинических результатов и заключается утверждением о необходимости дальнейших исследований и развития новых технологий для повышения эффективности тотального эндопротезирования, что в итоге приведет к улучшению качества жизни пациентов и долговечности имплантатов.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование, коленный сустав, тазобедренный сустав, мягкотканый баланс.

Введение

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) и тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТС) являются одними из наиболее часто выполняемых ортопедических операций, направленных на облегчение боли и восстановление функции у пациентов с тяжелыми заболеваниями суставов, такими как остеоартрит и ревматоидный артрит. Успех этих процедур в значительной степени зависит от достижения правильного баланса мягких тканей, который обеспечивает стабильность сустава, оптимальный диапазон движений и общее удовлетворение пациента. Баланс мягких тканей включает в себя баланс мышц, связок и сухожилий, окружающих сустав, для восстановления естественного состояния, в котором они находились до дегенеративного поражения.

При ТЭКС баланс мягких тканей хорошо изучен как критический фактор, влияющий на результаты. Такие методы, как измеренная резекция и балансировка зазоров, используются для обеспечения правильного натяжения мягких тканей, что напрямую влияет на механическую нагрузку на протезируемый сустав и результаты, о которых сообщают пациенты. Использование передовых технологий, включая кинетическую сенсорную

балансировку, еще больше повысило точность и надежность достижения баланса мягких тканей при эндопротезировании коленного сустава.

И наоборот, при эндопротезировании тазобедренного сустава традиционно основное внимание уделяется расположению компонентов и восстановлению биомеханики, при этом балансу мягких тканей уделяется меньше внимания. Однако недавние исследования показывают, что баланс мягких тканей при эндопротезировании тазобедренного сустава не менее важен. Правильное натяжение мягких тканей бедра может снизить частоту вывихов и восстановить стабилизирующую функцию собственной суставной капсулы. Это включает в себя не только правильное расположение вертлужной впадины и бедренной кости, но и бережное обращение с окружающими мягкими тканями и их подгонку под новый искусственный сустав.

По мере того как население стареет, а количество процедур эндопротезирования продолжает расти, хирурги-ортопеды все больше нуждаются в понимании тонкостей, связанных с достижением баланса мягких тканей при эндопротезировании как коленного, так и тазобедренного суставов. Цель этого обзора - дать всесторонний обзор современных знаний и методов поддержания баланса мягких тканей при ТЭКС и ТЭТС. В нем будут рассмотрены анатомические особенности, предоперационное планирование, интраоперационные методы и роль передовых технологий в улучшении баланса мягких тканей, что в конечном итоге приведет к улучшению результатов лечения и удовлетворенности пациентов.

Мягкотканый баланс при тотальном эндопротезировании коленного сустава: современная концепция

Коленный сустав - самый большой и один из самых сложных суставов в человеческом теле и имеет важную роль для передвижения и других важных функциональных действий в повседневной жизни 1, 2. Учитывая сложность сочленения и высокие нагрузки, очевидно, что коленный сустав более подвержен травмам и дегенеративным изменениям, которые могут привести к остеоартриту (ОА). Остеоартрит является ведущей причиной инвалидности во всем мире, при этом ОА коленного сустава составляет примерно 80% от общего количества всех ОА-заболеваний 3, 4. Распространенность симптоматического ОА коленного сустава увеличивается с возрастом и поражает 33% населения развитых стран старше 65 лет. Более трех четвертей людей старше 75 лет имеют рентгеноположительный ОА коленного сустава. У людей в возрасте 55 лет 10% страдают болезненным, приводящим к инвалидизации ОА коленного сустава, при этом четверть из них имеют тяжелую инвалидность 5, 6.

Со временем распространенность ОА коленного сустава продолжает увеличиваться, но также и увеличивается потребность в мобильности и качестве жизни. Доступ к эффективным методам лечения становится все более важным 7. Консервативные подходы, которые могут уменьшить боль в коленном и улучшить функцию, включают похудение, модификацию физической активности, лечебную физкультуру, упражнения для укрепления суставов и подвижности 8-10. Стоит отметить, что потеря веса значительно уменьшает боль в коленном суставе, улучшает функцию и снижает скорость разрушения суставного хряща 11. Фармакологические средства для облегчения боли включают простые пероральные анальгетики, нестероидные противовоспалительные препараты, хондропротекторы и инъекционные методы лечения, включая кортикостероиды, гиалуроновую кислоту и биологические агенты, такие как обогащенная тромбоцитами плазма 8, 9, 12-14 Однако при конечных стадиях остеоартрита все вышеуказанные методы лечения являются малоэффективными и достаточно затратными в длительном аспекте, и золотым стандартом в таком случае является замена коленного сустава. 12

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) произвело настоящую революцию в ортопедии, а именно в улучшении качества жизни пациентов, страдающих 3-4 стадией остеоартрита (ОА) коленного сустава. ТЭКС обеспечивает более значительные клинически значимые улучшения показателей как коленного сустава, так и общего качества жизни пациента 34-38, чем любое другое лечение конечных стадий ОА коленного сустава.

Метаанализ 19 исследований с минимальным трехлетним наблюдением показал, что послеоперационное качество жизни превосходило предоперационные уровни в качественном и количественном анализе 38, особенно при изучении боли, функций коленного сустава и удовлетворенности пациентов. Рандомизированное исследование с участием 100 пациентов, сравнивавшее ТЭКС с включенным нехирургическим лечением (таким как физиотерапия, лечебные физические упражнения и диета) по сравнению только с нехирургическим лечением, выявило значительные улучшения в оценке Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS 4; скорректированная средняя разница, 15,8 балла из 100 [95% доверительный интервал, 10,0 до 21,5 39]. Из нехирургической группы 26% были проведены ТЭКС в течение 12-месячного периода исследования. Однако в исследовании было отмечено, что пациенты в хирургической группе имели более высокий уровень осложнений.

С начала эпохи ТЭКС в конструкцию было внесено множество изменений и улучшений, чтобы лучше воспроизвести естественную биомеханику коленного сустава 5. Несмотря на эти улучшения, 15-20% пациентов по-прежнему недовольны результатом данной хирургической процедуры 2,3; часто это выявляется в виде болей или каких-либо функциональных нарушений. Довольно часто именно отсутствие мягкотканного баланса имеет решающее значение в появлении остаточной боли и снижении общей удовлетворенности пациентов операцией. Данная категория пациентов после ТЭКС имеют более низкое качество жизни и более высокое экономическое бремя на ресурсы здравоохранения 4. Иногда этим пациентам требуется повторная операция, чтобы облегчить их симптомы и улучшить качество жизни и функции. Ревизионный ТЭКС является колоссальной проблемой, которая затрагивает в первую очередь пациентов, но также и ортопедов, и всю систему здравоохранения. С увеличением числа операций по эндопротезированию суставов, впоследствии будет увеличиваться и количество ревизионных операций. В 2010 году только в Соединенных Штатах Америки было проведено более 55 000 ревизионных операций ТЭКС, на что больничные расходы составили 2,7 миллиарда долларов. По прогнозам, к 2030 году эта цифра составит 13 миллиардов долларов в год 5. Учитывая, что общее количество операций ТЭКС, по прогнозам, к 2030 году составит 3,48 миллиона в год, экономическое бремя, вызванное ревизионным ТЭКС, будет огромным. Продолжаются исследовательские работы по устранению или уменьшению основных причин ревизионных операций, чтобы повлиять на исходы и качество жизни пациентов, а также существенно снизить экономическое бремя.

Одной из трех наиболее распространенных причин ревизионных ТЭКС является нестабильность коленного сустава 6,7. Примерно 63% неудачных ТЭКС происходят в первые 5 лет после операции 8. Из этих неудач, которые происходят в первые 5 лет, 35% из них могут быть связаны с нарушением мягкотканного баланса 9. Правильный и оптимальный баланс считается необходимым условием для достижения хорошего функционального результата и долгосрочной выживаемости замененного сустава после ТЭКС. До сих пор неясно, каков же оптимальный баланс мягких тканей для продолжительной службы эндопротеза и максимальной удовлетворенности пациента, поскольку это может отличаться в зависимости от различных факторов. В литературе четко определены свойства неартритического коленного сустава, и конечной целью всей системы ТЭКС является воспроизведение функциональных свойств именно не патологического коленного сустава.

Мягкотканная оболочка коленного сустава, состоящая из связок, сухожилий и капсулы, играет решающую роль в стабилизации сустава при различных условиях нагрузки, а также в движении коленного сустава 59-63. Естественное натяжение этих мягких тканей определяется их конечной длиной и относительной жесткостью в конце периода созревания скелета. Ранее считалось, что контрактура связок является частью прогрессирования ОА, однако, особенно при медиальном ОА, на самом деле было показано, что данного феномена не происходит 15, 16. В начальных стадиях ОА связки, прилегающие к пораженному артритом отделу тибιοфemorального компартмента, становятся относительно слабыми. В тяжелых случаях потеря связок на контралатеральной стороне суставной щели также может

ослабнуть. Это приводит к нестабильности сустава, что ускоряет патологические процессы ОА 17. Даже после ТЭКС изменения в мягких тканях могут также повлиять на изометричность и натяжение мягкотканых структур, изменяя баланс коленного сустава при различных положениях сгибания и разгибания.

Широко распространено мнение, что достижение хорошего баланса связок является важной предпосылкой для успешного исхода после ТЭКС 18. В дополнение к тому, что выравнивание важно для предотвращения преждевременного износа эндопротеза 19, достижение мягкотканого баланса как в коронарной, так и в сагиттальной плоскостях уменьшает асимметричный износ полиэтилена и снижает риск расшатывания эндопротеза 70. Неправильное натяжение мягких тканей может привести к нестабильности сустава (патологическая слабость) или, наоборот, к тугоподвижности (патологическое натяжение) 20.

В течение нескольких десятилетий основополагающим принципом ТЭКС было создание сбалансированных промежутков разгибания и сгибания для создания симметричных нагрузок на отдельные участки на всем диапазоне движений. Важные хирургические этапы включают в себя 21, 22:

1. достижение коронарного баланса путем создания прямоугольных промежутков при натяжении (разгибание и сгибание при 180° и 90° соответственно);
2. достижение сагиттального баланса путем создания равных по толщине (разгибание и сгибание при 180° и 90° соответственно);
3. восстановление отката бедренной кости (femoral rollback) для максимального сгибания и оптимизации биомеханических преимуществ разгибательного механизма;
4. восстановление нормального трекинга надколенника в пателлофemorальном отделе.

Обоснование для достижения коронарного и сагиттального баланса заключается в минимизации аномальных нагрузок на поверхность сопряжения протеза и оптимизации стабильности. Однако идеально симметричный баланс, который считался важным для восстановления физиологической функции при ТЭКС, обычно отсутствует в анатомически нормальном коленном суставе. Внутренняя боковая связка (ВБС), которая контролирует вальгусную стабильность, более жесткая, чем наружная боковая связка (НБС), хотя существует значительная индивидуальная вариабельность. Латеральная слабость промежутка больше, чем медиальная, особенно при сгибании 23, 24. Повышенная латеральная слабость способствует откату латерального мыщелка бедренной кости и сопровождается внутренней ротацией большеберцовой кости при сгибании колена. Внутренняя ротация большеберцовой кости при сгибании происходит вокруг медиального отдела и называется “медиальным шарниром”.

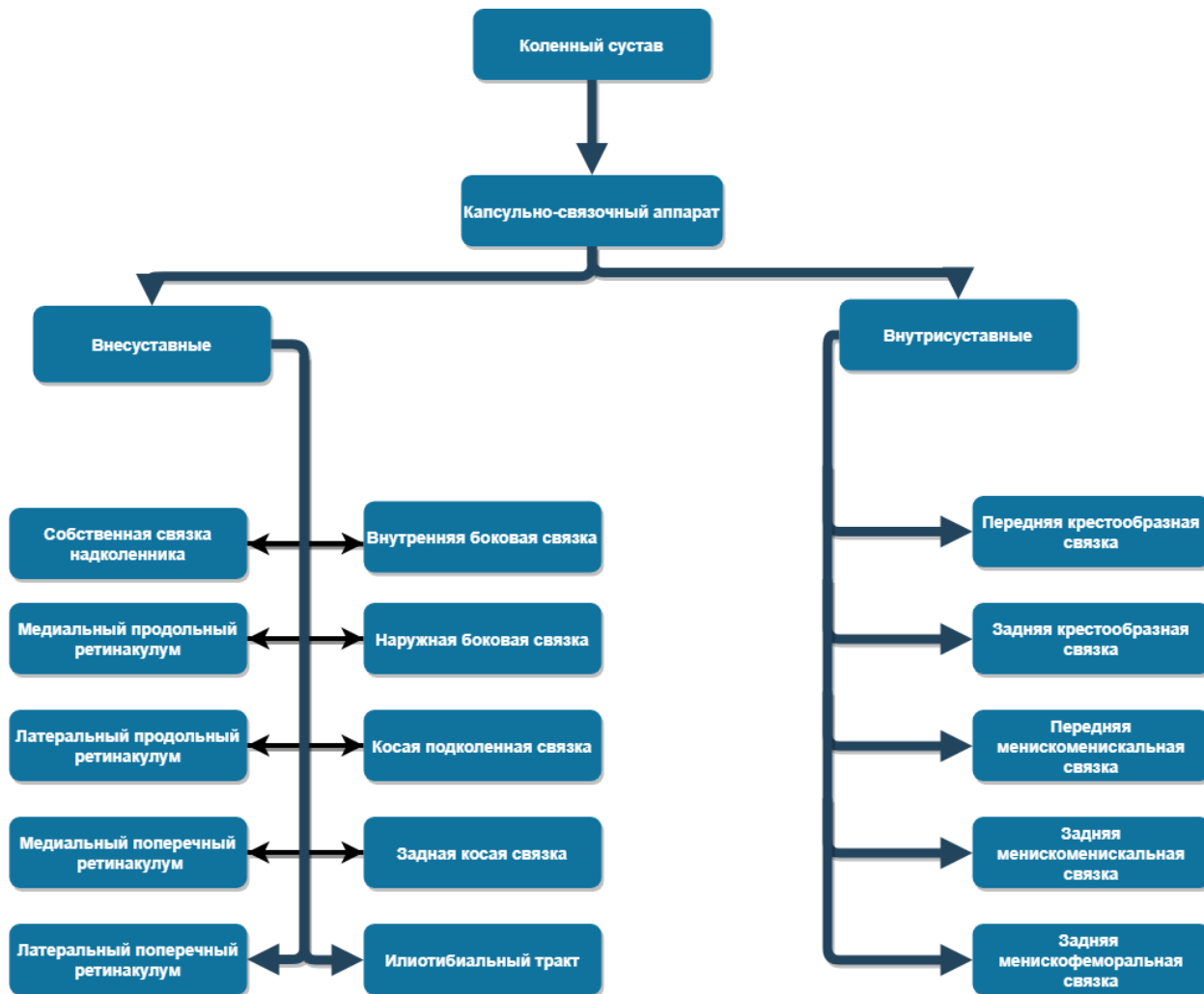


Рис 1. Обзор внутрисуставных и внесуставных связок коленного сустава.

Методы оценки мягкотканного баланса при ТЭКС

Возможно, наиболее субъективным компонентом операции ТЭКС является оценка баланса мягких тканей. Точные результаты оценки необходимы для того, чтобы решить, когда и как следует проводить балансировку мягких тканей. Оценка мягкотканного баланса во время ТЭКС проводится после удаления остеофитов, поскольку они могут излишне натягивать связки, сухожилия и капсульные структуры. Мануальная оценка на растяжимость связок является наиболее распространенным методом оценки мягкотканного баланса у хирургов во время ТЭКС. Ортопед-хирург прикладывает варусные и вальгусные нагрузки к коллатеральным связкам с помощью пробных имплантатов или специальных блоков. Определяется наличие асимметрии промежутка в различных положениях сгибания коленного сустава 26. Большинство специалистов считают удовлетворительной разницу в разгибании от одного до двух миллиметров между медиальной и латеральной сторонами в разных положениях сгибания. Однако проблема, связанная с этим методом, заключается в потенциальной значительной вариабельности методики оценки, применяемой силы и интерпретации результатов.

Другим методом оценки мягкотканного баланса является использование тензорных устройств, которые отдаляют друг от друга суставные промежутки при разгибании и сгибании, чтобы определить наличие асимметрии 27. Так называемые тензоры требуют приложения дистракционной силы. Некоторые тензорные устройства оснащены измерителем крутящего момента, который измеряет угловое отклонение, а также расстояние дистракции.

На момент написания данной работы имеется недостаточно данных о том, что же считается адекватным “натяжением” мягких тканей при ТЭКС. При использовании тензометров может

наблюдаться значительная вариабельность полученных результатов. Силы в точке перехода натяжения значительно различаются при разгибании и сгибании для обоих компартментов коленного сустава. Кроме того, давление, превышающее 60 Ньютонов, приводит к чрезмерному натяжению мягких тканей. Альтернативой вышеуказанным методам является достаточно простой метод, осуществляемый ламинарным расширителем. Ламинарные расширители обладают рядом преимуществ, которые упрощают балансировку мягких тканей во время ТЭКС. 28 Во-первых, они обеспечивают превосходную визуализацию всего суставного пространства, позволяя ортопедам-хирургам более точно контролировать баланс мягких тканей во всем диапазоне движений коленного сустава.

Конструкция ламинарных расширителей способствует равному натяжению как медиальных, так и латеральных мягких тканей, обеспечивая симметричный промежуток для сгибания и разгибания коленного сустава. Такой баланс значительно снижает риск смещения имплантата, нестабильности и раннего износа.¹²⁶⁻¹²⁸ В отличие от традиционных методов воздействия, ламинарные расширители более объективны, доступны и сводят к минимуму травму мягких тканей.¹³¹ Эти свойства в сочетании с их полезностью для точной балансировки мягких тканей делает данный инструмент более ценным во время ТЭКС.

Мягкотканый баланс при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава

Широко распространено мнение, что баланс мягких тканей является неотъемлемой частью успешного тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС); кадаверный, биомеханический и хирургический анализы продемонстрировали необходимость надлежащего баланса мягких тканей, независимо от того, используются ли методы размеренной резекции или балансировки промежутков ^{29, 30}. С появлением новых технологий важность балансировки мягких тканей, связанной с ТЭКС, возросла. В нескольких исследованиях сообщалось, что использование кинетической сенсорной балансировки снижает механическую нагрузку на искусственные суставы и улучшает как клиническую эффективность, так и удовлетворенность пациентов ^{4,5}.

Несмотря на хорошо известную важность балансировки мягких тканей при ТЭКС, в ТЭТС такой балансировке не уделялось особого внимания. Успешное проведение ТЭТС в основном сосредоточено на 2 принципах: (1) позиционировании компонентов (антеверзия вертлужной впадины, наклон вертлужной впадины и бедренная антеверзия) и (2) восстановлении биомеханики бедра (восстановление центра вращения бедра, длины конечности и оффсета) ^{31, 32}. Балансировка мягких тканей и эти основные принципы неразрывно связаны в ТЭТС. Тем не менее, балансировка мягких тканей и восстановление капсул в ТЭТС не являются тривиальными; при правильном выполнении балансировка мягких тканей может снизить частоту вывихов и восстановить стабилизирующую функцию суставной капсулы ^{33, 34}.

Соответствующая реконструкция должна одновременно учитывать положение компонентов, восстановление биомеханики и баланса мягких тканей. Успешная балансировка мягких тканей при ТХА предполагает приведение окружающих сухожилий, связок и мышц к функциональному и сбалансированному напряжению, аналогичному состоянию до артрита, при одновременном сохранении биомеханики и стабильности.

Незначительные нарушения в архитектуре мягких тканей тазобедренного сустава могут быть не замечены без тщательного предоперационного обследования и детальной интраоперационной оценки. Например, костное происхождение капсулярных связок, особенно подвздошно-бедренной, может проявлять значительную анатомическую вариабельность, что требует уникального подхода для достижения оптимальных результатов ³⁶. В этой статье подробно рассматривается анатомия мягких тканей тазобедренного сустава и предлагается систематический подход к предоперационному планированию, интраоперационной оценке и лечению мягких тканей во время операции. Правильное обращение с мягкими тканями может оптимизировать и обеспечить воспроизводимую стабильность, а также благоприятные клинические результаты.

Капсульные связки и отдельные группы мышц доминируют в мягких тканях бедра и классифицируются в зависимости от их функциональной роли. Вокруг тазобедренного сустава расположены 3 важнейшие капсульные связки, которые стабилизируют сустав при выполнении полного диапазона движений 37. Подвздошно-бедренная связка (Y-образная связка Бигеллоу) проходит от передней нижней ости подвздошной кости до межвертельной выемки бедра. Подвздошно-бедренная связка, считающаяся самой прочной и крупной связкой передней капсулы бедра, поддерживает сустав во время наружного вращения и разгибания 38. Передняя капсула также включает в себя лобково-бедренную связку, которая ограничивает отведение и внешнюю ротацию при разгибании. Третьей основной связкой капсулы тазобедренного сустава является седалищно-бедренная связка, которая проходит через тазобедренный сустав кзади от седалищной кости до задней межвертельной линии. Седалищно-бедренная связка в основном функционирует для ограничения внутренней ротации, сгибания и приведения в движение. Наконец, круговая зона (или кольцевая связка), круглая связочная структура, окружающая проксимальную часть шейки бедра, помогает поддерживать стабильность сустава при разгибании и сгибании тазобедренного сустава 38. Вместе эти 4 связочные структуры служат основными стабилизаторами тазобедренного сустава во время полного движения бедра (рис. 1). Несмотря на то, что анатомические различия в расположении костей были отмечены во всех основных связках бедра, подвздошно-бедренная связка отличается наибольшей вариабельностью и должна быть тщательно оценена во время операции 36. К передней капсуле прикреплена подвздошная капсула, которая, как предполагается, подтягивает переднюю капсулу во время вращения для повышения стабильности, особенно при диспластических деформациях таза 39. Мышцы тазобедренного пояса составляют еще один важный компонент анатомии мягких тканей бедра; они сгруппированы в соответствии с функциональными возможностями посредством 6 основных движений бедра: сгибания, разгибания, приведения, отведения, внутреннего вращения и внешнего вращения.

Сгибание и разгибание бедра

Двумя самыми сильными сгибателями тазобедренного сустава являются подвздошно-поясничная мышца и прямая мышца бедра 40. Другие мышцы, участвующие в сгибании бедра, включают портняжную мышцу, латеральную фасцию, длинную приводящую мышцу и грудную мышцу. Разгибание бедра достигается в основном за счет большой ягодичной мышцы, большой приводящей мышцы бедра и трех настоящих мышц подколенного сухожилия (полусухожильной, полуперепончатой и длинной головки двуглавой мышцы бедра).

Приведение и отведение бедра

В приведении бедра участвуют несколько мышц, в том числе грудная мышца, тончайшая и приводящие мышцы (короткая, длинная и большая). Двуглавая мышца бедра, большая ягодичная мышца, квадратная мышца бедра и наружный запирающий также участвуют в приведении 40. Отведение бедра контролируется тремя основными мышцами: средней ягодичной мышцей, малой ягодичной мышцей и большой ягодичной мышцей бедра. Вторичное отведение обеспечивается грушевидной мышцей, портняжной мышцей и прямой мышцей бедра.

Вращение тазобедренного сустава

Наружное вращение тазобедренного сустава в основном опирается на самую крупную мышцу бедра - большую ягодичную мышцу. 6 коротких наружных вращателей (грушевидная мышца, верхняя и нижняя близнецовая мышцы, внутренняя запирающая мышца (верхняя близнецовая мышца, нижняя близнецовая мышца и внутренняя запирающая мышца образуют соединенное сухожилие), внешняя запирающая мышца и квадратная мышца бедра) также участвуют в наружном вращении. Интересно, что здесь нет мышц, которые бы в первую очередь отвечали за внутреннее вращение. Вместо этого используются малая ягодичная мышца; средняя ягодичная мышца; мышца натягивающая широкую фасцию;

коротка, длинная и большая приводящие мышцы, а также гребенчатая мышца (все они выполняют альтернативные функции) вместе выполняют внутреннее вращение бедра 40. Классификация мышц, окружающих бедро, по функциональным группам помогает выявить источники слабости во время клинического обследования и источники контрактур мягких тканей во время операции. Тщательная предоперационная оценка должна определить, какие мягкие ткани могут потребовать интраоперационного расслабления для достижения стабильности и восстановления биомеханики бедра.

Предоперационная клиническая оценка

Перед любым хирургическим вмешательством необходимо собрать подробный анамнез. Симптомы, перенесенные ранее операции и травмы пациента могут дать важное представление о сложности предстоящего лечения. История болезни также может содержать подробную информацию о том, какие дополнительные процедуры могут потребоваться во время операции (например, удаление аппаратных средств или рассасывание мягких тканей). Сгибательные контрактуры или наружные ротационные контрактуры часто становятся очевидными, поскольку пациенты сообщают о наклоне вперед при ходьбе (сгибательная контрактура) или невозможности надеть обувь и носки (наружная ротационная контрактура). Пациенты часто сообщают о любых несоответствиях в длине ног до операции, и очень важно обсудить это с пациентом перед операцией. Необходимо собрать подробную хирургическую историю, включая другие операции на нижних конечностях и позвоночнике. Недавно было проведено значительное исследование, посвященное пониманию взаимосвязи позвоночника и таза, однако это выходит за рамки данного обзора 40, 41. Тщательное физическое обследование имеет решающее значение и должно проводиться в соответствии с историей болезни пациента. Выбор любого хирургического метода, который использовался ранее, должен основываться на местоположении предыдущего разреза.

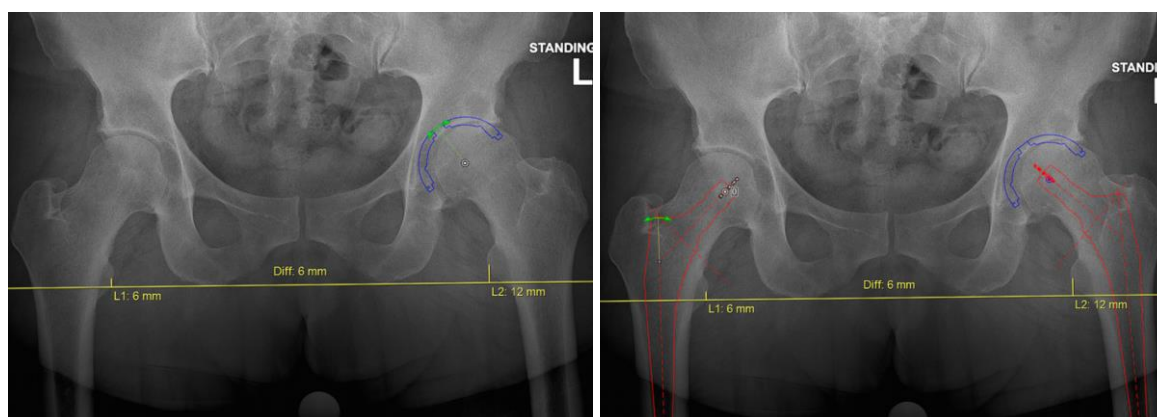


Рис 2. Переднезадние обзорные рентгенограммы таза. Предоперационное планирование расположения вертлужного и бедренного компонентов

Положение вертлужного компонента

При установке имплантата необходимо учитывать несколько факторов. Для уменьшения реактивных усилий в суставе необходимо расположить вертлужный компонент медиально по отношению к медиальной стенке вертлужной ямки. Чрезмерная медиализация может препятствовать восстановлению оффсета бедра у пациентов со значительным смещением бедренной кости в нативном направлении. Однако дисплазия может предрасполагать к поднятию вертлужной впадины и центра бедра, что может привести к уменьшению напряжения отводящего комплекса и уменьшению смещения. Безопасная зона Левиннека является хорошо изученной зоной для позиционирования компонентов вертлужной впадины и является подходящей отправной точкой. Эта безопасная зона классически описывается как $40^\circ \pm 10^\circ$ отведения и $15^\circ \pm 10^\circ$ антеверзии. Недавние исследования показали, что стабильность является многофакторным, и соблюдение безопасной зоны Левиннека само по себе не гарантирует стабильности 42, 43, включая исследование, проведенное Абделем и

соавторами. в котором у большинства пациентов с вывихами бедра компоненты находились в безопасной зоне 43. Оценка положения вертлужной впадины с учетом натяжения мягких тканей, положения бедренного компонента и других особенностей пациента должна быть приоритетной, а не полностью зависеть от безопасной зоны Левиннека. Интраоперационные рентгенограммы могут быть чрезвычайно важны для оценки расположения вертлужного и бедренного компонентов.

Положение и оффсет бедренного компонента

Существует несколько типов оффсетов, которые следует учитывать при оценке расположения компонентов. В традиционной форме боковой оффсет или смещение бедренной кости измеряется от центра головки бедренной кости до центра бедренного канала. Смещение бедренной кости должно быть восстановлено точно, особенно у пациенток невысокого роста; однако в некоторых случаях, таких как эрозия головки бедренной кости или дисплазия, незначительное увеличение смещения бедренной кости обеспечивает дополнительную стабильность. Передний оффсет, чаще называемое комбинированным антеверзия, важен для стабильности и должно составлять от 25° до 50°. Комбинированная антеверзия включает в себя антеверзию бедра, которая должна составлять от 10° до 20°, а также антеверзию вертлужной впадины, которая должна составлять от 15° до 25°. Оффсет бедренной кости может быть восстановлен с помощью удлиненной ножки бедренной кости у пациентов с большим естественным смещением. Если для стабильности требуется дополнительная латерализация, можно использовать латерализованную шейку; однако это не способствует истинному смещению бедра, поскольку центр бедра также латерализован. Что касается расположения бедренного компонента, то стержень, расположенный в варусной плоскости, увеличит оффсет восстановленной кости и потенциально может увеличить риск расшатывания. У пациентов с врожденной патологией или вторичным артритом, которые приводят к укорочению отводящего комплекса, узкому бедренному каналу и чрезмерному сгибанию бедра вперед, следует использовать модульные имплантаты с несколькими вариантами длины шейки и возможностью независимого регулирования длины шейки. В редких случаях для восстановления натяжения мягких тканей при дряблости отводящих мышц или сложных деформациях могут быть использованы такие вмешательства, как остеотомия вертела со скольжением.

Восстановление стабильности

Для повышения стабильности диаметр головки бедренной кости должен составлять 36 мм, если это возможно благодаря вкладышу достаточной толщины (от 4 до 5 мм) 41,42, чтобы увеличить диапазон движений до импинчмента шейки бедренной кости с оболочкой вертлужной впадины. У пациентов с повышенным риском нестабильности (например, у пациентов с аномалиями тазового дна) следует рассмотреть возможность использования вкладышей с двойной подвижностью в сочетании со специальными вертлужными имплантатами 43.

Импинчмент при ТЭТС может быть многофакторным в результате расположения имплантата, выступов кости или мягких тканей. Если смещение связано с имплантатом, то положение компонентов следует скорректировать, чтобы увеличить диапазон движений до смещения. Смещение кости часто происходит из-за остеофитов вертлужной впадины, особенно передних и нижних остеофитов, которые требуют удаления. У пациентов с минимальным врожденным смещением бедренной кости следует оценить наличие смещения большого вертела и устранить его с помощью костной резекции или коррекции компонентов. Утолщение синовиальной оболочки и капсулы, часто наблюдаемое при хронических воспалительных заболеваниях и застарелых деформациях, может вызвать смещение мягких тканей и привести к нестабильности. Удаление или резекция этих тканей часто устраняет эту форму импинчмента. Внимание к мягким тканям при нестабильном тазобедренном суставе может быть особенно важным у пациента с дисплазией тазобедренного сустава или ранее перенесенной операцией на тазобедренном суставе. К мышцам, на которых сосредоточено

внимание, относятся отводящие мышцы, которые следует восстанавливать, если они повреждены или расщеплены при боковом доступе, и наружные вращающие сухожилия, которые следует восстанавливать либо до кости, либо с помощью надежной пластики мягких тканей при заднем доступе.

Заключение

Достижение правильного баланса мягких тканей является ключевым фактором успешного проведения тотального эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов. В тотальном эндопротезировании коленного сустава (ТЭКС) методы, такие как измеренная резекция и балансировка промежутков, широко используются для обеспечения правильного натяжения мягких тканей, что напрямую влияет на механическую нагрузку на протез и субъективные результаты, о которых сообщают пациенты. Развитие технологий, включая использование сенсоров для балансировки, значительно повысило точность и надежность достижения баланса мягких тканей при замене коленного сустава.

В тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава (ТЭТС) традиционно акцент делался на позиционирование компонентов и восстановление биомеханики, с меньшим вниманием к балансу мягких тканей. Однако последние исследования подчеркивают важность правильного натяжения мягких тканей и при замене тазобедренного сустава. Это включает не только правильное размещение компонентов, но и тщательную обработку и регулировку окружающих мягких тканей для снижения риска вывихов и восстановления стабилизирующей функции капсулы сустава.

увеличением числа процедур эндопротезирования и старением населения возрастает необходимость глубокого понимания нюансов достижения баланса мягких тканей как при ТЭКС, так и при ТЭТС. Внедрение передовых технологий, таких как компьютерная навигация и роботизированные системы, предоставляет новые возможности для улучшения исходов операций и удовлетворенности пациентов.

Таким образом, данный обзор подчеркивает важность всестороннего подхода к балансировке мягких тканей при эндопротезировании коленного и тазобедренного суставов. Дальнейшие исследования и развитие технологий будут способствовать дальнейшему повышению точности и эффективности этих процедур, что в конечном итоге приведет к улучшению качества жизни пациентов и долговечности имплантатов.

Литература

1. Ben-Shlomo Y, Blom A, Boulton C, et al (2021) The National Joint Registry 18th Annual Report 2021. Natl Jt Regist 18th Annu Rep 2021
2. Blakeney W, Beaulieu Y, Kiss MO, Riviere C, Vendittoli PA. Less gap imbalance with restricted kinematic alignment than with mechanically aligned total knee arthroplasty: simulations on 3-D bone models created from CT-scans. Acta Orthop. 2019 Dec;90(6):602-9. doi: 10.1080/17453674.2019.1675126.
3. Blakeney W, Clement J, Desmeules F, Hagemeister N, Riviere C, Vendittoli PA. Kinematic alignment in total knee arthroplasty better reproduces normal gait than mechanical alignment. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2018. doi: 10.1007/s00167-018-5174-1
4. Calliess T, Bauer K, Stukenborg-Colsman C, Windhagen H, Budde S, Ettinger M. PSI kinematic versus non-PSI mechanical alignment in total knee arthroplasty: a prospective, randomized study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2017;25(6):1743-8. doi: 10.1007/s00167-016-4136-8.
5. Cho WS, Woo JH, Park HY, et al (2011) Should the “no thumb technique” be the golden standard for evaluating patellar tracking in total knee arthroplasty? Knee 18:177–179. <https://doi.org/10.1016/J.KNEE.2010.04.009>

6. Chow JC, Breslauer L. The Use of Intraoperative Sensors Significantly Increases the Patient-Reported Rate of Improvement in Primary Total Knee Arthroplasty. *Orthopedics*. 2017;40(4):e648–51.
7. de Steiger RN, Liu YL, Graves SE. Computer navigation for total knee arthroplasty reduces revision rate for patients less than sixty-five years of age. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(8):635-42. doi: 10.2106/JBJS.M.01496.
8. Deans J, Scuderi GR (2021) Classification and Management of Periprosthetic Patella Fractures. *Orthop Clin North Am* 52:347–355. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocl.2021.05.003>
9. DeBell H, Pinter Z, Pinto M, et al (2019) Vascular supply at risk during lateral release of the patella during total knee arthroplasty: A cadaveric study. *J Clin Orthop Trauma* 10:107–110. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2017.11.009>
10. Delport H, Labey L, Innocenti B, De Corte R, Vander Sloten J, Bellemans J. Restoration of constitutional alignment in TKA leads to more physiological strains in the collateral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(8):2159-69. doi: 10.1016/j.otsr.2015.11.010.
11. Elmallah RK, Mistry JB, Cherian JJ, Chughtai M, Bhave A, Roche MW, et l. Can we really "feel" a balanced total knee arthroplasty? *J Arthroplasty*. 2016 Sep;31(9 Suppl):102-5. doi: 10.1016/j.arth.2016.03.054.
12. Elson L, Gustke KA, Golladay G, Roche M, Anderson C. Modified MCL release: sensor-guided technique used to quantify intercompartmental balance in TKA. *Orthopaedic Proceedings*, 95. 2013;95(Supp 34):505.
13. Evans JT, Walker RW, Evans JP, Blom AW, Sayers A, Whitehouse MR. How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of followup. *Lancet*. 2019;393(10172):655-63. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32531-5
14. Fonseca LPRM da, Kawatake EH, Pochini A de C (2017) Lateral patellar retinacular release: changes over the last ten years. *Rev Bras Ortop (English Ed* 52:442–449. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2017.06.003>
15. Hetaimish BM, Khan MM, Simunovic N, Al-Harbi HH, Bhandari M, Zalzal PK. Meta-analysis of navigation vs conventional total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2012 Jun;27(6):1177-82. doi: 10.1016/j.arth.2011.12.028.
16. Hirschmann MT, Karlsson J, Becker R. Hot topic: alignment in total knee arthroplasty -- systematic versus more individualised alignment strategies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018 Jun;26(6):1587-8. doi: 10.1007/s00167-018- 4946-y.
17. Hutt JR, LeBlanc MA, Masse V, Lavigne M, Vendittoli PA. Kinematic TKA using navigation: surgical technique and initial results. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102(1):99-104. Epub 2016/01/19.
18. Insall JN, Scuderi GR, Komistek RD, Math K, Dennis DA, Anderson DT. Correlation between condylar lift-off and femoral component alignment. *Clin Orthop Relat Res*. 2002 Oct(403):143-52. doi: 10.1097/00003086-200210000-00022.
19. Ishikawa M, Kuriyama S, Ito H, Furu M, Nakamura S, Matsuda S. Kinematic alignment produces near-normal knee motion but increases contact stress after total knee arthroplasty: a case study on a single implant design. *Knee*. 2015 Jun;22(3):206-12. doi: 10.1016/j.knee.2015.02.019.
20. Jennings LM, Bell CI, Ingham E, Komistek RD, Stone MH, Fisher J. The influence of femoral condylar lift-off on the wear of artificial knee joints. *Proc Inst Mech Eng H*,. 2007 Apr;221(3):305-14. doi: 10.1243/0954419JEIM215. 2014;113(3):504–8. <https://doi.org/10.1111/bju.12197>.

21. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND (2016) Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res* 474:1886–1893. <https://doi.org/10.1007/s11999-016-4732-4>
22. Kremers HM, Larson DR, Crowson CS, et al (2015) Prevalence of Total Hip and Knee Replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am* 97:1386–1397. <https://doi.org/10.2106/JBJS.N.01141>
23. Kusuma SK, Puri N, Lotke PA (2009) Lateral retinacular release during primary total knee arthroplasty: effect on outcomes and complications. *J Arthroplasty* 24:383–390. <https://doi.org/10.1016/J.ARTH.2007.11.004>
24. Lee SY, Matsui N, Kurosaka M, Komistek RD, Mahfouz M, Dennis DA, et al. A posterior-stabilized total knee arthroplasty shows condylar lift-off during deep knee bends. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;(435):181-4. doi: 10.1097/01.blo.0000155013.31327.dc.
25. Li Z, Esposito CI, Koch CN, Lee YY, Padgett DE, Wright TM. Polyethylene damage increases with varus implant alignment in posteriorstabilized and constrained condylar knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(12):2981-91. doi: 10.1007/s11999-017-5477-4.
26. Lin YH, Chang FS, Chen KH, Huang KC, Su KC. Mismatch between femur and tibia coronal alignment in the knee joint: classification of five lower limb types according to femoral and tibial mechanical alignment. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):411. doi: 10.1186/s12891-018-2335-9
27. Lombardi AV Jr, Berend KR, Adams JB. Why knee replacements fail in 2013: patient, surgeon, or implant? *Bone Joint J*. 2014;96-b:101–4.
28. McEwen P, Dlaska C, Jovanovic I, Doma K, Brandon B. Computer assisted kinematic and mechanical axis total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial of bilateral simultaneous surgery. *J Arthroplasty*. 2019;35(2):443-450. doi: 10.1016/j.arth.2019.08.064.
29. Meneghini RM, Ziemba-Davis MM, Lovro LR, Ireland PH, Damer BM. Can intraoperative sensors determine the "target" ligament balance? early outcomes in total knee arthroplasty. *J Arthroplast*. 2016;31(10):2181–7. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2016.03.046>.
30. Mihalko MW, Saleh KJ, Krackow KA, et al. Soft-tissue balancing during total knee arthroplasty in the varus knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17:766–774.
31. Mihalko WM, Whiteside LA, Krackow KA. Comparison of ligament-balancing techniques during total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg*. 2003;85A(Suppl 4):132–135.
32. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Apr; 89(4):780-5.
33. Sheth NP, Husain A, Nelson CL. Surgical techniques for total knee arthroplasty: measured resection, gap balancing, and hybrid. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017 Jul;25(7):499-508.
34. Athwal KK, Hunt NC, Davies AJ, Deehan DJ, Amis AA. Clinical biomechanics of instability related to total knee arthroplasty. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2014 Feb;29(2):119-28. Epub 2013 Nov 13.
35. Elmallah RK, Mistry JB, Cherian JJ, Chughtai M, Bhave A, Roche MW, Mont MA. Can we really “feel” a balanced total knee arthroplasty? *J Arthroplasty*. 2016 Sep;31(9)(Suppl):102-5. Epub 2016 Apr 13.
36. Gustke KA, Golladay GJ, Roche MW, Jerry GJ, Elson LC, Anderson CR. Increased satisfaction after total knee replacement using sensorguided technology. *Bone Joint J*. 2014 Oct;96- B(10):1333-8.

37. Kayani B, Konan S, Thakrar RR, Huq SS, Haddad FS. Assuring the long-term total joint arthroplasty: a triad of variables. *Bone Joint J.* 2019 Jan;101-B(1_Supple_A):11-8.
38. Houcke JV, Khanduja V, Pattyn C, Audenaert E. The history of biomechanics in total hip arthroplasty. *Indian J Orthop.* 2017 Jul-Aug; 51(4):359-67.
39. Pellicci PM, Bostrom M, Poss R. Posterior approach to total hip replacement using enhanced posterior soft tissue repair. *Clin Orthop Relat Res.* 1998 Oct;355:224-8.
40. Browne JA, Pagnano MW. Surgical technique: a simple soft-tissue-only repair of the capsule and external rotators in posterior-approach THA. *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Feb;470(2): 511-5.
41. Nam D, Osbahr DC, Choi D, Ranawat AS, Kelly BT, Coleman SH. Defining the origins of the iliofemoral, ischiofemoral, and pubofemoral ligaments of the hip capsuloligamentous complex utilizing computer navigation. *HSS J.* 2011 Oct;7(3):239-43. Epub 2011 Aug 20.
42. Ng KCG, Jeffers JRT, Beaulé PE. Hip joint ' capsular anatomy, mechanics, and surgical management. *J Bone Joint Surg Am.* 2019 Dec 4; 101(23):2141-51.
43. Ward WT, Fleisch ID, Ganz R. Anatomy of the iliocapsularis muscle. Relevance to surgery of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2000 May;374: 278-85.
44. Neumann DA. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010 Feb;40(2):82-94.