

**Федеральное медико-биологическое агентство**

**ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины  
и реабилитации Федерального медико-биологического агентства»**

Белякова А.М., Бойченко Р.А., Величко М.Н., Жолинский А.В.,  
Кармазин В.В., Ключников М.С., Оганнисян М.Г., Попогребский М.А.,  
Проскуряков Д.М., Серeda А.П.

**КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ  
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ  
ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ТРАВМ И ЗАБОЛЕВАНИЙ НИЖНИХ  
КОНЕЧНОСТЕЙ**

**Под редакцией проф. В.В. Уйба**

Москва 2018

ГРНТИ 76.35.41  
УДК 61:796/799

Утверждены медицинской профессиональной некоммерческой организацией в области спортивной медицины и реабилитации - Общероссийской общественной организацией «Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов».

Рекомендованы к изданию Ученым советом ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» (протокол № 16 от 29 марта 2018 г.). Введены впервые.

Белякова А.М., Бойченко Р.А., Величко М.Н., Жолинский А.В., Кармазин В.В., Ключников М.С., Оганнисян М.Г., Попогребский М.А., Проскураков Д.М., Середа А.П. Клинические рекомендации по реабилитации высококвалифицированных спортсменов после оперативного лечения травм и заболеваний нижних конечностей. Клинические рекомендации. Под ред. проф. В.В. Уйба // М.: ФМБА России, 2018. – 192с.

Клинические рекомендации предназначены для медицинского персонала спортсменов, врачей по спортивной медицине, врачей-специалистов, оказывающих медицинскую помощь спортсменам, а также аспирантов, ординаторов и студентов медицинских вузов и других специалистов, непосредственно участвующих в медицинском и медико-биологическом обеспечении спортсменов.

ГРНТИ 76.35.41  
УДК 61:796/799

© Федеральное медико-биологическое агентство, 2018  
© ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, 2018

Настоящие клинические рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Федерального медико-биологического агентства

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АРТРОСКОПИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА</b>	<b>4</b>
Описание операции	4
Программа реабилитации	8
Предоперационная реабилитация	8
Литература	23
<b>МИКРОФРАКТУРИРОВАНИЕ ПРИ АРТРОСКОПИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА</b>	<b>25</b>
Описание операции	25
Обзор реабилитации	27
Литература	42
<b>ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ РАЗГИБАТЕЛЬНОГО АППАРАТА КОЛЕННОГО СУСТАВА</b>	<b>44</b>
Описание операции	44
Обзор реабилитации	47
Литература	67
<b>ПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ</b>	<b>69</b>
Описание операции	69
Программа реабилитации	70
Предоперационная реабилитация	71
Литература	93
<b>ПЛАСТИКА ЗАДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ</b>	<b>94</b>
Описание операции	94
Программа реабилитации	97
Литература	115
<b>ШОВ И ТРАНСПЛАНТАЦИЯ МЕНИСКА</b>	<b>118</b>
Описание операции	119
Обзор реабилитации	124
Реабилитация после шва мениска	125
Послеоперационная реабилитация:	139
Руководство по реабилитации после трансплантации мениска	139
Литература	144
<b>РЕКОНСТРУКЦИЯ АХИЛЛОВА СУХОЖИЛИЯ</b>	<b>147</b>
Описание операции	147
Обзор реабилитации	149
Литература	165
<b>ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛАТЕРАЛЬНЫХ СВЯЗОК ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА</b>	<b>167</b>
Описание операции	168
Обзор реабилитации	170
Литература	190

## АРТРОСКОПИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

В последнее десятилетие артроскопия тазобедренного сустава набирает все большую популярность. Однако, ее развитие не такое быстрое, как в случае с коленным и плечевым суставами. Артроскопические вмешательства на коленном и плечевом суставах эволюционировали из операций открытым доступом, чего нельзя сказать об артроскопии тазобедренного сустава. Развитие артроскопии тазобедренного сустава улучшило распознавание внутрисуставной патологии, и способствовало появлению более совершенных методов визуализации мягких тканей. Это, в свою очередь, привело к прогрессу в артроскопии тазобедренного сустава и позволило выполнять эндоскопическую резекцию и сшивание при разрывах суставной губы, удалять свободные внутрисуставные тела и обрабатывать хрящевые дефекты. Повреждения вертлужной губы являются наиболее частым источником боли, который обнаруживают при артроскопии тазобедренного сустава [1,2]. Основной причиной повреждений губы является синдром бедренно-вертлужного соударения (импиджмент-синдром) или слабость/гипермобильность капсулы тазобедренного сустава [1,3]. Повреждение вертлужной губы часто является следствием стереотипных, многократно повторяющихся, специфических движений, например, в гольфе, хоккее или футболе. Собственно, травматические разрывы губы встречаются редко, и чаще всего у элитных футболистов и горнолыжников [5].

### Описание операции

Вертлужная губа — волокнисто-хрящевое образование, занимающее пространство по контуру вертлужной впадины от ее края до ямки и прикрепленное к поперечной связке вертлужной впадины сзади и спереди. (Рис. 31-1). Суставная губа выполняет множество функций [6]. Например, она увеличивает присасывающий эффект в суставе за счет распределения смазки, увеличивает высоту костного края впадины, повышая первичную стабильность сустава, увеличивает площадь контакта головки бедренной кости и вертлужной впадины. Губа отчетливо тоньше в передне - нижней части и толще сзади. Большинство ее разрывов происходит в передних отделах [7].

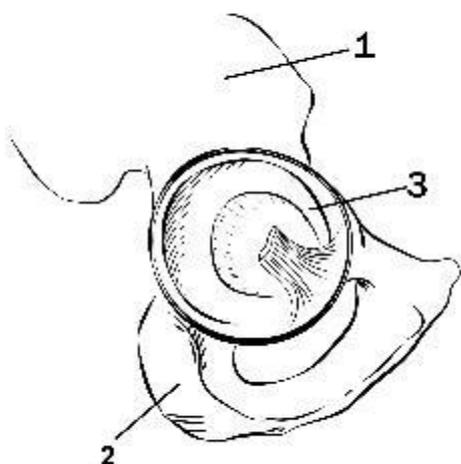


Рис. 31-1 Изображение губы вертлужной впадины.

Подвздошная кость

Седалищная кость

Суставная губа

Вертлужная губа в основном лишена сосудов, за исключением самых наружных отделов, что ограничивает возможности ее естественного заживления [8].

В губе обнаружены свободные нервные окончания и чувствительные волокна, что свидетельствует о ее роли в обеспечении проприоцептивной и ноциоптивной импульсации [9].

Целью артроскопического дебридмента тазобедренного сустава является устранение боли посредством удаления нестабильного фрагмента вертлужной губы, а также доступная коррекция этиологических факторов (Рис. 31-2). Хирург стремится удалить только поврежденные участки губы, оставляя как можно больше здоровой ткани. Если основной анатомической предпосылкой разрыва является гипермобильность суставной капсулы, то может быть показано уменьшение ее объема с помощью термальной обработки или артроскопической пликаций. Если разрыв вызван бедренно-вертлужным соударением, то обычно рекомендуют выполнение резекционной остеопластики с удалением избытка костной ткани шейки бедра.

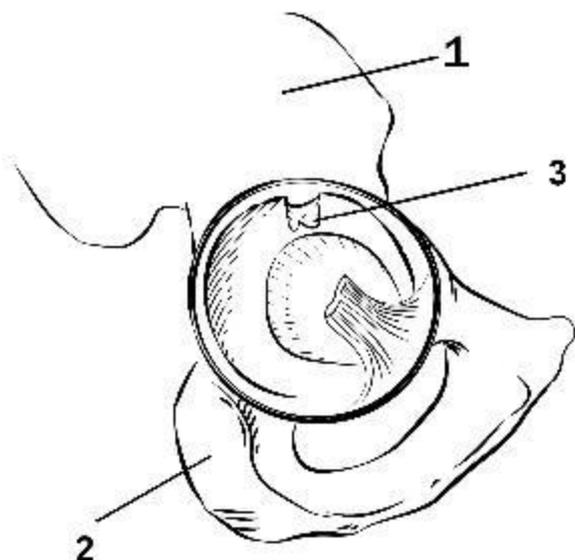


Рис. 31-2 Рисунок изолированного разрыва передне-верхнего сегмента губы. Обратите внимание, насколько губа углубляет вертлужную впадину, осуществляя свою основную функцию – стабилизацию сустава.

1. Подвздошная кость
2. Седалищная кость
3. Поврежденная суставная губа

Естественные ограничения, налагаемые анатомией тазобедренного сустава, а также близость сосудисто-нервных структур, делают артроскопию тазобедренного сустава более сложной, в сравнении с аналогичным вмешательством на плечевом суставе.

Недавние прогрессивные модификации артроскопического инструментария, в частности введение в практику новых артроскопов и специального ручного инструмента,

увеличили безопасность операции на фоне улучшения визуализации и облегчения доступа к суставу.

Чтобы отделить головку от впадины тазобедренного сустава и визуализировать суставные поверхности к бедру необходимо приложить тракционное усилие порядка 10-20 кг. При артроскопии тазобедренного сустава, как правило, устанавливают 3 порта. Переднебоковой порт устанавливают непосредственно над передне-верхним отделом большого вертела (Рис. 31-3 А, Б). Проходят сквозь среднюю ягодичную мышцу и проникают в сустав через наружные отделы его капсулы. Передний порт подразумевает пенетрацию портняжной и прямой мышц бедра. Установка этого порта сопряжена с наибольшим риском повреждений наружного бедренного нервно-сосудистого пучка. Заднебоковой порт устанавливают несколько кзади от верхушки большого вертела. При его установке существует риск повреждения седалищного нерва [10]. Для резекции поврежденной части губы используют кусачки. Край губы нивелируют шейвером, после чего, при необходимости, проводят удаление внутрисуставных тел, иссечение спаек и обработку зон поврежденного хряща. Если обнаружен отрыв губы от кости, то в край впадины устанавливают анкерный фиксатор, к которому подтягивают предварительно прошитую часть губы.

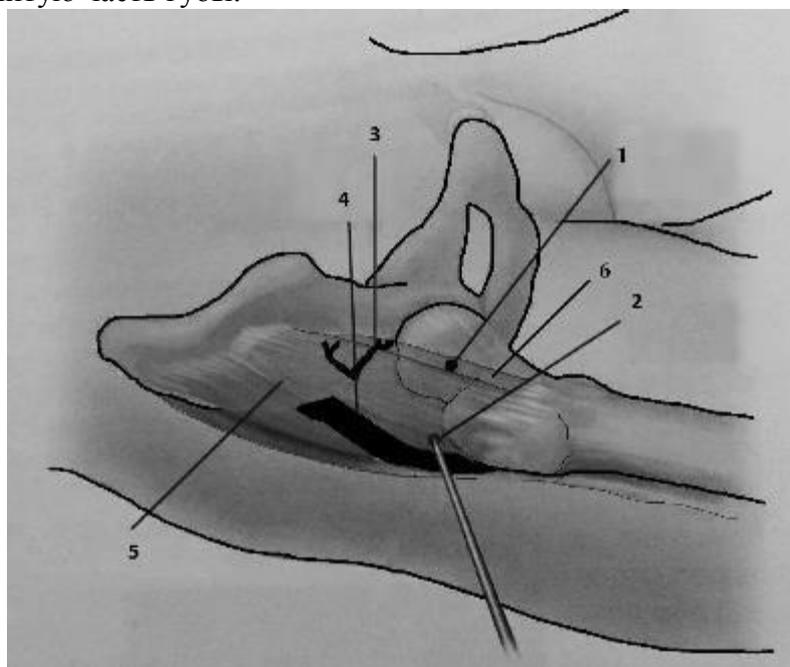


Рис. 31-3А Схематическое изображение мест расположения переднелатерального и заднелатерального артроскопических портов. Изображены нервы и сосуды, которые могут быть повреждены при их установке.

1. Переднелатеральный порт
2. Заднелатеральный порт
3. Верхний ягодичный нерв
4. Седалищный нерв
5. Средняя ягодичная мышца
6. Малая ягодичная мышца

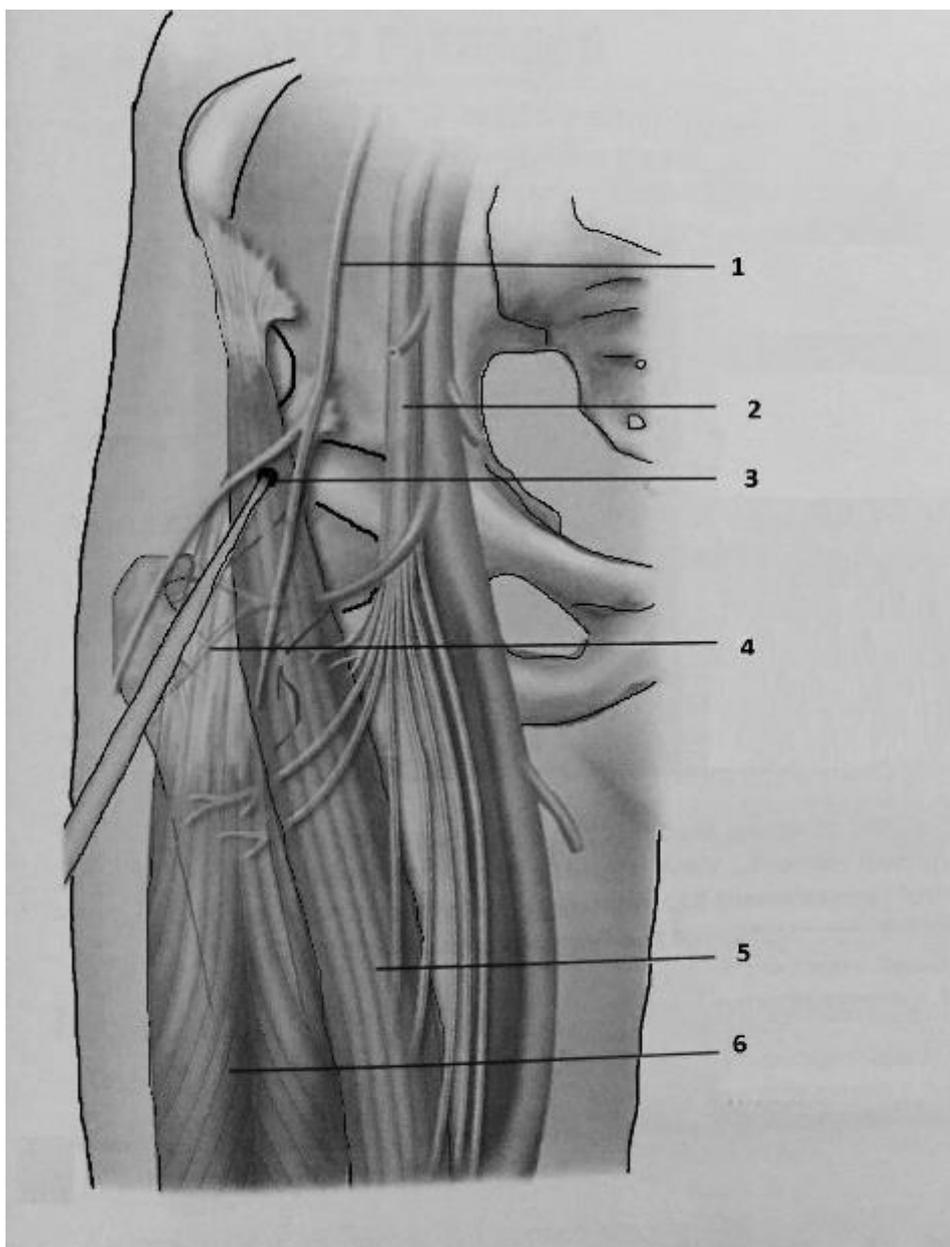


Рис. 31-3Б Схематическое изображение места расположения переднего артроскопического порта. Изображены нервы и сосуды, которые могут быть повреждены при его установке.

1. Латеральный кожный нерв бедра
2. Бедренный нерв
3. Передний порт
4. Добавочная ветвь латеральной артерии, огибающей бедренную кость
5. Портняжная мышца
6. Прямая мышца бедра

При ацетабулярном импинджмент-синдроме выполняют последовательное удаление остеофитов, используя передний и дополнительный дистальный боковой порты. При гипермобильности капсулы, после ее термического стягивания выполняют артроскопическую пликацию подвздошно-бедренной связки [1].

## Программа реабилитации

Программа реабилитации после артроскопии тазобедренного сустава, проведенной по поводу разрыва вертлужной губы, начинается со 2 недели после операции. Программа формируется с учетом пожеланий хирурга, вида оперативного вмешательства и интраоперационных находок. Темп реабилитации будет зависеть от первичного состояния сустава и сроков существования той или иной патологии. Для уменьшения воспаления, боли и улучшения регенерации рекомендуют вначале полностью исключить осевую нагрузку на пораженную нижнюю конечность и передвигаться при помощи костылей. Далее подразумевается постепенное увеличение опорной нагрузки по мере улучшения опорной функции поврежденной нижней конечности. Для быстрого функционального восстановления важно уметь своевременно снижать неадекватную нагрузку на конечность, особенно в раннем периоде реабилитации. Разработка движений в суставе будет проводиться в рамках установленных хирургом сроков. Так же следует контролировать объем движений в суставе и не допускать избыточных компрессионных нагрузок на суставные поверхности и провоцирования боли. Пациент должен приступать к следующему этапу реабилитации после выполнения соответствующих функциональных тестов. Окончание реабилитации определяют по специфическим для каждого вида спорта и рода деятельности целевым критериям. Реабилитация представляет собой единый непрерывный процесс, а не последовательность четко очерченных по времени фаз.

### Предоперационная реабилитация

Хотя предоперационная реабилитация и не имеет критичного значения у данной группы пациентов, посещение врача перед операцией всё же рекомендуется для обучения ходьбе с подбором вспомогательных устройств, разъяснений по контролю послеоперационных нагрузок, применению криотерапии, лечебных укладок и рекомендацию по перекладыванию конечности (Рис. 31-4). Так как сроки нахождения в стационаре при проведении артроскопии ТБС весьма сжатые, послеоперационный болевой синдром и ограниченный контакт врача с пациентом могут негативно повлиять на восприятие пациентом рекомендаций для послеоперационного периода. Для улучшения качества подготовки пациента к двигательной мобилизации следует предоставить ему на выбор несколько вариантов режима ограничения нагрузки на конечность. Пациента до операции следует обучить упражнениям на стабилизацию корпуса, например, правильным изометрическим сокращениям мышц брюшного пресса.



Рис. 31-4 Посадка и вставание: обучение перекладыванию конечности на кушетку с поддержкой противоположной ногой.

## **I фаза послеоперационной реабилитации (с 1 дня до 4 недели)**

Эта фаза реабилитации начинается со дня операции. К занятиям лечебной физкультурой в амбулаторных условиях необходимо приступить в течение ближайших 2 недель. Основные принципы, заложенные на этом раннем восстановительном этапе, послужат фундаментом для всей последующей реабилитации. Для сведения к минимуму послеоперационной боли и отека следует соблюдать режим ограничения осевой нагрузки и двигательной активности, выполнять лечебные укладки конечности, следовать рекомендациям по доступной мобилизации и указаниям лечащего врача. Опора на ногу рекомендуется в обозначенных хирургом пределах для профилактики перегрузки околоуставных мышц, возникающей при длительном поддержании оперированной конечности на весу без осевой опоры [11]. После стандартного артроскопического дебридмента тазобедренного сустава пациенту рекомендуют передвигаться по ровным поверхностям и лестницам при помощи костылей, постепенно увеличивая осевую нагрузку на оперированную конечность. Затем, по мере улучшения опорной функции пораженной нижней конечности рекомендуется перейти на трость. Темп реабилитации регулируется исходя из скорости регресса симптоматики. При оперативных вмешательствах, сопровождающихся костной резекцией рекомендуется осевая нагрузка на конечность не более 10 кг. в течение 4-6 недель с решением вопроса о возможности ее увеличения по результатам контрольной рентгенографии тазобедренного сустава. Пациентам, перенесшим оперативное вмешательство на капсуле сустава, рекомендуют частичную осевую нагрузку на конечность в течение 10-14 дней после операции. После периода ограничения осевой нагрузки рекомендуется увеличивать опору на ногу, продолжая использование подходящего вспомогательного средства. Дозированное увеличение нагрузки способствует оптимизации распределения нагрузки в суставе и тем самым, заживлению [1]. Пациент может отказаться от вспомогательных приспособлений при нормализации походки и регрессе болевого синдрома.

После проведения термического стягивания и пликация капсулы, основной задачей является создание безопасных условий для ее регенерации. Для этого следует ограничить наружную ротацию и разгибание в тазобедренном суставе. С этой целью можно использовать системы для ночной иммобилизации и/или лечебные укладки конечности при помощи подушек.

Поскольку изометрические напряжения ягодичных мышц и подъемы таза из положения лежа смещают головку бедра кпереди, такие упражнения не рекомендуются, особенно пациентам, оперированным по поводу повреждения переднего отдела капсулы тазобедренного сустава.

Пациент должен быть осведомлен о негативных последствиях таких движений как избыточная наружная ротация, и чрезмерном разгибании в тазобедренном суставе.

Независимо от вида операции, сгибание следует ограничить до 90 градусов, чтобы избежать импиджмента капсулы. Кроме этого к мягкотканному импиджменту может привести внутренняя ротация, сгибание и приведение бедра.

В раннем послеоперационном периоде запрещены подъемы выпрямленной в коленном суставе оперированной ноги в положении лежа. При выполнении упражнений на сгибание может появиться боль в паховой области, являющаяся следствием перегрузки гипотрофированных мышц передней поверхности бедра.

При активном сгибании в тазобедренном суставе на фоне гипотоничной и перерастянутой подвздошно-поясничной мышцы может возникать синдром пахового ущемления, обусловленный импиджментом капсулы [12]. Также считается, что при этом нарушается центрация головки во впадине с тенденцией к переднему ее смещению и давлению на мягкие ткани переднего отдела сустава [12].

Раннее выполнение упражнений, направленных на увеличение стабильности корпуса и обучение навыкам правильного и безопасного передвижения способствуют более легкой адаптации пациента к предстоящим в последующих периодах реабилитации нагрузкам.

Также рекомендовано выполнение изометрических упражнений для мышц нижней части брюшного пресса изолированно или в сочетании с верхними конечностями. Далее добавляются все упражнения в различных режимах с вовлечением в работу нижней части пресса (Рис. 31-5).



Рис.31-5 Контроль мышц корпуса со сгибанием верхних конечностей

После того как пациент может нагружать ногу на 50%, приступают к проприоцептивным тренировкам с опорой на 2 ноги с использованием балансировочных платформ, досок-качалок и автоматизированных балансировочных систем. Начинают с упражнений для поддержания равновесия в сагиттальной плоскости, а затем во фронтальной.

Затем приступают к силовым тренировкам для мышц, окружающих тазобедренный, коленный и голеностопный суставы. Можно приступать к упражнениям в замкнутой кинематической цепи, таким как разгибания в коленном суставе, подошвенное сгибание в голеностопном суставе с помощью эластичной ленты. Можно приступать к серии сгибательных упражнений для тазобедренного сустава из положения стоя (Рис. 31-6). После эпителизации послеоперационных ран, разрешены процедуры гидрокинезотерапии.

Погружение в воду обеспечивает антигравитационный эффект, необходимый для восстановления навыков ходьбы, а также сопротивление упругой среды для упражнений направленных на укрепление мышц бедра. Пациент выполняет сгибание ноги в тазобедренном и коленном суставах; разгибание в тазобедренном суставе до нейтрального положения, при сохранении сгибания в коленном суставе или с выпрямленной ногой; отведение и приведение бедра. Сила сопротивления воды больше при выполнении движений в плоскости параллельной ее поверхности.

Стояние в воде с изолированной опорой на оперированную ногу улучшает проприоцепцию без избыточной нагрузки на сустав.



Рис. 31-6 Увеличение силы мышц бедра: выполнение разгибаний бедра из стойки на двух ногах с поддержанием стабильности корпуса.

### Профилактика осложнений

Пациент должен понимать, что полноценная реабилитация в ранний послеоперационный период создает основу для восстановления сложных координаторных навыков. Контроль над болевым синдромом и воспалением способствует более быстрой активизации. Уменьшению болевого синдрома после операции способствует нормализация проприоцепции и улучшение контроля движений. Следует избегать провоцирования болевого синдрома, не допуская импиджмента мягких тканей. После манипуляций на капсуле приоритетом реабилитации становится обеспечение условий для ее заживления, а при костных резекциях – создание условий для регенерации кости.

I фаза послеоперационной реабилитации (с 1 дня до 4 недели)	
Цели	Установить связь с хирургом для получения информации об интраоперационных находках и понимания этиологии основного заболевания Разъяснение пациенту этиологии его заболевания Обучение пациента Приверженность пациента рекомендованным принципам самообслуживания на работе и в быту, адекватный выбор нагрузки Нормализация походки с подходящим вспомогательным устройством Выраженность боли по шкале ВАШ в покое: 0 из 10 Выраженность боли по шкале ВАШ при ходьбе: 0 из 10
Меры предосторожности	

<p>Раздражение капсулы сустава  Ходьба до признаков усталости  Повороты при ходьбе  Провоцирование болевых и механических симптомов при ходьбе, бытовых нагрузках, выполнении упражнений лечебной физкультуры  Наружная ротация бедра, подъемы таза и изометрические напряжения ягодичных мышц после вмешательств на капсуле  Активное сгибание в тазобедренном суставе с длинным плечом рычага, например, подъемы выпрямленной ноги  Опора на ногу с усилием, рекомендованным хирургом  При вмешательстве на капсуле - объем движений, рекомендованный хирургом</p>
<b>План лечения</b>
<p>Программа домашних упражнений в соответствии с полученными инструкциями: изометрические упражнения для мышц брюшного пресса, ягодичных мышц, четырехглавых мышцы, подошвенное сгибание против сопротивления эластичной ленты, разгибания в коленных суставах</p> <p>Обучение пациентов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ контролю уровня нагрузки</li> <li>▪ переключению конечности, перемещениям в кровати</li> <li>▪ укладкам конечности</li> </ul> <p>Обучение походке с соответствующим вспомогательным устройством по ровной поверхности и лестницам</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ после манипуляций с капсулой сустава - обучение ходьбе приставным шагом</li> </ul> <p>Обучение передвижению с опорой на здоровую ногу</p> <p>Тренировки в воде после эпителизации ран:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ для отработки навыков ходьбы</li> <li>▪ активно-ассистированных упражнений на разработку объема движений (без боли)</li> <li>▪ выполнения стойки на одной ноге</li> </ul> <p>Силовые тренировки в открытой кинематической цепи с разгибанием и сгибанием в коленном суставе. Укрепление икроножных мышц.</p> <p>Тренировки на стабильность корпуса: скольжение пяткой, сгибания рук, разгибание бедра до нейтрального положения</p> <p>Тренировка координации. Упражнения с опорой на две ноги</p>
<b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b>
<p>Контроль боли  Нормализация ходьбы с вспомогательным устройством</p>

## **II фаза послеоперационной реабилитации (недели с 5 по 10)**

Во второй фазе реабилитации упор делают на увеличении силы, амплитуды движений, гибкости, а также постепенный отказ от вспомогательных устройств во время ходьбы. Непрерывное обучение пациента имеет решающее значение для увеличения функциональных показателей. Динамические осмотры должны включать анализ походки, оценку осевых взаимоотношений конечностей в статике и динамике, исследование объема движений в суставе, измерения мышечного объема нижней конечности, силы, гибкости, оценку эффективности контроля мышц корпуса. Перечень оцениваемых параметров, при необходимости, может быть расширен. Контроль корпуса характеризует способность мышц нижней части брюшного пресса стабилизировать позвоночник на фоне возрастающей сложности движений, выполняемых нижними конечностями. В этой фазе, как правило, выявляется дефицит следующих движений: внутренней/наружной ротации,

сгибания и/или отведения/приведения бедра. В этой фазе необходимо приступать к упражнениям на разработку объема движений у пациентов после манипуляций на капсуле сустава. При этом необходимо руководствоваться рекомендациями хирурга. Однако темп реализации этой части реабилитационной программы регулируются на основании субъективных жалоб пациента, так как игнорирование жалоб может привести к воспалению и отеку капсулы и окружающих мягкотканых структур.

Разработку сгибания в тазобедренном суставе выполняют с помощью наклона корпуса кзади в положении “на четвереньках”. Это упражнение улучшает эластичность разгибателей бедра и сопровождается биомеханически выгодным при повреждениях суставной губы задне-нижним смещением головки бедра [12] (Рис. 31-7).



Рис. 31-7 Упражнение на увеличение сгибания в тазобедренном суставе из положения на четвереньках

ЛФК включает упражнения типа “ракушка” с отведением и наружной ротацией, согнутой в коленном суставе ноги из положения на боку, а также функциональные силовые тренировки по типу жима ногами, приседаний, занятий на степ-платформе. Такие упражнения, как подъемы выпрямленной ноги, активное отведение бедра из положения лежа на боку, увеличивают контактное давление на суставные поверхности. Следовательно, их нужно избегать при наличии внутрисуставных хрящевых повреждений [13]. Упражнения на укрепление мышц бедра, т.е. отведения и разгибания с выпрямленным коленом, выполняют сначала из положения, стоя нивелируя действие силы тяжести на ногу. Далее приступают к отведению и разгибанию бедра из положения лежа на животе при согнутой в коленном суставе конечности (также для уменьшения действия силы тяжести) (Рис. 31-8). Затем выполняют упражнения против силы тяжести из положения лежа на животе с выпрямленной ногой (Рис. 31-9). Использование тренажеров для бедер не рекомендуется, чтобы не перегружать суставные поверхности и суставные мягкотканые структуры. Единственным исключением может быть использование тренажеров для укрепления мышечной силы разгибателей бедра. Однако для допуска к этому упражнению пациент должен быть способен стабилизировать таз. (Рис. 31-10). Выполнение упражнений в водной среде подразумевает использование эффекта поддержки (упражнения с эффектом «течения» и с противотоком воды), более эффективное использование принципа длинного плеча рычага, и полезные эффекты от использования досок для плавания [14]. На этом этапе вода может быть использована просто в качестве среды сопротивления. С учетом всех вышеперечисленных принципов, выполнение упражнений I фазы в водной среде повышает интенсивность тренировок и сложность двигательного ответа. Для усложнения поддержания баланса, можно выполнять махи здоровой конечностью в сагиттальной, а затем и во фронтальной плоскости.



Рис. 31-8 Увеличение силы мышц бедра: выполнение разгибаний бедра из положения лежа на животе.



Рис. 31-9 Укрепление ягодичных мышц: выполнение разгибаний бедра из положения на животе при согнутом колене



Рис. 31-10 Тренажер для укрепления мышц бедра. Выполняют разгибания бедра при согнутом и разогнутом коленном суставе. Таз должен сохранять нейтральное положение.

В заключительной части этой фазы должны быть устранены мышечные дисбалансы. Дегенеративный разрыв губы подразумевает наличие у пациента внутреннего механического патологического фактора. Биомеханические предпосылки, которые могли потенциально привести к несостоятельности губы, должны быть устранены.

Пациенты с передней капсульной недостаточностью в положении стоя заваливают таз кзади и переразгибают тазобедренные суставы. У них обнаруживается удлинение и гипотония подвздошно-поясничной мышцы, укорочение мышц хамстринг-группы и функциональная недостаточность ягодичных мышц [12]. Для мышечного переобучения с целью удержания нейтрального положения таза используют методики визуальной и тактильной стимуляции (Рис. 31-11). Применяют упражнения на растяжение мышц задней поверхности бедра и укрепление ягодичных мышц. Например, разгибание в тазобедренном суставе при согнутом коленном, подъемы ноги из положения стоя на четвереньках, подъемы таза. Недостаточный контроль корпуса, и силовое доминирование двусуставных мышц-сгибателей бедра приводит к дополнительной нагрузке мягко-тканых структур тазобедренного сустава. Растяжение двусуставных мышц-сгибателей бедра может быть выполнено при активном сгибании колена и стабилизации таза в положении лежа или стоя. Затем переходят к упражнениям на пассивное растяжение в исходных положениях, при которых лучше стабилизируется таз. Упражнения на укрепление мышц корпуса включают скольжения пяткой (Рис. 31-12) по кушетке или полу (если пациент выполняет его лежа на полу), расслабленное падение согнутой в коленном суставе ноги в отведение (выполняется лежа на спине), разгибание бедра, качания вперед-назад на четвереньках в сочетании с множеством упражнений, направленных на снятие стрессовой нагрузки с передних отделов сустава. Снижение контроля корпуса оценивают визуально по избыточной активации прямой мышцы живота, нестабильности таза при пальпации, а также при помощи специальных систем с биологической обратной связью. В этой фазе упражнения на баланс усложняют за счет перехода к поддержанию равновесия на одной ноге, с опорой на нестабильную поверхность по типу валиков из вспененной резины и досок-качалок.



Рис.31-11 Обучение навыку правильной осанки с сохранением нейтрального положения таза. Пациент должен стоять, не держась за перилла.



Рис.31-12 Скольжение пяткой по кушетке или полу в положении лежа.

## Профилактика осложнений

Активизация пациента может быть затруднена при персистирующей травматизации внутрисуставных и околоуставных мягкотканых структур. Если сгибание в тазобедренном суставе (например, при подъеме выпрямленной ноги) вызывает болевые ощущения, то следует ограничить объем движений. Амплитуду сгибания следует увеличивать постепенно, не провоцируя появление боли с укорочением плеча рычага. Обучение пациента своевременному снижению нагрузки также является наиболее эффективным средством борьбы с перегрузкой тканей в области оперативного вмешательства. Пациенты, которые форсировано увеличивают нагрузку, могут продолжать испытывать сложности с разработкой объема движений, наращиванием силы, развитием гибкости и функциональных возможностей конечности. Их может беспокоить боль и дискомфорт в области полученной травмы и/или оперативного вмешательства [1, 15, 16].

II фаза послеоперационной реабилитации (недели с 5 по 10)
<b>Цели</b>
Нормализация походки без вспомогательных устройств Выраженность боли по шкале ВАШ 0 из 10 баллов при повседневной активности Подъем/спуск со степ платформы высотой 20 см. с хорошим двигательным контролем конечности Контроль мышц корпуса при выполнении несложных упражнений Стабильность таза, соответствующая нормальной повседневной активности Объем движений в функциональных пределах Обучение пациентов домашней программе лечебной физкультуры, и достижение автономности в ее выполнении в соответствии с инструкциями
<b>Меры предосторожности</b>
Преждевременный отказ от средств дополнительной опоры и передвижения. Продолжайте пользоваться этими средствами до тех пор, пока походка не станет безболезненной Провоцирование болевых симптомов Боль при повседневной нагрузке Боль во время занятий лечебной физкультурой. Отведение и сгибание выполнять по субъективной переносимости Патологические паттерны движений, нарушения осанки До стихания болевого синдрома, разрешено только активное сгибание бедра Травматизация капсулы и периартикулярных мягких тканей с персистенцией воспаления и отека
<b>План лечения</b>
Программа домашних упражнений на основании данных динамического наблюдения пациента Ходьба по подводной беговой дорожке Упражнения в бассейне (упражнения с водной поддержкой и против сопротивления воды) Увеличение сложности силовых тренировок для укрепления мышц бедра <ul style="list-style-type: none"><li>многофункциональный тренажер для бедра. Разгибания в тазобедренном суставе при разогнутом/согнутом до 90° колене</li></ul> Функциональные тренировки: жимы ногами, приседания, подъемы и спуски со степ-платформы

<p>Упражнения направленные на увеличение объема движений в тазобедренном суставе с сохранением стабильности таза</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ качание кзади в положении на четвереньках</li> <li>▪ падение расслабленной согнутой в коленном суставе ноги в отведение (выполняется в положении лежа на спине)</li> <li>▪ скольжения пяткой по кушетке</li> </ul> <p>Усложнение упражнений на поддержание стабильности корпуса</p> <p>Укрепление ягодичных мышцы: упражнение «ракушка» - отведение согнутой в коленном суставе ноги из положения лёжа на боку, разгибание бедер при согнутом коленном суставе</p> <p>Велозргометрия: переход от тренажера, оборудованного педалями с коротким шатуном, к обычному тренажеру</p> <p>Проприоцептивные тренировки и упражнения на баланс: переход от поддержания равновесия с опорой на две ноги к поддержанию на одной</p> <p>Упражнения на гибкость. Продвижение по индивидуальной программе</p>
<p><b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b></p>
<p>Объем движений в функциональном диапазоне</p> <p>Подъем и спуск со степ-платформы высотой 20 см. с хорошим двигательным контролем положения таза</p> <p>Хороший контроль положения таза при опоре на одну ногу</p> <p>Нормальная ходьба без вспомогательных средств</p>

### **III фаза послеоперационной реабилитации (с 11 по 13 недели)**

Основные задачи этого этапа – увеличение силовых показателей, оптимизация диапазона движений (рис. 31-13), наращивание выносливости для возвращения к повседневной активности. Затем необходимо добиться удовлетворительного контроля корпуса при выполнении тестовых упражнений II уровня по Sahrman (Рис. 31-14), а также, при выполнении подъема ноги с разгибанием в тазобедренном суставе из положения на четвереньках (Рис 31-15). Диагональные упражнения против сопротивления с эспандером начинают из положения лежа. Затем их сменяют упражнениями в положении стоя с переносом тела на оперированную ногу или боковыми смещениями, как при игре в гольф. В этой фазе можно безопасно вводить упражнения на силовых тренажерах для мышц бедра. Для тренировки выносливости и переносимости аэробных нагрузок применяют кросс-тренинги с использованием эллиптического тренажера, велотренажера, имитатора ходьбы по лестнице и тренажера имитатора бега на лыжах. Тренировки равновесия усложняют сопротивлением резинового жгута, включением более динамичных движений на менее стабильных поверхностях. (Рис 31-16) Плиометрические тренировки вводят ближе к завершению этой фазы, по мере достижения адекватного объема движений. Перед тем как приступить к плиометрике, необходимо достичь адекватной мышечной силы, без заваливания таза при опоре на одну ногу. Акцент необходимо делать на качестве выполнения движений и способности демпфировать нагрузки. Плиометрические тренировки начинают с запрыгиваний на тумбу, осваивая постепенно прыжки на месте и прыжки в длину.



Рис. 31-13 Активно-пассивные упражнения на разработку объема движений: сгибания бедра в положении лежа на спине.



Рис. 31-14 Контроль мышц корпуса: упражнение II уровня сложности на контроль мышц корпуса по Sahrman. Для контроля правильности выполнения упражнения используют специальную пневмо-манжету с манометром, расположенную под тазом.



Рис. 31-15 Поддержание стабильности корпуса при разгибаниях бедра.



Рис. 31-16 Упражнение с сопротивлением для увеличения силы отводящих мышц бедра, улучшения проприоцепции, а также навыков поддержания динамического равновесия.

### Профилактика осложнений

По мере увеличения объема движений и сложности тренировок следует больше внимания уделять качеству выполнения и избегать провоцирования болевых и механических симптомов. При этом допускается сохранение некоторой разницы по объему движений между конечностями. Просто движения должны соответствовать текущему уровню физической активности. При плиометрической тренировке следует избегать предельных углов сгибания и разгибания в суставе, а также быстрой смены направления движений. Прежде чем это делать, вышеперечисленные движения должны быть отработаны в плановом порядке.

III фаза послеоперационной реабилитации (с 11 по 13 недели)
<b>Цели</b>
Автономность в выполнении программы домашних упражнения в соответствии с данными рекомендациями Оптимизация объема движений Контроль корпуса: возможность выполнить тестовые упражнения на стабилизацию корпуса II – III уровня сложности по Sahrman Сила нижних конечностей 5 баллов из 5 Хороший уровень поддержания динамического равновесия Отсутствие боли при повседневных нагрузках
<b>Меры предосторожности</b>
Избегать провоцирования болевых и механических симптомов Решение вопроса об усложнении программы принимайте только на основании функционального тестирования При выполнении упражнений качество не следует приносить в жертву количеству
<b>План лечения</b>
Выполнение домашних упражнений в соответствии с инструкциями. Дополнение программы на основании динамических осмотров пациента Донести информацию о допустимых значениях нормальных углов движения Выполнение упражнений средней сложности на стабильность корпуса <ul style="list-style-type: none"><li>▪ упражнения II уровня сложности на поддержание стабильности корпуса по Sahrman</li><li>▪ подъемы-разгибания выпрямленной ноги из положения на четвереньках</li><li>▪ нагрузка по диагонали</li></ul> Кросс-тренинг: эллиптический тренажер, велотренажер, имитатор ходьбы по лестнице, тренажер имитатор бега на лыжах Начало занятий в зале с включением тренажеров для укрепления мышц бедра Начало плиометрики
<b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b>
Хорошее поддержание динамического равновесия Сила нижней конечности 5/5 баллов Возможность сохранить стабильность корпуса при выполнении упражнений II-III уровня сложности по Sahrman Объем движений, соответствующий предъявляемой нагрузке Отсутствие перекоса таза при выполнении теста с опорой на одну ногу

### IV фаза послеоперационной реабилитации (с 14 по 16 недели)

Данная фаза предназначена для пациентов, которые хотят вернуться к интенсивным физическим нагрузкам, к видам спортивной деятельности, характеризующимся резкой сменой направления движений и чередованием ускорений и замедлений.

Для выполнения упражнений этой фазы, пациент должен получить допуск от хирурга. Плиометрические тренировки включают в себя серии прыжков на двух ногах, с постепенным переходом к прыжкам на одной. Нагрузка регулируется субъективной переносимостью. Вид упражнений зависит от специфики присущей конкретному спорту. Объем движений, и силовая база должны быть также приведены в соответствие с конкретной спортивной задачей. Прыжки с места в длину оказывают на суставы высокие сдвигающие нагрузки и могут выполняться только на четвертом этапе. После достижения хорошего контроля положения таза в стойке на одной ноге можно приступать к беговым тренировкам. Возвращению в спорт предшествует тщательное обследование с оценкой оптимальности объема движений, симметричности выполнения упражнений с резкой сменой направления, способности ягодичных мышц стабилизировать таз, правильное выполнение упражнений III уровня сложности по классификации Sahrman (Рис. 31-17) [12].



Рис. 31-17 Упражнение III уровня сложности на контроль мышц корпуса по Sahrman.

Также оценивают выносливость спортсмена и качество выполнения специфических движений, характерных для основного вида спорта. Соответствие указанным параметрам является залогом успешного возвращения в спорт.

### **Профилактика осложнений**

По мере усложнения упражнений важно сохранить адекватный уровень силовой подготовки.

Даже в этой фазе, следует предотвращать провоцирование болевых и механических симптомов. Если пациент демонстрирует резкое ухудшение результатов, следует устранить возможные дефициты переносимости аэробных нагрузок, недостаток силовой подготовки и мощности. Спортсмен должен продолжить программу увеличения силы и гибкости адекватно потребностям конкретного вида спорта.

<b>IV фаза послеоперационной реабилитации (с 14 по 16 недели)</b>
<b>Цели</b>
Автономность выполнения программы домашних упражнений в соответствии с рекомендациями Минимизация болевого синдрома после тренировки
<b>Меры предосторожности</b>
Избегать провоцирования механических и болевых симптомов При решении вопроса о переходе на новый уровень нагрузок ориентироваться на функциональные критерии готовности Поддержание адекватной силовой базы
<b>План лечения</b>
Выполнение программы домашних упражнений в соответствии с рекомендациями: упражнения на тренировку гибкости и силы Продолжить плиометрические тренировки с усложнением Беговые нагрузки: начало интервальных тренировок Упражнения на поддержание динамического равновесия Упражнения со сменой направления движений/тренировка телесной ловкости Продолжить упражнения на поддержание стабильности корпуса с усложнением. Устранение мышечного дисбаланса на различных уровнях Тренировка на выносливость
<b>Критерии допуска к занятиям спортом</b>
Сила ягодичных мышц, достаточная для контроля положения таза Выраженность боли по ВАШ 0 из 10 баллов при выполнении всего перечня продвинутых упражнений Оптимальный объем движений

### Литература

1. Kelly, B., Draovitch, P., Enseki, K., Martin, R., Ernhardt, R., Philippon, M. Hip Arthroscopy and the Management of Nonarthritic Hip Pain. University of Pittsburgh Medical Center.
2. McCarthy, J., Barsoum, W., Puri, L., Lee, J., Murphy, S., Cooke, P. The Role of Hip Arthroscopy in the Elite Athlete. Clin Orthop Relat Res 2003;406:71-74.
3. Lavigne, M., Parvizi, J., Beck, M., Siebenrock, K., Ganz, R., Leunig, M. Anterior Femoroacetabular Impingement Part I. Techniques of Joint Preserving Surgery. Clin Orthop 2004;418:61- 66.
4. Mason, J.B. Acetabular Labral Tears in the Athlete. Clin Sports Med 2001;4:779-790.
5. Byrd, T., Jones, K. Hip Arthroscopy in Athletes. Clin Sports Med 2001;4:749-778.
6. Konrath, G.A., Hamel, A.J., Olson, S.A., Bay, B., Sharkey, N.A. The Role of the Acetabular Labrum and the Transverse Acetabular Ligament in Load Transmission in the Hip. J Bone Joint Surg 1998;80A(12):1781-1788.
7. Baber, Y.F., Robinson, A.H., Villar, R.N. Is Diagnostic Arthroscopy of the Hip Worthwhile? A Prospective Review of 328 Adults Investigated for Hip Pain. J Bone Joint Surg 1999;81: 600-603.
8. Kelly, B., Shapiro, G., Digiovanni, C.W., Buly, R., Potter, H., Hannafin, J.A. Vascularity of the Hip Labrum: A Cadaveric Investigation. Arthroscopy, 2005;21(1):3-11.
9. Kim, Y., Azusa, H. The Nerve Endings of the Acetabular Labrum. Clin Orthop 1995;310:60-68.

10. Byrd, T. Hip Arthroscopy the Supine Position. *Clin Sports Med* 2001;4:703-731.
11. Griffin, K. Rehabilitation of the Hip. *Clin Sports Med* 2001;20: 837-850.
12. Sahrmann, S.A. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. Mosby, St. Louis, 2002, pp. 144-147.
13. Strickland, E.M., Fares, M., Krebs, D.E., Riley, P.O., Givens- Heiss, D.L., Hodge, W.A., Mann, R.W. In Vivo Acetabular Contact Pressures During Rehabilitation, Part I: Acute Phase. *Phys Ther* 1992;10:691-699.
14. Principles of Treatment Part I—Theory. In Skinner, A.T., Thomson, A.M. (Eds). *Duffield's Exercise in Water*, 3rd ed. Bailliere Tindall, East Sussex, 1983, p. 11.
15. Spencer, J.D., Hayes, K.C., Alexander, I.J. Knee Joint Effusion and Quadriceps Reflex Inhibition in Man. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65:171-177.
16. Kibler, B.W. The Role of the Scapula in Athletic Shoulder Function. *Am J Sports Med* 1998;26:325-337.
17. Glick, J. Hip Arthroscopy. *Clin Sports Med* 2001;4:733-747

## МИКРОФРАКТУРИРОВАНИЕ ПРИ АРТРОСКОПИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

По мере изучения структуры и функции хрящевой ткани, прогрессивно развиваются и методики реабилитации после операций на хряще. Основными механизмами повреждения суставного хряща являются прямая травма, и не прямое ударное или торсионное воздействие на сустав. Повреждение хряща приводит к ограничению подвижности в коленном суставе и вызывает боль при движении. В некоторых случаях может формироваться угловая деформация сустава со стойким болевым синдромом [1]. Благодаря увеличению возможностей магнитно-резонансной томографии (МРТ) и артроскопических методик появляется объективная информация о распространенности острых хрящевых повреждений коленного сустава. Так, по некоторым данным, в Соединенных Штатах по поводу хондральных дефектов коленного сустава в 1995 году было выполнено 385000 операций [2]. Иногда к удовлетворительным результатам может приводить и консервативное лечение. Однако в связи с тем, что дефекты хряща могут в итоге привести к формированию дегенеративного остеоартроза, среди ортопедов-травматологов растет интерес именно к хирургическому лечению данной патологии. Одной из хирургических методик является хондропластика дефекта посредством микрофрактурирования, предложенная Steadman с соавт. [3]. Суть данного метода заключается в восстановлении скользящей поверхности сустава собственными силами организма, через стимулирование регенерации местных тканей. Показанием к микрофрактурированию обычно является наличие полнослойного дефекта хряща, расположенного на нагружаемой поверхности мыщелков бедра и голени, а также на контактирующих поверхностях пателло-фemorального сочленения [3-5]. Наличие нестабильного, отделившегося от субхондральной кости хрящевого фрагмента, а также дегенеративных дефектов у пациентов с артрозом без осевой деформации также может быть показанием к микрофрактурированию. Применение методики противопоказано при наличии осевой деформации нижней конечности, неполнослойных хрящевых дефектах, системных аутоиммунных заболеваниях, артритах, связанных с другими заболеваниями, болезнях собственно хрящевой ткани [6]. Противопоказанием может служить, и потенциальная невозможность пациентом выполнять послеоперационные рекомендации.

### Описание операции

Суставной хрящ играет важнейшую роль в функционировании опорно-двигательного аппарата, давая возможность суставным поверхностям синовиальных суставов скользить с минимальным трением [7]. Уникальное строение хрящевой ткани позволяет ей противостоять большим вертикальным и угловым нагрузкам в течение всей жизни. Суставной хрящ не имеет сосудов, и потому обладает минимальным регенераторным потенциалом после травм [8]. Несколько исследований [9-11] показали, что полнослойные дефекты хряща чаще всего обнаруживаются в медиальной мыщелке бедра, в области, которая контактирует с суставной поверхностью голени при сгибании в диапазоне от 30 до 70 градусов [12]. Операция начинается с артроскопической оценки дефекта суставного покрытия (рис. 32-1). Посредством шейвирования или изогнутой кюретки выполняется дебридмент основания хрящевого дефекта до полного обнажения субхондральной кости. Определяется граница прочно фиксированного хряща, а все нестабильные хрящевые фрагменты удаляются. Стенки обработанного дефекта должны быть перпендикулярны субхондральной пластинке, чтобы

способствовать последующему удержанию внутри него элементов костномозгового сгустка [13].

Далее применяют изогнутые под разными углами артроскопические долота, которыми перфорируют подготовленную субхондральную кость в нескольких местах, выполняя, так называемые, “микрореломы” (англ. “microfracture”). Долота в отличие от быстро вращающихся сверл и спиц не вызывают термического некроза костной ткани. Микрофактурные отверстия делают на расстоянии приблизительно 3-4 мм. друг от друга и, как правило, на глубину 3-4 мм. [6-13]. Отверстия служат каналами для доступа крови и мезенхимальных стволовых клеток из губчатой кости и костного мозга в обработанный дефект (рис. 32-2). Результатом всей процедуры должно быть заполнение хрящевого дефекта суперсгустком с репаративным потенциалом грануляционной ткани. Проллиферируя, грануляции дифференцируются в грубоволокнистую или фиброзную хрящевую ткань. Именно эта ткань в конечном итоге призвана заместить дефект хрящевого покрытия [6-14].

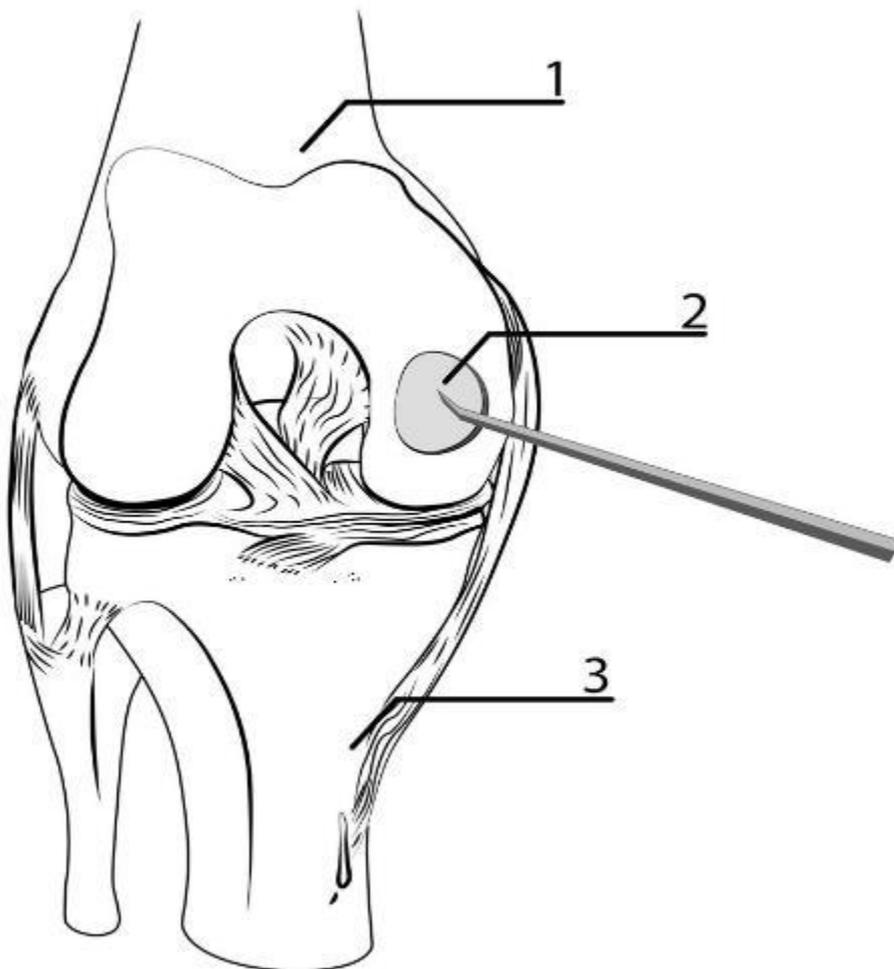


Рис. 32-1 Хрящевой дефект медиального мыщелка бедра размером 2\*2 см.

1. бедренная кость
2. большеберцовая кость
3. хрящевой дефект

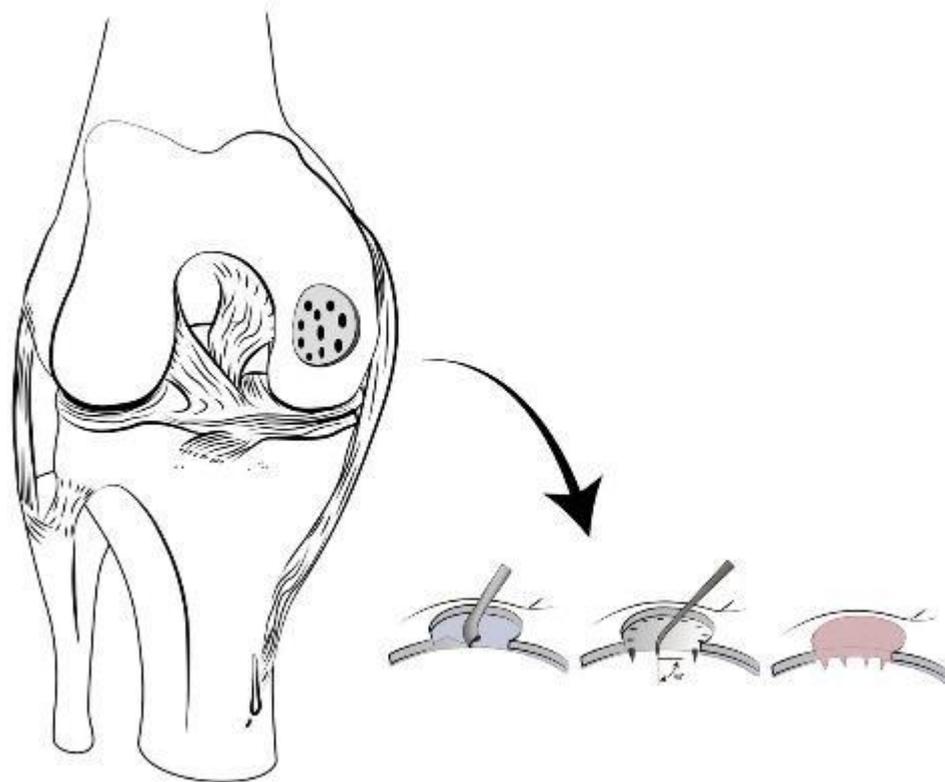


Рис. 32-2 Микрофрактурные отверстия выполняются на расстоянии от 3 до 4 мм. друг от друга на глубину 3-4 мм. В результате кровяные и мезенхимальные стволовые клетки образуют на поверхности дефекта супергусток с грануляционным потенциалом. Грануляции далее трансформируются в грубоволокнистую и фиброзную хрящевую ткань.

### Обзор реабилитации

Реабилитация после любого вмешательства на хряще представляет сложную задачу. Как правило, после микрофрактурирования реабилитационный процесс занимает несколько месяцев. Реабилитолог должен донести до пациента всю важность соблюдения рекомендаций еще в самом начале, так как функциональный результат напрямую зависит от соблюдения режима ограничения нагрузки и правильности выполнения лечебной физкультуры на дому. На каждом этапе специалист должен учитывать естественное течение регенерации, обеспечивая оптимальные условия для защиты хрящевого дефекта. Использование практических знаний о структуре и функции суставного хряща, в сочетании с пониманием сил, воздействующих на хрящ во время выполнения определенных упражнений и восстановительных мероприятий, позволят защитить сустав, и привести пациента к оптимальному функциональному результату.

Важное значение имеет контакт с хирургом-ортопедом на протяжении всего реабилитационного процесса, так как величина и расположение дефекта прямо влияют на построение программы реабилитации. Так, например, программа лечебной физкультуры при лечении хрящевого дефекта нагружаемой поверхности медиального мыщелка бедра, будет отличаться от таковой при вовлечении не нагружаемой поверхности или пателло-фemorального сочленения.

Послеоперационные рекомендации должны быть персонифицированы. Каждый раз переход в следующую фазу реабилитации осуществляется только

после успешного прохождения по определенным критериям специального этапного тестирования. Задачей реабилитации является восстановление полного объема движения, гибкости, силы и проприоцепции, необходимых для повседневных нагрузок и/или занятий спортом. Все это должно быть реализовано на фоне защиты заживающего хряща и приложения к нему только адекватных нагрузок.

### **I фаза послеоперационной реабилитации (со дня операции по 6 неделю)**

В первой фазе послеоперационной реабилитации коленному суставу обеспечивают максимальную защиту. У пациентов с хрящевыми дефектами бедра или голени для улучшения условий заживления ограничивают вертикальную нагрузку на оперированную конечность до уровня касания пола (менее 2,5 кг). При этом пациенты ходят с дополнительной опорой на костыли. Пациентам, оперированным по поводу хондральных дефектов пателло-фemorального сочленения, сразу после операции на ногу, разрешают нагрузку до 50% массы тела и далее увеличивают ее по мере переносимости. Независимо от локализации хрящевого дефекта в послеоперационном периоде пациент должен использовать специальный ортез с замковым шарниром. При дефектах хряща бедренной и большеберцовой костей, оперированная конечность фиксируется ортезом в положении полного разгибания. При пателло-фemorальных локализациях хондральных повреждений шарнир послеоперационного ортеза должен обеспечивать сгибание в диапазоне от 0 до 20 градусов.

Вышеуказанные мероприятия призваны защитить кровяной сгусток от срезающих усилий и не допустить уровня сгибания, при котором надколенник начнет движение по межмышечковой борозде [6]. Сразу после операции приветствуется ранняя мобилизация сустава, направленная на увеличение объема движений, снижение риска формирования внутрисуставных спаек и профилактику хронического болевого синдрома. При этом целевым является диапазон движения от 0 до 120 градусов, достичь которого необходимо к 6 неделе после операции. Проведенные исследования подтверждают пользу в раннем послеоперационном периоде контролируемых движений [5,15-17]. Suhc соавт. [17] продемонстрировали стимулирующее влияние контролируемых движений на заживление хондральных повреждений при исключении сдвигающих воздействий на хрящ. Таким образом, при разработке движений следует избегать приложения к хрящу сдвигающего насилия при опоре на ногу. Для увеличения объема движений стратегически верным является использование устройств продленной пассивной мобилизации (мото-шины) и активно-ассистированных упражнений. При этом мото-шину можно использовать сразу после операции (рис. 32-3). На мото-шине задают объем движения от 0 до 45 градусов сгибания, и далее увеличивают его по мере переносимости. Rodrigo с соавт. [5] пришли к выводу, что использование мото-шины по 6 часов в день, в течение 8 недель после проведения микрофрактурирования по поводу полнослойных хрящевых дефектов в коленном суставе ведет к более полноценному заживлению в сравнении с реабилитацией без мото-шин. При этом, результаты были подтверждены повторной артроскопией. В дополнение к мото-шинам, пациента обучают методике активно-ассистированных упражнений, которые необходимо проводить несколько раз в день (рис. 32-4). Одной из главнейших задач первой фазы реабилитации является восстановление полного разгибания в коленном суставе, так как формирование сгибательной контрактуры приведет к нарушению походки соответствующим симптомокомплексом пателло-фemorальной боли [18-20]. Пациенту рекомендуют сесть или лечь, подложив под пятку оперированной ноги свернутое полотенце. В

таком положении под действием силы тяжести к колену прилагается распределенное во времени низкоэнергетическое разгибательное усилие. Это упражнение выполняют несколько раз в день. Выполнение можно прекратить, по достижении полного пассивного разгибания в коленном суставе. Мануальная мобилизация надколенника проводится вначале реабилитологом. Пациент также должен быть обучен технике мобилизации, чтобы включить ее в перечень самостоятельных домашних упражнений.

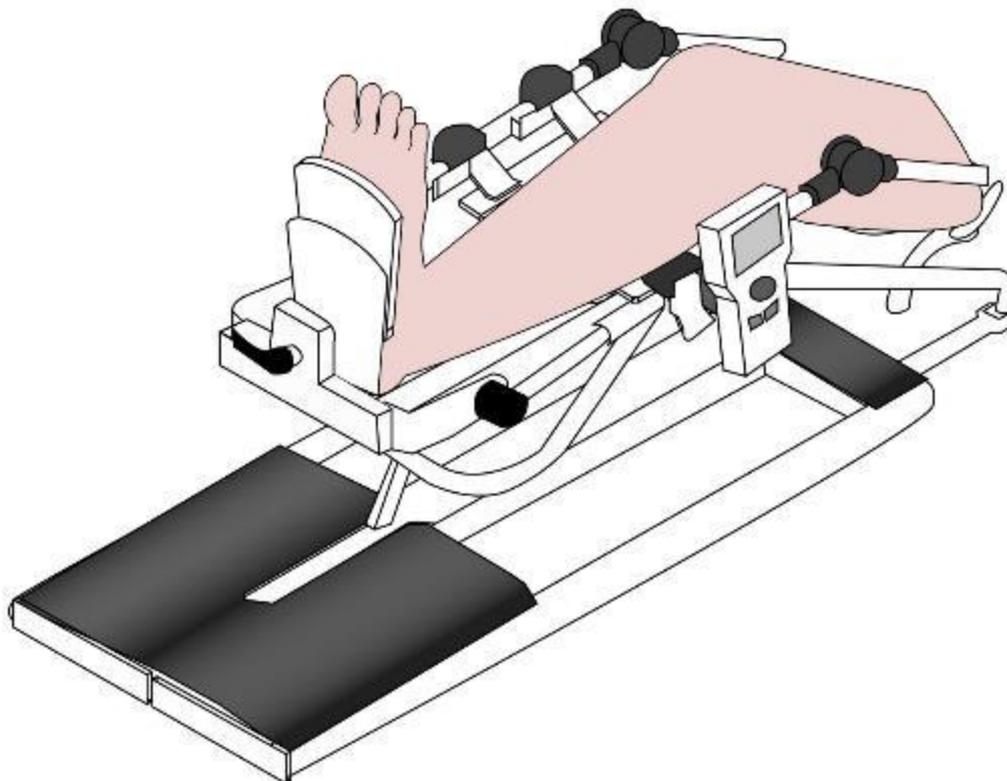


Рис. 32-3 Сразу после операции начинают использовать аппарат для продленной пассивной мобилизации (мото-шину).



Рис. 32-4 Пациент выполняет активное сгибание и разгибание оперированной конечности в коленном суставе с ассистенцией здоровой ногой.

Укрепление мышц в этой фазе начинают с изометрических упражнений для четырехглавой мышцы бедра. Положение коленного сустава должно быть близко к полному разгибанию, так как при этом большинство возможных хондральных дефектов будут выведены из-под нагрузки. В качестве инструмента обратной связи и просто для увеличения комфорта можно использовать валик из свернутого полотенца под коленом. Рекомендуются тренировки с субмаксимальным напряжением четырехглавой мышцы. Если произвольное сокращение четырехглавой мышцы бедра невозможно, то для восстановления двигательного контроля можно использовать устройства с биологической обратной связью и миостимуляторы. По мере увеличения объема движений, могут быть добавлены изометрические упражнения для квадрицепса под другими углами. При выполнении упражнений, реабилитолог не должен сгибать ногу в коленном суставе до угла, при котором происходит непосредственное давление на хрящевой дефект. Это имеет особое значение у пациентов с пателло-фemorальными повреждениями.

Также в первой фазе начинают упражнения с подъемом выпрямленной ноги в разных плоскостях. Сопротивление движению прогрессивно увеличивают до полного нивелирования слабости проксимальной мышечной группы. Для этого дополнительно могут использоваться снаряды для упражнений с прогрессивным сопротивлением. Занятия на велоэргометре возможны по достижении 85 градусов сгибания в коленном суставе и выполняются на тренажерах, оснащенных педалями с коротким шатуном (90 мм) [21]. Использование стандартного велоэргометра возможно по достижении в оперированном суставе 110-115 градусов сгибания.

По мере улучшения двигательного контроля четырехглавой мышцы бедра и увеличения объема движения, со 2-3 недели после операции можно приступать к водным упражнениям с доской для плавания или бегу в бассейне в разгружающем плавательном жилете.

В программу больничных и домашних занятий включают упражнения для растяжки икроножных мышц и мышц задней поверхности бедра.

Для уменьшения боли в суставе, можно использовать локальную криотерапию и электронейромиостимуляцию (режим TENS (англ.), по-русски ЧЭНС – чрескожная электронейростимуляция). Программа домашних упражнений должна постоянно обновляться по мере улучшения функционального состояния пациента. Пациенту разъясняют важность строгого соблюдения тренировочного режима.

### **Профилактика осложнений**

Эта фаза является наиболее сложной для врача и пациента, поскольку требует строгого соблюдения режима ограничения осевой нагрузки, отсутствие которой критично для достижения положительного функционального результата. Врач должен сделать все возможное, чтобы процесс реабилитации оставался интересным. Это означает, что реабилитолог должен действовать настойчиво, там, где это возможно, и проявлять креативность в подборе упражнений для пациентов, отказывающихся сотрудничать. Все это поможет пациентам преодолеть элемент фрустрации, связанный с наличием в этой фазе длительного периода иммобилизации и ограничения нагрузки.

I фаза послеоперационной реабилитации (со дня операции по 6 неделю)
Цели
<p>Контроль боли и послеоперационного отека  Достижение диапазона движений от 0 до 120 градусов  Предотвращение ингибирования четырехглавой мышцы бедра  Нормализация силы проксимальных мышц конечности  Возможность автономно выполнять домашний комплекс ЛФК</p>
Меры предосторожности
<p>Соблюдение ограничений по опорной нагрузке: послеоперационный шарнирный замковый ортез, фиксированный в положении полного разгибания. При пателлофemorальном повреждении - фиксация ортеза на диапазон от 0 до 20 градусов сгибания  Не пренебрегать упражнениями на увеличение объема движения в коленном суставе</p>
План лечения
<p>Использование аппарата для продленной пассивной мобилизации сустава (мото-шины)  Активно-ассистированные упражнения (в пределах безболезненного объема движения)  Упражнения на растяжку с помощью полотенца  Мобилизация надколенника  Ходьба с опорой на костыли. Весовая нагрузка до касания пола пальцами в шарнирном замковом ортезе, фиксированном в положении полного разгибания  Частичная нагрузка на оперированную ногу с переходом к полной опоре по мере индивидуальной переносимости; при локализации хондрального повреждения в пателло-фemorальном сочленении - установка шарнирного ортеза на диапазон от 0 до 20 градусов сгибания  Двигательное переобучение четырехглавой мышцы бедра (упражнения, синхронизированные с электромиостимуляцией или тренировка под контролем электромиографии)  Изометрические упражнения для четырехглавой мышцы на разных углах сгибания (субмаксимальные нагрузки при выполнении двумя ногами)  Велоэргометр с коротким шатуном, и далее обычный велоэргометр  Упражнения по подъему выпрямленной ноги во всех плоскостях  Упражнения для бедра с прогрессивным сопротивлением  Занятия в бассейне  Подошвенное сгибание стопы с эластичной лентой типа Thera-Band  Упражнения на увеличение гибкости нижней конечности  Занятия на эргометре для верхнего плечевого пояса индивидуальной интенсивности  Криотерапия  Постоянный контроль эффективности самостоятельного домашнего выполнения ЛФК  Формирование комплайенса для выполнения домашних упражнений, а также ясного понимания необходимости ограничения весовой нагрузки</p>
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации
<p>Разрешение врача на этапное увеличение весовой нагрузки (6 неделя)  Объем движений в коленном суставе от 0 до 120 градусов  Проксимальная мышечная сила 5 (0-5) баллов  Способность уверенно поднять из положения лежа на спине полностью разогнутую в коленном суставе ногу. Наличие сгибательной установки в коленном суставе не допускается</p>

## II фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 12 недели)

Эта фаза реабилитации включает в себя восстановление полного объема движений в коленном суставе и нормализацию походки. Как только пациент может продемонстрировать хороший уровень двигательного контроля четырехглавой мышцы (уверенное поднятие полностью выпрямленной ноги), ношение послеоперационного шарнирного ортеза прекращают. Для ежедневной носки пациенту рекомендуют пользоваться ортезом легкой фиксации. Такой ортез скорее просто “напоминает” о коленном суставе, чем собственно обеспечивает механическую поддержку. Для пациентов с пателло-фemorальным повреждением, угол на послеоперационном ортезе увеличивают поэтапно, и только после этого ортез снимают. Пациентам с угловой деформацией на уровне коленного сустава назначают разгружающий варизирующий или вальгизирующий ортез (рис. 32-5).



Рис. 32-5 Разгружающий ортез.

Темп увеличения весовой нагрузки зависит от размера, локализации и типа хрящевого повреждения. Обычно через 6 недель после операции дефект суставной поверхности должен начать заполняться хрящеподобной тканью и можно начинать прогрессивную нагрузку весом. Помощь пациенту для начала дозированной нагрузки на оперированную ногу могут оказать компьютеризированные барометрические платформы (рис. 32-6). При этом пациент может постепенно увеличивать нагрузку на оперированную конечность до заданной величины, выраженной в процентах от массы тела. Прибор позволяет получить соответствующую обратную связь на экране компьютера. Зафиксированное таким

образом ощущение “правильной нагрузки” на ногу переносят далее на обучение ходьбе. Т.е. при ходьбе, пациент теперь нагружает ногу, ориентируясь на усилие, зафиксированное на платформе с биологической обратной связью. Также полезны варианты восстановительного лечения с использованием различных разгружающих систем и устройств. Например, подвесная разгружающая система (рис. 32-7) и подводная беговая дорожка (рис. 32-8) помогают осуществить этапное дозированное увеличение нагрузки на оперированный сустав. Ходьба с погружением пациента в воду до уровня талии снижает весовую нагрузку на 40-50%, а погружение по грудь на 60-75% [22,23]. Как только восстанавливается нормальный стереотип ходьбы, пациент может оставить костыли. Как правило, это происходит через 2-3 недели после операции. По мере переносимости увеличивают интенсивность активно-ассистированных упражнений, с тем, чтобы к 3 месяцам после операции или ранее достичь полного объема движений в коленном суставе.



Рис. 32-6 Пациент получает обратную связь от барометрической платформы для тренировки равномерного распределения нагрузки между ногами и недопущения перегрузки оперированной ноги. На экране компьютера, перед пациентом, визуальна представлена информация о распределении давления под каждой стопой в процентах от веса тела.



Рис. 32-7 Подвесная разгружающая система.

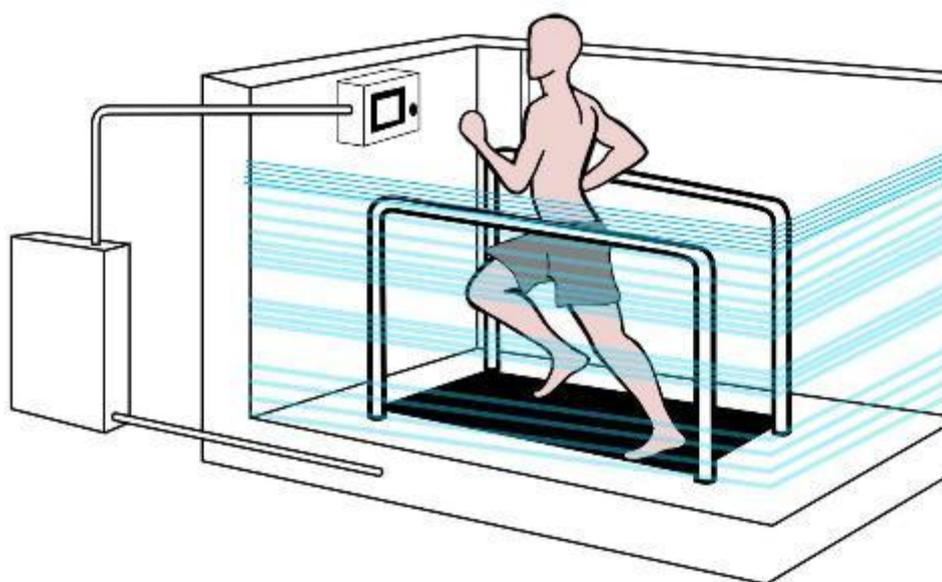


Рис. 32-8 Тренировки на подводной беговой дорожке.

Увеличение мышечной силы имеет решающее значение в обеспечении безопасного прогресса реабилитации и достижении оптимального функционального результата. Оптимально функционирующий функциональный мышечно-сухожильный сегмент может снять часть компрессионной нагрузки на суставную поверхность. Реабилитолог должен научить пациента избегать вертикальных и тангенциальных нагрузок на сустав под углами, которые способствуют прямому сдавлению хрящевого дефекта ответной суставной поверхностью. На сегодняшний момент понимание роли таких специфических, индуцированных обычной силовой тренировкой, нагрузок на сустав ограничено. Исследования, тем не менее, подтверждают эффективность комбинирования упражнений в открытой и замкнутой кинематической цепи, если они не ведут к перегрузке участка/участков с микрофрактурированием [24-28]. При разгибании коленного сустава в открытой кинематической цепи, наибольшая сжимающая нагрузка приходится в суставе на диапазон от 90 до 60 градусов, а срезающее усилие на хрящ максимально с 40 до 0 градусов. При выполнении упражнений в замкнутой кинематической цепи, максимальные сжимающие и тангенциальные нагрузки фиксируются в диапазоне от 100 до 60 градусов [24,28]. Palmitier с соавт. [26] через биомеханическое моделирование продемонстрировали, что срезающее усилие на хрящ, расположенный между бедром и голенью можно уменьшить, если при выполнении движения между суставными концами увеличить компрессию.

Именно поэтому в этой фазе преобладают упражнения в замкнутых кинематических цепях. Жим платформы ногами выполняется в диапазоне сгибания коленного сустава от 60 до 0 градусов. При этом задействованы обе ноги, а упражнение выполняется с большим количеством повторений и малыми весами. Постепенно увеличивают объем движений и используемые веса. В программу добавляют мини- и полу-приседы в диапазоне от 0 до 45 градусов сгибания в коленном суставе. Для контроля правильности выполнения этих упражнений используют физиотерапевтический мяч.

В план реабилитации включают упражнения с прогрессивным сопротивлением. При выполнении приседаний с помощью варизирующей или вальгизирующей клиновидной опоры под стопу можно шунтировать часть нагрузки с пораженного отдела сустава (рис. 32-9).



Рис. 32-9 Мини-приседы выполняются на вальгизирующей клиновидной опоре, которая позволяет шунтировать часть нагрузки с области хрящевого дефекта.

Постепенно приступают к тренировкам на степе. Начинают с высоты степа 10 см. с последующим увеличением ее до 20 см. (рис. 32-10).



Рис. 32-10 Упражнения в замкнутой кинематической цепи с шагом на степ постепенно усложняют, добавляя снаряд высотой 20-см.

Упражнения с разгибанием коленного сустава в открытой кинематической цепи в этой фазе проводятся только по индивидуальным показаниям, и они не должны вовлекать в нагрузку пораженные участки хряща. Escamillas соавт. [24] показали, что упражнения в открытой кинематической цепи на углах сгибания коленного сустава до 57 градусов создают в пателло-фemorальном сочленении более значительные нагрузки, чем подобные упражнения выполненные в замкнутой цепи. Поэтому, пациентам, перенесшим микрофрактурирование по поводу дефектов суставных поверхностей пателло-фemorального сочленения, настоятельно рекомендуют воздерживаться от разгибательных упражнений в открытых кинематических цепях до 3 месяцев после операции.

Проприоцептивные тренировки и упражнения на тренировку баланса начинают, как только пациент может дать на оперированную конечность 50% весовой нагрузки. Балансировочная опора (доска-качалка), обеспечивающая качание только в сагиттальной или фронтальной плоскостях, вводится в программу для тренировки равномерного распределения осевой нагрузки на нижние конечности. По мере увеличения тренированности, к занятиям добавляют многоплоскостные динамические балансировочные системы. При увеличении силы и уверенном поддержании баланса, переходят к балансированию на одной оперированной ноге. При этом неоперированной конечностью выполняют упражнения с эластическими лентами (рис. 32-11).



Рис. 32-11 Балансируя на оперированной конечности, выполняют упражнения с эластической лентой на контрлатеральной конечности.

Для укрепления четырехглавой мышцы бедра используют ходьбу спиной вперед по наклонной беговой дорожке. Угол наклона дорожки увеличивают по мере улучшения навыков [29]. Продолжают упражнения на увеличение эластичности всех сегментов оперированной нижней конечности. По мере увеличения объема движений можно добавить стретчинг четырехглавой мышцы бедра.

### **Профилактика осложнений**

До достижения адекватной мышечной силы пациенту не рекомендуются долгая ходьба и стояние. Форсированная реабилитация возврат к повседневным нагрузкам может привести закончиться нарастанием отека и болевого синдрома. Вероятно, это связано со слабостью активной мышечной защиты суставных поверхностей. План реабилитации в таком случае необходимо скорректировать, ориентируясь на результаты динамических осмотров пациента. Динамическая оценка состояния сустава играет ключевую роль в реализации последовательной и безопасной программы реабилитации пациента.

II фаза послеоперационного периода (с 6 по 12 недели)	
Цели	<p>Объем движения от 0° до нормального угла сгибания</p> <p>Нормализация подвижности надколенника</p> <p>Восстановление нормальной походки</p> <p>Подъем по обычной лестнице (высотой 20см.) с хорошим динамическим контролем конечности без боли</p>
Меры предосторожности	<p>Избегать обычного реципрокного спуска по лестнице до достижения адекватного двигательного контроля четырехглавой мышцы и нормальных угловых взаимоотношений в оперированном суставе</p> <p>Избегать боли при выполнении упражнений и функциональных тренировках</p>
План лечения	<p>Прогрессивное увеличение весовой нагрузки на конечность /отработка навыков походки с помощью костылей</p> <p>Отказ от костылей по достижении безболезненной ходьбы</p> <p>Если пациент способен поднять полностью выпрямленную в коленном суставе ногу, ношение послеоперационного шарнирного ортеза прекращают</p> <p>Ношение разгружающего ортеза/бандажа легкой фиксации по усмотрению врача</p> <p>Барометрические платформы для контроля увеличения весовой нагрузки и дозирования усилия на основе биологической обратной связи.</p> <p>Подводная беговая дорожка (ходьба в воде) если послеоперационные раны эпителизированы.</p> <p>Использование подвесных разгружающих систем</p> <p>Активно-ассистированные упражнения</p> <p>Жим ногами (0-60 градусов)</p> <p>Мини-приседы/переносы веса телас ноги на ногу</p> <p>Ходьба по беговой дорожке спиной вперед</p> <p>Проприоцептивные тренировки и упражнения на баланс</p> <p>Проприоцептивные тренировки на нестабильных платформах и выполнение упражнений с эластичными лентами контрлатеральной конечностью</p> <p>Тренировка подъема на ступе</p> <p>Тренажеры – симуляторы подъема по лестнице</p> <p>Подъемы выпрямленной ноги с прогрессивным сопротивлением</p> <p>Упражнения для развития гибкости нижних конечностей</p> <p>Разгибания в коленном суставе в открытой кинематической цепи до 40 градусов (при хондральных повреждениях бедренно-большеберцового сочленения). Однако предпочтительны упражнения в замкнутой кинематической цепи</p> <p>Постоянный контроль эффективности самостоятельного домашнего выполнения ЛФК</p>
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации	<p>Объем движений в коленном суставе от 0° до нормального угла сгибания</p> <p>Нормальный динамический стереотип походки</p> <p>Способность шагнуть на ступ высотой 20 см.</p> <p>Нормальная подвижность надколенника</p>

### **III фаза послеоперационной реабилитации (с 12 по 18 недели)**

Эта фаза реабилитации призвана восстановить силу мышц, достаточную для нормальной повседневной активности. Для этого дальнейшее развитие претерпевают программы, осуществляемые во II фазе. В III фазе, упражнения в замкнутой кинематической цепи реализуют в большем диапазоне движения (т.е. жим ногами и приседания с углом сгибания в коленном суставе от 0 до 80 градусов). Начинают упражнения на спуск со степа высотой 10 см., и, по мере улучшения, продолжают их на снаряде высотой 20 см. Прогрессирование тренировок осуществляется по мере достижения правильности выполнения и полного контроля над движениями. Упражнения в открытой кинематической цепи могут быть продолжены в той мере, в которой они не вовлекают область хондрального повреждения. При этом особое внимание обращают на появление боли и крепитации в суставе. Сначала упражнения осуществляют в диапазоне от 90 до 40 градусов. Постепенно увеличивают объем движений до полного. Осторожность при работе в открытой кинематической цепи особенно необходима у пациентов с повреждением области пателло-фemorального сочленения. Добавляют упражнения с сопротивлением для задней группы мышц бедра. Продолжают упражнения на увеличение силы проксимальной группы мышц.

Тренировку баланса и упражнения на улучшение проприоцепции выполняют на балансировочных платформах с множественными плоскостями смещения (пенные блоки, балансировочные доски-качалки и т.д.). Также вводят упражнения, в которых инструктор во время балансирования старается вывести пациента из равновесия толчками или смещениями в разных направлениях подвижной платформы.

По мере улучшения баланса и прироста силы нижних конечностей, можно переходить от ходьбы к бегу спиной вперед по наклонной беговой дорожке. Повышенное внимание также уделяют упражнениям на развитие гибкости мышц оперированной конечности, поскольку она потребует для последующих функциональных тренировок.

На 4 месяце послеоперационного периода проводят функциональное тестирование спуска со степа (“степ-даун тест”) и аппаратное изокинетическое тестирование коленного сустава на скорости 180 и 300 градусов в секунду. Эти скорости выбраны потому, что при них фиксируются меньшие срезающие нагрузки и силы сжатия на хрящ, чем при более медленных скоростях [31,32]. При оценке результатов тестирования желательно чтобы разница между конечностями не превышала 15%.

По достижении критериев перехода в следующую фазу, пациент отходит отформализованных занятий с реабилитологом и приступает к самостоятельным тренировкам в спортзале или на дому, или же посвящает последнюю фазу реабилитации подготовке к возвращению в спорт.

#### **Профилактика осложнений**

Увеличение числа новых тренировочных приемов должно быть последовательным. Развитие силы, необходимой для нормального спуска по лестнице является долгой и трудной задачей. Таким образом, иногда пациенту может быть необходимо воздержаться от спуска по обычным лестничным пролетам (с высотой ступеней около 20 см.) до достижения адекватной силы мышц.

Реабилитолог также должен следить за объемом силовых тренировок с сопротивлением для профилактики перетренированности и перегрузочных синдромов.

III фаза послеоперационной реабилитации (с 12 по 18 недели)
Цели
<p>Способность спуститься по обычной лестнице (с высотой ступеней 20-см.) с хорошим динамическим контролем конечности без боли</p> <p>Достижение симметрии между конечностями равной или превышающей 85% (при хондральных повреждениях бедренно-большеберцового сочленения) по результатам изокинетического тестирования, и теста на спуск со степа шагом вперед (“степ-даун тест”)</p> <p>Возвращение к нормальной повседневной активности</p> <p>Увеличение гибкости оперированной конечности</p>
Меры предосторожности
<p>Избегать боли при выполнении упражнений и при функциональных тренировках</p> <p>Исключить бег до обретения адекватной мышечной силы. Разрешение на начало беговых нагрузок дает только врач</p>
План лечения
<p>Продолжение и усложнение программы приседаний</p> <p>Начало обучения спускаться по лестнице</p> <p>Жим ногами (предпочтительны эксцентрические упражнения)</p> <p>Разгибания коленного сустава в открытой кинематической цепи в диапазоне 90-40градусов. Однако предпочтительно выполнение упражнений в замкнутой цепи.</p> <p>Усложнение проприоцептивных тренировок (активное выведение из равновесия на нестабильной платформе)</p> <p>Координаторные упражнения и упражнения на ловкость (со спортивным жгутом)</p> <p>Эллиптический тренажер</p> <p>Ходьба и бег по беговой дорожке спиной вперед</p> <p>Укрепление задней группы мышц бедра, укрепление проксимальной мышечной группы</p> <p>Упражнения на растяжку для нижней конечности</p> <p>Тест на спуск со степа шагом вперед (“степ-даун тест”) под контролем компьютеризированной барометрической платформы через 4 месяца после операции.</p> <p>Изокинетическое тестирование через 4 месяца после операции</p> <p>Постоянный контроль эффективности самостоятельного домашнего выполнения ЛФК</p>
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации
<p>Возможность спуститься по лестнице с высотой ступеней 20-см., контролируя конечность и без боли.</p> <p>Симметрия конечностей равная или превышающая 85% при изокинетическом тестировании и тесте на спуск со степа (при повреждениях бедренно-большеберцового сочленения)</p>

#### **IV фаза послеоперационной реабилитации: возвращение в спорт (начиная с 18 недели)**

Эта финальная фаза предназначена для подготовки к возвращению атлетов в спорт. Когда разница в силе между оперированной и неоперированной

конечностями при изокинетическом и функциональном тестировании не будет превышать 15%, разрешается бег на дорожке. Предпочтение отдают скоростным тренировкам на короткие дистанции перед медленным бегом на длинные. Добавляют плиометрические упражнения, специфичные для конкретного вида спорта. Включают в программу продвинутое упражнения для нейро-мышечной активации, имитирующие игровые или спорт-специфические ситуации.

Тесты с прыжком на одной ноге по прямой и в шахматном порядке (англ. “hop-test”, “cross-overhop test”) должны продемонстрировать целевую симметрию между конечностями не менее 85% [33,34]. При динамическом тестировании, а также во время тренировок обращают внимание на уверенность выполнения упражнений и отсутствие страха или предчувствия боли. Эти данные, наряду с любыми другими имеющими отношение к пациенту сведениями необходимы хирургу-ортопеду для окончательного решения вопроса о допуске к занятиям спортом.

### Профилактика осложнений

Мониторинг объема тренировок как в начальных фазах, так и в последующих играет важную роль в обеспечении быстрого и безопасного возвращения в спорт. При разработке программы восстановления специалист по реабилитации должен сочетать периоды силовых тренировок, плиометрических занятий, упражнений на координацию и нейро-мышечный контроль с периодами отдыха. Перед возвращением в спорт, травмированная конечность должна полностью удовлетворять критериям по целевому объему движения, гибкости, мышечной силе, улучшению скоростных-силовых нагрузок и выносливости.

IV фаза послеоперационной реабилитации: возвращение в спорт (с 18 недели)
Цели
Отсутствие предчувствия боли и страха при выполнении спорт-специфических упражнений Увеличение силы и гибкости в соответствии с запросами конкретного вида спорта Достижение не менее 85% симметрии конечностей при выполнении прыжкового теста (hop-test)
Меры предосторожности
Избегать боли при выполнении упражнений и функциональных тренировках. Исключить занятия спортом до развития адекватной мышечной силы Разрешение на допуск к занятиям спортом дает только врач
План лечения
Продолжение упражнений на увеличение силы, гибкости и координации Бег Плиометрические упражнения Ортез/бандаж для занятий спортом по усмотрению врача Мониторинг интенсивности тренировочных нагрузок на протяжении всего курса реабилитации Повторный анализ жалоб пациента (при наличии ежедневных болей и отечности проводится коррекция программы реабилитации) Формирование у пациента комплайенса для выполнения домашних упражнений. Постоянный контроль эффективности самостоятельного домашнего выполнения ЛФК

### Критерии завершения реабилитационной программы

Симметрия между конечностями при выполнении прыжкового теста не менее 85%

Отсутствие страха, предчувствия боли и неустойчивости при спорт-специфических движениях

Гибкость на необходимом спортивном уровне

Способность в условиях спортзала автономно следовать программе поддерживающих упражнений, являющейся дальнейшим развитием реабилитационной программы

### Литература

1. В tick waiter, J.A., Mankin, H.J. Articular Cartilage II. Degeneration and Osteoarthritis, Repair, Regeneration and Transplantation. J Bone Joint Surg 1997;79A(4):612-632.
2. Bobic, V. Current Status of Articular Cartilage Repair. E-BioMed, 2000.
3. Steadman, J.R., Rodkey, W.G., Singleton, S.B., Briggs, K.K. Microfracture Technique for Full-thickness Chondral Defects: Technique and Clinical Results. OperTech Orthop 1997;7:300-304.
4. Blevins, F.T., Steadman, J.R., Rodrigo, J.J., Silliman, J. Treatment of Articular Cartilage Defects in Athletes: An Analysis of Functional Outcome and Lesion Appearance. Orthopedics 1998;21: 761-768.
5. Rodrigo, J.J., Steadman, J.R., Silliman, J.F., Fulstone, H.A. Improvement of Full-thickness Chondral Defect Healing in the Human Knee after Debridement and Microfracture Using Continuous Passive Motion. Am J Knee Surg 1994;7:109-116.
6. Steadman, J.R., Rodkey, W.G., Rodrigo, J.J. Microfracture: Surgical Technique and Rehabilitation to Treat Chondral Defects. Clin Orthop 2001;391 (Suppl) :S362-S369.
7. Buckwalter, J.A., Mankin, H.J. Articular Cartilage. I. Tissue Design and Chondrocyte-matrix Interactions. J Bone Joint Surg 1997;79A(4):600-611.
8. Mankin, H.J. The Response of Articular Cartilage to Mechanical Injury. J Bone Joint Surg 1982;64A:460-466.
9. Curl, W.W., Krome, J., Gordon, E.S., Rushing, J., Smith, B.P., Poehling, G.G. Cartilage Injuries: A Review of 31,516 Knee Arthroscopies. Arthroscopy 1997;13(4):456-460.
10. Hjelle, K., Austgulen, O., Muri, R. Full-thickness Chondral Defects: A Prospective Study of 1000 Knee Arthroscopies. Paper presented at Third International Cartilage Repair Society Symposium, April 27-29, 2000, Gothenburg, Sweden.
11. Terry, G.C., Flandry, F., van Manen, J.W., Norwood, L.A. Isolated Chondral Fractures of the Knee. Clin Orthop 1988;234: 170-177.
12. Rosenberg, T.D., Paulos, L.E., Parker, R.D., Coward, D.B., Scott, S.M. The Forty-five-degree Posteroanterior Flexion Weightbearing Radiograph of the Knee. J Bone Joint Surg 1988;70A(10): 1479-1483. \*
13. Wright, J.M., Millett, P.J., Steadman, J.R. Osteochondral Injury: Acute Management. In Callahan, J., Rosenberg, A.G., Rubash, 11.E., Simonian, P.T., Wickiewicz, T.L. (Eds). The Adult Knee. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, 2003, pp. 885-893.
14. Sgaglione, N.A., Miniaci, A., Gillogly, S.D., Carter, T.R. Update on Advanced Surgical Techniques in the Treatment of Traumatic Focal Articular Cartilage Lesions in the Knee. Arthroscopy 2002; 18(2 Suppl 1):9-32.
15. Buckwalter, J.A. Effects of Early Motion on Healing Musculoskeletal Tissues. Hand Clin 1996;129(10):13—24.

16. Salter, R.B., Simmonds, D.F., Malcolm, B.W., Rumble, E.J., MacMichael, D., Clements, N.D. The Biological Effect of Continuous Passive Motion on the Healing of Full-thickness Defects in Articular Cartilage. An Experimental Investigation in the Rabbit. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62(8):1232—1251.
17. Suh, J., Aroen, A., Muzzonigro, T., DiSilvestro, M., Fu F.H. Injury and Repair of Articular Cartilage: Related Scientific Issues. *OperTech Orthop* 1997;7(4):270-278.
18. Benum, P. Operative Mobilization of Stiff Knees after Surgical Treatment of Knee Injuries and Posttraumatic Conditions. *Acta Orthop Scand* 1982;53:625-631.
19. Matsusue, Y., Yamamuro, T., Hama, H. Arthroscopic Multiple Osteochondral Transplantation to the Chondral Defect in the Knee Associated with Anterior Cruciate Ligament Disruption. *Arthroscopy* 1993;9(3):318-321.
20. Perry, J., Antonelli, D., Ford, W. Analysis of Knee-joint Forces During Flexed-knee Stance. *J Bone Joint Surg* 1975;57A:961-967.
21. Schwartz, R.E., Asnis, P.D., Cavanaugh, J.T., Asnis, S.E., Simmons, J.E., Lapinski, P.J. Short Crank Cycle Ergometry. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991;13:95.
22. Bates, A., Hanson, N. The Principles and Properties of Water. In *Aquatic Exercise Therapy*. WB Saunders, Philadelphia, 1996, pp. 1-320.
23. Harrison, R.A., Hilman, M., Bulstrode, S. Loading of the Lower Limb When Walking Partially Immersed: Implications for Clinical Practice. *Physiotherapy* 1992;78:164.
24. Escamilla, R.F., Fleisig, G.S., Zheng, N., Barrentine, S.W., Wilk, K.E., Andrews, J.R. Biomechanics of the Knee During Closed Kinetic Chain and Open Kinetic Chain Exercises. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(4):556-569.
25. Lutz, G.E., Palmitier, R.A., An, K.N., Chao, E.Y. Comparison of Tibiofemoral Joint Forces During Open Kinetic Chain and Closed Kinetic Chain Exercises. *J Bone Joint Surg* 1993;75A:732-739.
26. Palmitier, R.A., An, K.N., Scott, S.G., Chao, E.Y. Kinetic Chain Exercises in Knee Rehabilitation. *Sports Med* 1991;11:402-413.
27. Steinkamp, L.A., Dillingham, M.F., Markel, M.D., Hill, J.A., Kaufman, K.R. Biomechanical Considerations in Patellofemoral joint Rehabilitation. *Am J Sports Med* 1993;21:438-444.
28. Wilk, K.E., Escamilla, R.F., Fleisig, G.S., Barrentine, S.W., Andrews, J.R., Boyd, M.L. A Comparison of Tibiofemoral Joint Forces and Electromyographic Activity During Open and Closed Kinetic Chain Exercises. *Am / Sports Med* 1996;24(4):518-527.
29. Cipriani, D.J., Armstrong, C.W., Gaul, S. Backward Walking at Three Levels of Treadmill Inclination: An Electromyographic and Kinematic Analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22(3): 95-102.
30. Cavanaugh, J.T., Stump, T.J. Forward Step Down Test. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000;30(1):A-46.
31. Nisell, R., Ericson, M.O., Nemeth, G., Ekholm, J. Tibiofemoral Joint Forces During Isokinetic Knee Extension. *Am J Sports Med* 1989;17(1):49-54.
32. Kaufman, K.R., An, K.N., Litchy, W.J., Morrey, B.F., Chao, E.Y. Dynamic Joint Forces During Knee Isokinetic Exercise. *Am J Sports Med* 1991;19:305-316.
33. Daniel, D.M., Malcolm, L., Stone, M.L., Perth, H., Morgan, J., Richl, B. Quantification of Knee Stability and Function. *Contemp Orthop* 1982;5:83-91.
34. Barber, S.D., Noyes, F.R., Mangine, R.E., McCloskey, J.W., Hartman, W. Quantitative Assessment of Functional Limitations in Normal and Anterior Cruciate Ligament Deficient Knees. *Clin Orthop* 1990;255:204-214.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ РАЗГИБАТЕЛЬНОГО АППАРАТА КОЛЕННОГО СУСТАВА

Повреждения сухожилия квадрицепса и собственной связки надколенника в общей популяции встречаются довольно редко. Частота изолированного повреждения связки надколенника также невысока. Как правило, эта травма встречается у мужчин в возрасте моложе 40 лет [1-4]. Разрывы сухожилия четырехглавой мышцы также встречаются относительно нечасто и преимущественно в пожилом возрасте (на шестом или седьмом десятке) [5-7]. Частота разрывов связки надколенника составляет одну треть от частоты разрывов сухожилия четырехглавой мышцы [7-8]. Механизм повреждения сухожилия четырехглавой мышцы бедра и связки надколенника обычно представляет собой резкое эксцентрическое сокращение квадрицепса в положении гиперфлексии коленного сустава при фиксированной голени и стопе [2-4]. Разрывы связки надколенника чаще происходят при занятиях спортом или выполнении действий, требующих выраженного напряжения разгибателей (баскетбол, волейбол, футбол, американский футбол, прыжки в высоту, гимнастика). Неспортивные травмы, как правило, связаны с падениями при ходьбе. Для разрыва связки надколенника требуется сила, примерно в 17,5 раз превышающая вес тела [9]. Исследования показали, что до появления признаков разрыва волокон, сухожилие четырехглавой мышцы может выдержать нагрузку на растяжение до 30 кг/мм [6]. Спонтанные разрывы связки надколенника или разрыв сухожилия четырехглавой мышцы могут возникать у пациентов с системными или хроническими воспалительными заболеваниями, такими как: системная красная волчанка, подагрический артрит, псориатический артрит, гиперпаратиреоз, сахарный диабет, хроническая почечная недостаточность и ревматоидный артрит. Все эти состояния снижают прочность сухожильных и связочных структур коленного сустава [7,10]. Другие факторы риска включают в себя предшествующие операции на коленном суставе. Например, такие как пластика передней крестообразной связки с использованием аутотрансплантата из собственной связки надколенника и тотальное эндопротезирование коленного сустава [10]. Инъекции кортикостероидов в сухожилие и применение анаболических стероидов также являются предрасполагающими факторами для разрыва собственной связки надколенника [5,4,7]. Прогрессирующий тендинит связки надколенника (“колено прыгуна”) и конечная стадия дегенеративной тендинопатии также способствуют ее разрыву.

Некоторые частичные разрывы связки надколенника и сухожилия четырехглавой мышцы можно лечить с помощью иммобилизации в положении полного разгибания сроком от 4 до 6 недель. Однако методом выбора при полном разрыве сухожилия, является срочное оперативное лечение. Срочная операция улучшает послеоперационные результаты для повреждений как сухожилия квадрицепса, так и связки надколенника [5,7]. К осложнениям, связанным с поздней диагностикой и, вследствие этого, отсроченным оперативным лечением, относят дефицит сгибания, атрофию четырехглавой мышцы и стойкое ограничение функции конечности [7]. Ниже представлены основные принципы реабилитации и подход к лечению повреждений разгибательного аппарата коленного сустава.

### Описание операции

Разгибательный аппарат коленного сустава состоит из четырехглавой мышцы бедра, ее сухожилия, надколенника и связки надколенника. Четырехглавая мышца состоит из прямой мышцы бедра, широкой медиальной, широкой латеральной и широкой промежуточной мышц. Дистально все четыре головки квадрицепса формируют общее сухожилие четырехглавой мышцы. Апоневротические

растяжения широкой латеральной и широкой медиальной мышц образуют соответственно латеральный и медиальный поддерживающий аппарат надколенника. Волокна сухожилия четырехглавой мышцы бедра проходят по передней поверхности надколенника и дистально образуют связку надколенника. Связка надколенника в основном состоит из дистальных центральных волокон сухожилия прямой мышцы бедра, которые крепятся к бугристости большеберцовой кости.

### Шов собственной связки надколенника

Значительная часть разрывов связки надколенника происходят в сухожильно-костном переходе в месте прикрепления связки к нижнему полюсу надколенника. Пальпаторно дефект обычно определяется сразу дистальнее нижнего полюса, а сам надколенник может быть смещен проксимально на расстояние до 5 см. Разрывы непосредственно связки надколенника менее распространены и могут представлять определенную сложность в плане реабилитации. При восстановлении авульсионного повреждения на конец связки накладывают нерассасывающиеся швы. В нижнем полюсе надколенника формируется углубление, через надколенник сверлят каналы в вертикальном направлении. Нити, которыми была прошита связка, пропускают через каналы снизу-вверх и завязывают на верхнем полюсе надколенника (рис. 33-1, А). Восстановление разрыва в средней части связки производится при помощи обвивных швов с блокирующими петлями, соединяющих проксимальный и дистальные концы сухожилия (рис. 33-1, Б). В случае необходимости, шов может быть усилен или дополнен серкляжем, аллотрансплантатом или сухожилиями окружающих мышц.

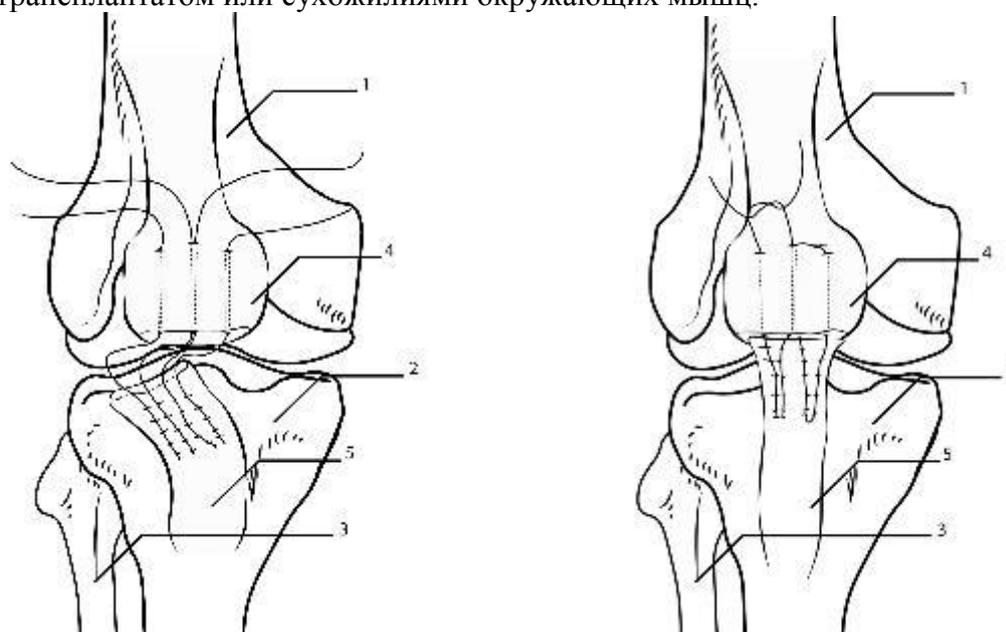


Рис. 33-1 Восстановление собственной связки надколенника

А. При отрыве связки от надколенника.

- 1 – Бедренная кость
- 2 – Большеберцовая кость
- 3 – Малоберцовая кость
- 4 - Надколенник
- 5 - Связка надколенника

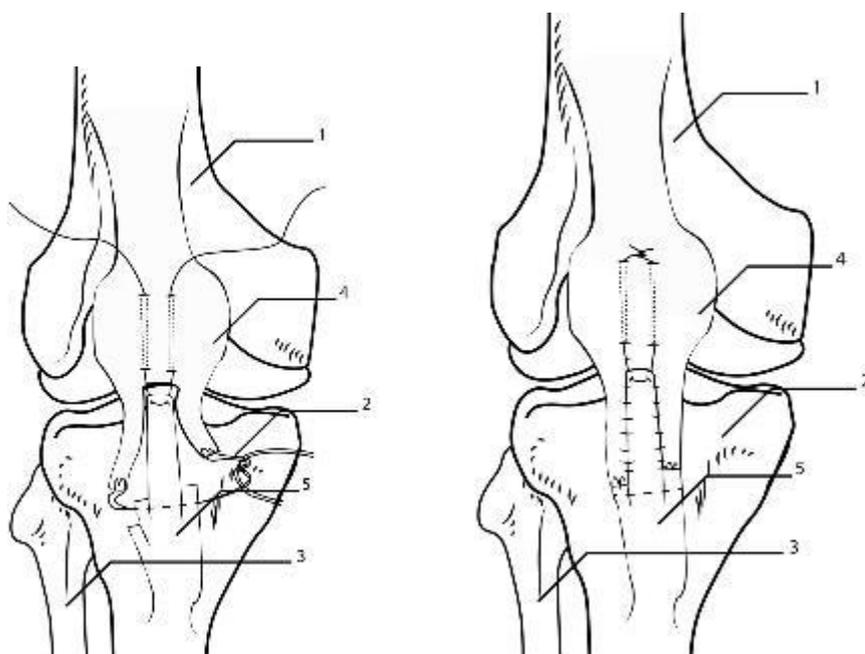


Рис. 33-1 Восстановление разрыва связки надколенника

Б. При разрыве в средней части связки.

- 1 – Бедренная кость
- 2 – Большеберцовая кость
- 3 – Малоберцовая кость
- 4 - Надколенник
- 5 - Связка надколенника

### Шов сухожилия четырехглавой мышцы бедра

Разрывы сухожилия четырехглавой мышцы могут возникать как в месте прикрепления сухожилия к кости, так и непосредственно в сухожилии [6]. Чаще встречается разрыв в месте перехода сухожилия в верхний полюс надколенника. При этом варианте повреждения, верхний полюс надколенника освобождается от остатков сухожилия, дистальный конец прямой мышцы бедра и широкой промежуточной мышцы освобождаются от рубцов и грануляций. В поперечном направлении на основании надколенника формируют углубление в виде желоба. Рядом с дном углубления сверлят вертикальные отверстия. Затем через них в дистальном направлении проводят нити, которыми прошито сухожилие. Нити завязывают на нижнем полюсе надколенника. (рис. 33-2). Острые разрывы средней части сухожилия восстанавливают при помощи сухожильного шва. Доступ к сухожилию срединный. Разволокненные проксимальный и дистальный концы сухожилия резецируют, сближают между собой предварительно наложенными на них нерассасывающимися швами.

После восстановления сухожилия четырехглавой мышцы бедра и связки надколенника, интраоперационно оценивают объем движений, положение надколенника (*patella alta/baja*) и трекинг надколенника. При интраоперационном тестировании сгибание коленного сустава до  $9^\circ$  не должно вызывать значительной нагрузки на шов [12]. В послеоперационном периоде нижнюю конечность иммобилизируют при помощи шарнирного брейса, фиксированного в положении полного разгибания ( $0^\circ$ ). После обычного шва, по поводу травматического повреждения разгибательного аппарата коленного сустава, пациенты могут

нагружать ногу весом тела при условии иммобилизации ее брейсом, фиксированным в положении полного разгибания.

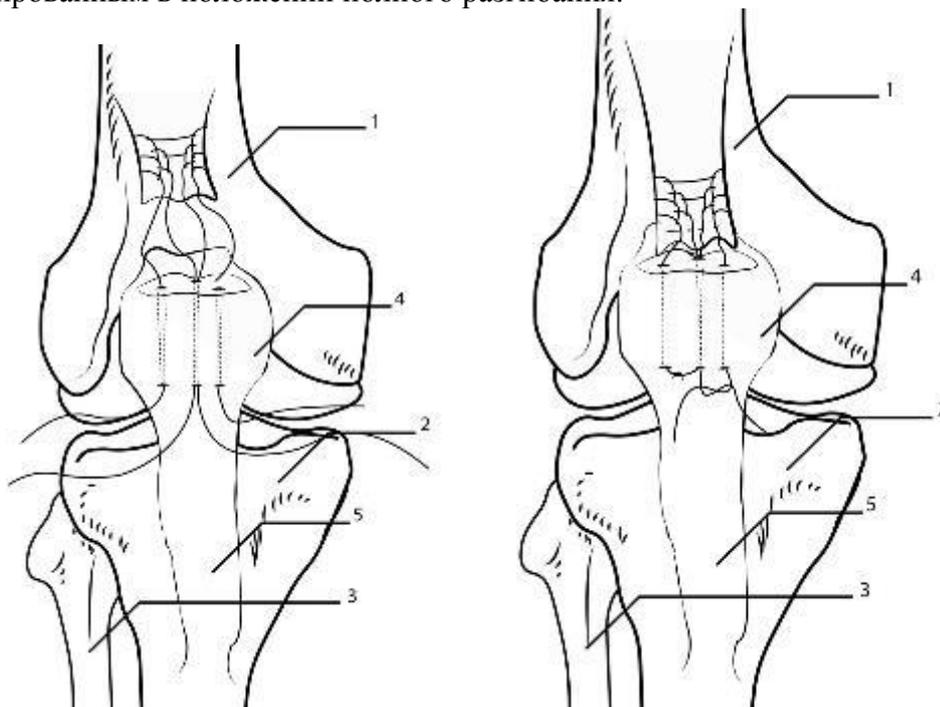


Рис. 33-2 Восстановление острого разрыва сухожилия квадрицепса

### Обзор реабилитации

Реабилитацию, после восстановления сухожилия четырехглавой мышцы бедра или связки надколенника, следует начинать сразу после операции. В процессе реабилитации этой группы пациентов важное значение имеет тесный контакт с хирургом. Лечащий врач должен обсудить с хирургом допустимый послеоперационный объем движений и необходимость ограничения нагрузки весом. К другим факторам, которые необходимо учитывать, относят возраст пациента, состояние кости и мягких тканей, а также время, прошедшее с момента травмы до хирургического вмешательства. Принципиальное значение имеет обучение пациентов мерам по защите области сухожильного шва. Для успешного заживления, эти меры должны быть реализованы и в амбулаторных условиях. Кроме того, на начальном этапе реабилитации, чтобы предотвратить несостоятельность шва, увеличение объема сгибания должно быть постепенным, а силовые тренировки для четырехглавой мышцы бедра должны вводиться этапно.

Специалист по реабилитации и врач-хирург должны проинформировать пациента о том, что после шва сухожилия четырехглавой мышцы бедра или связки надколенника предстоит трудоемкий реабилитационный процесс. Реабилитолог устанавливает пациенту конкретные сроки и соответствующие им цели реабилитационного процесса. Пациент должен понимать, что он (она) является активным участником реабилитационного процесса, а не пассивным получателем назначенного лечения. Кроме того, задачи программы реабилитации должны коррелироваться с каждым конкретным случаем. Следует проводить различие между пожилыми пациентами с разрывом сухожилия четырехглавой мышцы и молодыми спортсменами с разрывом связки надколенника. Процесс реабилитации должен основываться на индивидуализированных функциональных инструкциях, построенных на основе критериев. Восстановительное лечение может модифицироваться в соответствии с особенностями основного заболевания, приведшего к ослаблению ткани сухожилия в случае разрыва на фоне системных и

хронических воспалительных заболеваний. Пациенту следует особенно тщательно разъяснить послеоперационные ограничительные меры.

### **I фаза послеоперационной реабилитации: максимальная защита (с 1 по 6 неделю)**

В послеоперационном периоде нижнюю конечность пациента иммобилизируют при помощи шарнирного брейса, фиксированного в положении полного разгибания ( $0^\circ$ ). Первая фаза реабилитации начинается в течение первой недели после операции. Для домашних занятий пациента обеспечивают аппаратом для продленной пассивной мобилизации (мото-шина, с диапазоном движений, от 0 до  $45^\circ$ ). Угол сгибания в рамках этого диапазона подбирают в зависимости от субъективной переносимости). Мото-шина (как дома, так и в клинике) может быть полезна в раннем послеоперационном периоде. Обеспечивая раннее сгибание в коленном суставе, она помогает контролировать болевой синдром, снижает потребность пациента в анальгезии, уменьшает выраженность послеоперационного синовита, и, возможно, риск развития артрофиброза [17-19]. Во время первого амбулаторного визита пациента в клинику необходимо сконцентрироваться на его обучении. Пациенту должна быть разъяснена необходимость избегать активного разгибания коленного сустава в послеоперационном периоде. Пациент должен быть инструктирован о необходимости постоянно носить брейс, фиксированный в положении полного разгибания. Брейс разрешают снимать только во время упражнений на активное или пассивное сгибание в коленном суставе. Пациента обучают правильно надевать и снимать брейс. Это необходимо для осмотра кожных покровов и области послеоперационного шва, а также правильного применения криотерапии. Пациенты также получают инструкции, о возможных ситуациях, при которых необходимо изменять нагрузку и программу реабилитации. Их обучают самостоятельно контролировать боль, отек нижней конечности и синовит.

Целью обучения ходьбе в этой фазе является безопасное передвижение с помощью костылей по ровной поверхности и лестнице. Передвижение должно быть безболезненным, а нагрузка весом начинается с 20%-50% веса тела и постепенно увеличивается в зависимости от субъективной переносимости. Брейс фиксируют в положении полного разгибания ( $0^\circ$ ). Оценка врачом и пациентом начального уровня нагрузки на ногу производится с помощью напольных весов или компьютеризированной барометрической платформы. В дальнейшем, таким же способом осуществляют динамический контроль за постепенным увеличением нагрузки.

Одним из наиболее распространенных осложнений после восстановительных операций при повреждениях сухожилия четырехглавой мышцы бедра или связки надколенника является потеря объема движений в коленном суставе [7,15]. К негативным последствиям длительной иммобилизации коленного сустава относят ухудшение питания хрящевой ткани, мышечную атрофию, образование рубцовой ткани, и снижение прочности связок [13,14]. Традиционно, протоколы послеоперационного ведения при восстановлении разгибательного аппарата требовали полной иммобилизации в гипсе или брейсе в течение 6 и более недель [6,7,11,16]. По мере совершенствования хирургической техники, ортопеды стали пропагандировать раннюю мобилизацию под руководством реабилитолога [2-4,10-12,16]. Раннее контролируемое сгибание может улучшить реорганизацию, ремоделирование и созревание коллагеновых волокон в зоне повреждения [12].

Целевыми значениями для сгибания к концу 3-ей недели послеоперационного периода является угол  $45^\circ$ , через 6 недель  $90^\circ$ , и далее по субъективной переносимости [4,10,12]. Пациент и специалист по реабилитации должны следовать предписанным хирургом целевым значениям диапазона движений и работать для достижения желаемого объема движений в определенных временных рамках. Активно-пассивное сгибание и пассивное разгибание в коленном суставе в положении сидя с помощью контралатеральной нижней конечности являются первыми упражнениями, которым нужно обучить пациента для безопасного увеличения объема движений в коленном суставе (рис. 33-3, А, Б). Пациенту настоятельно рекомендуют избегать активного разгибания в коленном суставе, чтобы предотвратить натяжение тканей в зоне разрыва. Использование велоэргометра, оборудованного педалями с коротким шатуном (90 мм) в режиме без сопротивления можно начать при достижении  $85-90^\circ$  сгибания в коленном суставе.



Рис. 33-3 Активно-пассивная разработка сгибания в коленном суставе в положении сидя. При выполнении этого упражнения пациент использует контралатеральную нижнюю конечность для увеличения объема движений в коленном суставе. Это упражнение может выполняться без брейса, если пациент не будет превышать допустимый диапазон движений.

А. Пациент поддерживает оперированную ногу контралатеральной конечностью и медленно начинает сгибать ее в колене.



Рис. 33-3 Б. Пациент избегает активного разгибания в коленном суставе ассистируя при движении контралатеральной конечностью. Выполнение этого упражнения направленно на увеличение объема движения коленного сустава.

Ограничение функции четырехглавой мышцы бедра может возникать вторично в результате синовита коленного сустава после травмы или проведенного хирургического вмешательства. Spencer с соавт. [20] продемонстрировали это явление путем введения физиологического раствора в полость коленного сустава 10 здоровым добровольцам. Они обнаружили, что функция широкой медиальной мышцы игибируется при введении всего 20-30 мл. физиологического раствора, прямой мышца бедра и широкой латеральной мышц введением 50-60 мл физиологического раствора.

Еще одним осложнением после восстановления разгибательного аппарата коленного сустава является выраженное снижение силы четырехглавой мышцы бедра [3,7,11,15,20]. Siwek и Rao [7] обнаружили, что у 75% пациентов, перенесших хирургическое восстановление острого повреждения сухожилия четырехглавой мышцы, сохранялась гипотрофия с разницей окружностей конечностей до 2-4 см. Явление наблюдалось в течение более чем двух лет после операции. Уменьшение синовита на каждом этапе реабилитации посредством криотерапии и через модификацию нагрузки улучшает функцию четырехглавой мышцы бедра. Первоначальное упражнение для улучшения силы четырехглавой мышцы – субмаксимальное изометрическое напряжение. После увеличения допустимого сгибания, можно выполнять изометрические упражнения на разных углах. При необходимости, в ранней фазе для улучшения сократительной функции четырехглавой мышцы бедра, может быть использована электронейростимуляция. Когда достигается уверенный двигательный контроль квадрицепса, пациента обучают подъемам выпрямленной ноги в положении лежа на спине. Это упражнение первоначально выполняется с иммобилизацией ноги брейсом в положении полного разгибания.

Данное упражнение следует отложить, если его выполнение вызывает возникновение боли. Когда сила четырехглавой мышцы увеличится, пациент должен быть в состоянии выполнять его без иммобилизации. Возможность

выполнять это упражнение с полностью выпрямленной в коленном суставе ногой является одной из главных целей этой фазы и четким критерием увеличения силы четырехглавой мышцы (рис. 33-4 А, Б).



Рис. 33-4 А. Подъем выпрямленной ноги. Неправильная техника – колено разогнуто не полностью. Неспособность полностью разогнуть ногу в коленном суставе при выполнении упражнения является признаком недостаточного двигательного контроля нижней конечности и слабости четырехглавой мышцы. При таком нарушении техники выполнения упражнения возможна перегрузка области шва.



Рис. 33-4 Б. Подъем выпрямленной ноги, правильная техника.

В этой фазе, по достижении 50% опоры на ногу, можно начать проприоцептивные тренировки с опорой на две ноги (оперированная нога в брэйсе) в замкнутой кинематической цепи.

Эти упражнения направлены на провокацию сенсорных и двигательных систем пациента с целью улучшения суставно-мышечного чувства. При выполнении проприоцептивных упражнений может оказаться полезным визуальный контроль с использованием компьютеризированной барометрической платформы. Также во время этой фазы может быть использована одноплоскостная балансировочная платформа («доска-качалка») (рис. 33-5).

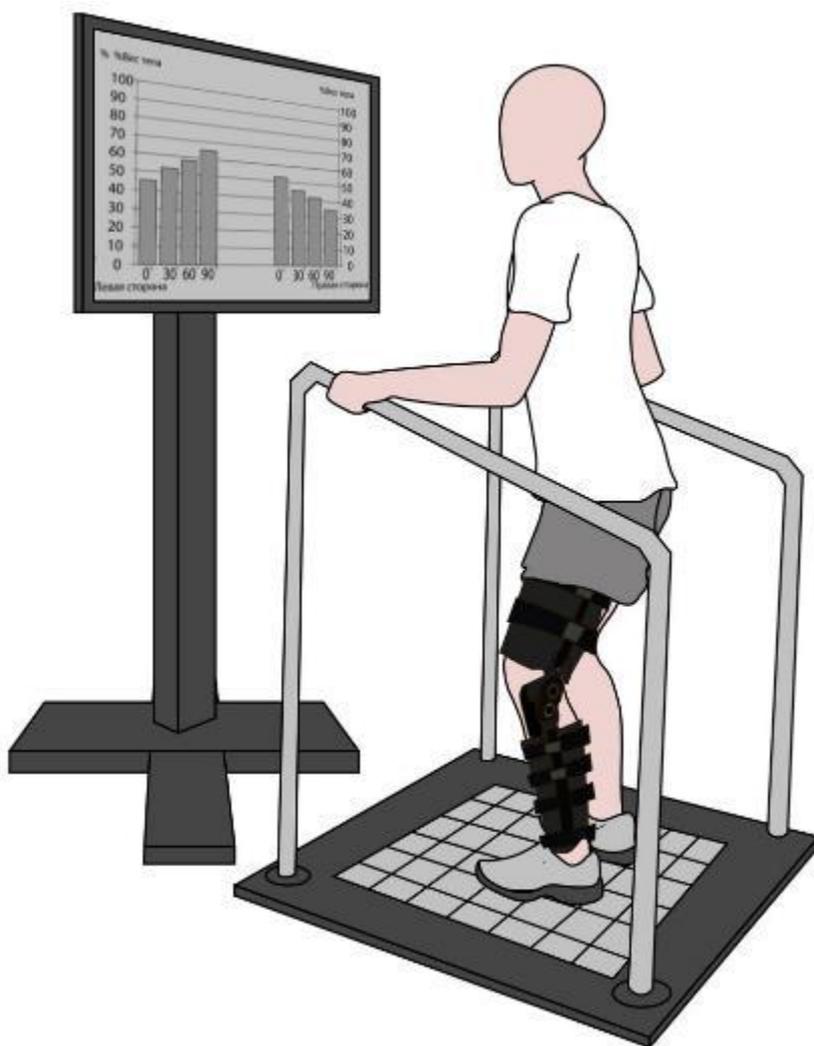


Рис. 33-5 Проприоцептивные тренировки.

Ранние проприоцептивные тренировки с опорой на две ноги (оперированная нога в брейсе) разрешены по достижении 50% опоры на ногу. Специальные компьютеризированные системы с обратной связью обеспечивают визуальное подкрепление при выполнении упражнений с опорой на ногу и проприоцептивных упражнениях. Доска-качалка может быть использована для проприоцептивной тренировки во фронтальной плоскости.

Пациент обучается активному тыльному и подошвенному сгибанию стопы, а также сгибанию стопы с резиновым жгутом для предотвращения атрофии мышц голени и усиления циркуляции крови в нижней конечности. Подъем выпрямленной ноги выполняется в положении лежа на боку и лежа на животе для увеличения силы мышц проксимального отдела бедра.

При сформированном послеоперационном рубце, специалист по реабилитации начинает его мобилизацию и обучает данной методике пациента. Поддержание подвижности рубца предотвращает образование спаек с подлежащими тканями.

В этой фазе начинается аккуратная мобилизация надколенника для профилактики ограничения движений в пателло-фemorальном суставе. Следует соблюдать особую осторожность, чтобы избежать нагрузки на место разрыва при выполнении смещений надколенника в вертикальном направлении. Пациента обучают самостоятельной мобилизации в домашних условиях.

## Профилактика осложнений

Очень важное значение имеет защита области сухожильного шва от перегрузки. Необходимо убедиться, что пациент понял основные принципы поведения в послеоперационном периоде. Соблюдение мер предосторожности является ключевым фактором успешной реабилитации. Интраоперационно хирург может оценить безопасный объем сгибания в коленном суставе и степень натяжения области сухожильных швов. Эти данные в послеоперационном периоде являются определяющими в выборе начального объема движений и динамики его увеличения. Постоянный контакт с хирургом (письменные послеоперационные рекомендации или очный осмотр) имеет при разработке движений у данной группы пациентов важное значение. Длительная иммобилизация может предшествовать разработке движений у пациентов со сложными травмами, технически сложными оперативными вмешательствами, отсроченными операциями и у неадекватных пациентов [10]. Необходимо донести до пациента правила пользования послеоперационным брейсом, а также принципы правильного расположения его шарниров относительно щели сустава. Врач и пациент должны предотвращать соскальзывание брейса в дистальном направлении при движениях (рис. 33-6). Если ось вращения брейса сместится книзу от условного центра вращения коленного сустава, то в суставе может возникнуть патологический сгибаемый момент с чрезмерным напряжением области повреждения, ведущий к несостоятельности сухожильного шва.



Рис. 33-6 Неправильное положение брейса. После шва разгибательного аппарата, опора на согнутую ногу противопоказана. Однако, если брейс смещен дистально, то полностью предотвратить сгибание невозможно.

Упражнения на увеличение пассивного и активного объема движений, а также активные упражнения в положении лежа на животе не рекомендуются в этой фазе из-за высокой нагрузки на шов сухожилия (рис. 33-7).



Рис. 33-7 Избегайте разработки сгибания в коленном суставе в положении на животе, как пассивной, так и активно-пассивной. Мануальное пособие или самостоятельные занятия такого рода, могут оказаться слишком агрессивными для I фазы.

Увеличение нагрузки конечности весом должно быть постепенным. Следует предостерегать пациентов с высоким болевым порогом, от слишком быстрого увеличения нагрузки. Техника выполнения подъемов выпрямленной ноги также подробно объясняется пациенту.

Клиницисты должны уметь распознавать признаки несостоятельности сухожильного шва. К ним относят неспособность выполнить подъем полностью выпрямленной ноги и пальпируемое западение выше или ниже надколенника при повреждении сухожилия четырехглавой мышцы или собственной связки надколенника соответственно.

Специалист по реабилитации должен также следить за развитием таких осложнений, как раневая инфекция, расхождение краев раны, уплотнение мышц голени и повышение локальной температуры, которые могут указывать на тромбоз глубоких вен (ТГВ).

I фаза послеоперационной реабилитации: Максимальная защита (с 1 по 6 недели)
Цели
<p>Контроль послеоперационной боли и отека          Осознание пациентом необходимости защиты шва сухожилия от нагрузки          Постепенное увеличение угла сгибания в коленном суставе (под врачебным контролем)          Пример: от 0 до 45° с первых дней до 3 недели, от 45 до 90° с четвертой недели до 6 недели</p>

<p>Предотвращение синовита, ведущего к снижению функции четырехглавой мышцы бедра</p> <p>Способность автономно выполнять упражнения домашней программы</p>
<p><b>Меры предосторожности</b></p> <p>Активное разгибание в коленном суставе запрещено</p> <p>Необходимо поддержание правильного положения рамы и шарниров брейса на ноге</p> <p>Запрещена ходьба без брейса, фиксированного в положении 0°</p> <p>Запрещены агрессивные упражнения на сгибание; необходимо придерживаться диапазона движений, установленного врачом</p>
<p><b>План лечения</b></p> <p>Локальная криотерапия</p> <p>Обучение пациента использованию брейса: размыкание шарнира только для выполнения реабилитационных упражнений</p> <p>Использование аппарата для продленной пассивной мобилизации (дома и в клинике)</p> <p>Упражнения из положения сидя - активное и активно-ассистированное сгибание, пассивное разгибание в коленном суставе</p> <p>Использование эргометра, оборудованного педалями с коротким шатуном, при достижении сгибания в коленном суставе &gt; 85°</p> <p>Двигательное переобучение квадрицепса (редукция) (субмаксимальное напряжение четырехглавой мышцы бедра с использованием электромиостимуляции или БОС)</p> <p>Изометрическое напряжение четырехглавой мышцы при различных углах сгибания в коленном суставе</p> <p>Подъем выпрямленной ноги в брейсе (фиксация брейса под углом 0°)</p> <p>Мобилизация рубца</p> <p>Мобилизация надколенника</p> <p>Обучение ходьбе: ходьба с опорой на костыли. Затем нагрузка весом постепенно увеличивается по субъективным ощущениям. Коленный сустав фиксирован в положении полного разгибания брейсом. Переход на трость (по субъективной переносимости). Брейс также фиксирован в положении разгибания</p> <p>Силовые упражнения на проксимальные и дистальные мышцы бедра, подъем выпрямленной ноги в других плоскостях</p> <p>Кардиотренировка на эргометрах для верхнего плечевого пояса по необходимости</p>
<p><b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b></p> <p>Объем движений от 0 до 90°</p> <p>Хорошая мобильность надколенника</p> <p>Возможность поднять выпрямленную ногу без остаточных явлений сгибательной контрактуры в коленном суставе</p> <p>Безболезненная ходьба в комфортном объеме с дополнительной опорой на трость и в брейсе, фиксированном в положении полного разгибания</p>

## **II фаза послеоперационной реабилитации: умеренная защита (с 6 по 11 недели)**

Целями этого этапа являются постепенное увеличение и, в конечном счете, нормализация сгибания, увеличение силы четырехглавой мышцы бедра, уменьшение интенсивности болевого синдрома и выраженности отека. При достижении этих целей ожидают улучшения походки и функционального статуса

в целом. Пациент и реабилитолог должны осуществлять непрерывный динамический контроль за выраженностью отека и боли в области коленного сустава по мере увеличения нагрузки весом, улучшения функционального статуса и роста уровня активности. Локальная криотерапия и адаптивная стратегия нагрузок способны уменьшить выраженность болевого синдрома и синовита. Поэтому их использование в эту фазу следует продолжить.

Приступают к новым упражнениям для улучшения сгибания в коленном суставе с использованием силы тяжести и веса тела пациента. В частности, применяют активно-ассистированное скольжение стопой вниз по стене, растяжку четырехглавой мышцы бедра на лестнице, сгибание коленного сустава в положении сидя на стуле с опорой стопы в пол (рис. 33-8). Данные упражнения добавляют в программу реабилитации по мере целесообразности на разных этапах этой фазы. Продолжается мобилизация надколенника для улучшения его подвижности и увеличения объема движений в тибioфеморальном сочленении. Это делается для профилактики нарушений трекинга надколенника и снижения контактных нагрузок в пателло-феморальном сочленении. Ограничение дистального смещения надколенника может привести к затруднениям в достижении полного сгибания в коленном суставе. После того как пациент достигнет 110-115° сгибания, велотренажер, оборудованный педалями с коротким шатуном можно сменить на велоэргометр со стандартной длиной шатуна (170 мм). Преимуществом использования велотренажера является возможность осуществления движений в коленном суставе без перегрузки тибioфеморального сочленения при оптимальном вовлечении в нагрузку волокон четырехглавой мышцы бедра [21,22].



Рис. 33-8 Активно-пассивное упражнение на разработку объема движений в коленном суставе. Сидящий на стуле пациент сгибает ногу в коленном суставе до комфортного сопротивления, не отрывая стопы от пола. Затем пациент сдвигается вперед, и использует вес верхней части тела для сгибания ноги в коленном суставе. Упражнение не должно выполняться слишком агрессивно и прекращается при появлении боли.

Постепенное увеличение количества упражнений, направленных на укрепление четырехглавой мышцы бедра, также является одной из основных целей II фазы. Упражнения с подъемом выпрямленной ноги продолжают без брейса, если пациент может поднять ногу полностью распрямленной. Дополнительно можно использовать манжеты-утяжелители для голени, если пациент способен свободно выполнить 3 подхода по 10 повторений. Прежде чем переходить к упражнениям с прогрессивным сопротивлением, необходимо добиться от пациента качественного выполнения заданий текущей программы.

По мере увеличения объема движений в суставе и силы квадрицепса, возможно дальнейшее обучение навыкам ходьбы. Шарнир на брейсе устанавливают на диапазон от 0° до 60°, а в качестве дополнительного средства опоры используют подмышечные костыли. Можно прекратить использование брейса и костылей, по мере восстановления силы квадрицепса и симметричности походки. Для улучшения навыков ходьбы в этой фазе полезно использование подводной беговой дорожки.

Упражнения в замкнутой кинематической цепи оказывают меньшее срезающее усилие на коленный сустав, стимулируют проприоцепторы и улучшают показатели динамической стабильности [23]. Первые упражнения в замкнутой кинематической цепи выполняют на тренажере для жима ногами. Жим выполняют двумя ногами. Чтобы приступить к этому упражнению, пациент должен быть способен согнуть ногу в коленном суставе на 90°. Эксцентрический жим ногами (рис. 33-9) вводится по мере восстановления двигательного контроля нижней конечности и призван подготовить больного к функциональному упражнению «шаг со ступа», выполняемому в заключительной части данной фазы или в фазе III. По мере увеличения силы и объема движений, пациент переходит к упражнению функционального типа «шаг на ступ» с прогрессивным увеличением высоты снаряда (10, 15, и 20 см.). Приседания можно начинать после уверенного выполнения «соскальзывания стопы по стене» в пределах безопасного диапазона движения с полным контролем конечности. При этом следят, чтобы не было крепитации и боли в передних отделах сустава. По мере улучшения контроля нижней конечности можно перейти к более динамичным приседаниям с мячом.

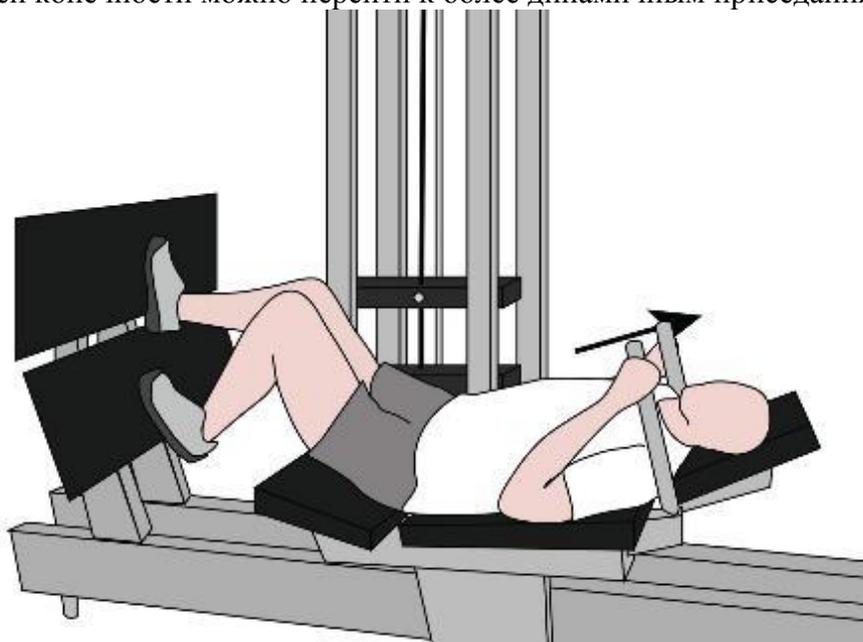


Рис. 33-9 Эксцентрический жим ногами. Данное упражнение добавляют к программе по мере восстановления контроля над конечностью и выполняют одной ногой с грузом равным примерно 60% от используемого при жиме двумя ногами.

Пациент выполняет жим двумя ногами, а затем контролирует возвращение платформы в исходное положение оперированной конечностью.

Проприоцептивные упражнения усложняют, переходя от балансирования на двух ногах к балансу на каждой ноге по отдельности. При этом упражнения сначала выполняют на одноплоскостных досках-качалках, а затем, стоя на многоплоскостных биомеханических балансировочных платформах для голеностопного сустава по типу “гимнастического волчка” или компьютеризированных балансировочных системах. Эти упражнения должны усложняться с безопасной скоростью, не превышающей физиологические возможности оперированного коленного сустава. Реабилитолог внимательно следит за достижением адекватного контроля движения при выполнении каждого упражнения.

Ходьба спиной вперед на беговой дорожке с увеличивающейся скоростью и наклоном полотна служит для улучшения контроля нижней конечности, тренировки чувства равновесия и телесной ловкости, улучшения координации и функционального статуса четырехглавой мышцы [24].

По ходу этой фазы продолжают вводить новые и совершенствовать ранее изученные упражнения на силу и гибкость для проксимальной и дистальной мышечных групп нижней конечности. К домашней программе добавляют упражнения на растяжку мышц голени, подколенных сухожилий, илиотибиального тракта из положения стоя. Рационально включение в программу самостоятельных упражнений для занятий в зале на изотонических тренажерах для абдукторов/аддукторов/сгибателей/разгибателей бедра, а также подъемов на носки. На заключительных этапах этой фазы приступают к аккуратным упражнениям на растяжку квадрицепса.

### **Профилактика осложнений**

Пациенту и реабилитологу следует с осторожностью увеличивать объем силовых тренировок. По мере увеличения объема, для сохранения прироста силы, программа должна предусматривать наличие дней отдыха. Из всех предписанных упражнений на увеличение объема движений в коленном суставе пациенту, для достижения конечной цели необходимо выбрать два или три.

Реабилитолог должен следить, чтобы с добавлением более агрессивных упражнений на разработку объема движений не усиливалась боль.

Специалист должен также отслеживать положение надколенника. В той или иной степени, патологические смещения по типу Patella Baja/Alta могут присутствовать после хирургического восстановления связки надколенника и сухожилия четырехглавой мышцы бедра соответственно. Следует продолжать мобилизацию пателло-фemorального сочленения до нормализации подвижности надколенника. Следует внимательно относиться к характерным для восстановления разгибательного аппарата жалобам на боли в пателло-фemorальном сочленении при лечебной физкультуре и бытовых нагрузках [4,25].

Отдельную сложную группу представляют пациенты с дефицитом разгибания в коленном суставе. Причинами дефицита разгибания в послеоперационном периоде являются: недостаток усилия, развиваемого четырехглавой мышцей в конечной фазе разгибания; уменьшение подвижности надколенника, ограничивающее экскурсию четырехглавой мышцы; патологическое удлинение квадрицепса вследствие агрессивной растяжки; отсутствие должной интраоперационной мобилизации тканей; слабость или

несостоятельность шва, характерная для отсроченных и просто неуспешных вмешательств.

Упражнения на разработку конечных градусов разгибания в замкнутой кинематической цепи с эластической лентой, а также разгибания с валиком под коленом помогают вернуть квадрицепсу нужную силу (рис 33-10 А,Б). Разгибание в коленном суставе должно быть обеспечено адекватным мышечным сопровождением по всему диапазону. Однако известно, что изометрическое напряжение мышцы, выполненное при определенном угле сгибания, дает ей прирост силы для обеспечения движением лишь этого положения +/- 10 градусов в каждую сторону. В остальном диапазоне работы сустава прироста мышечной силы зафиксировано не будет. В связи с этим, предпочтительны изометрические упражнения, выполненные при разных углах сгибания сустава, особенно близких к полному разгибанию. Это даст равномерный прирост силы мышц для всего объема движения, и будет способствовать устранению сгибательной установки.



Рис. 33-10 Упражнения для достижения полного активного разгибания.  
А. Полное разгибание в коленном суставе с помощью Thera-Band.



Б. Полное разгибание в коленном суставе на валике.

<p>II фаза послеоперационной реабилитации: умеренная защита (с 6 по 11 неделя)</p>
<p>Цели</p>
<p>Сведение к минимуму боли и отека Осознание пациентом возможности модификации занятий Восстановление сгибания в коленном суставе до 125° Нормализация походки без дополнительных средств опоры Способность подняться на степ высотой 20 см.</p>
<p>Меры предосторожности</p>
<p>Избегать агрессивных силовых тренировок Снизить уровень активности если, нагрузки вызывают боли и синовит Избегать агрессивных упражнений на увеличение объема сгибания</p>
<p>План лечения</p>
<p>Локальная криотерапия Обучение пациента пользованию брейсом (блокировка и разблокировка, изменение положения ограничителей) Тренировка ходьбы в брейсе, ограничивающем сгибание до углов больше 60° (при хорошем двигательном контроле квадрицепса) Прекращение иммобилизации брейсом (хороший двигательный контроль квадрицепса, после консультации хирурга) Ходьба в бассейне и по подводной беговой дорожке Активные и активно-ассистированные упражнения на сгибание в коленном суставе Продолжение мобилизации надколенника Переход на обычный велотренажер (со стандартной длиной шатуна) при достижении угла сгибания 110-115° Жим на тренажере обеими ногами; Если сгибание &gt;90°, переход к эксцентрическому жиму и жиму одной ногой Начало программы подъемов на степ Стартовая программа приседаний — приседания, облокотившись спиной на стену Продвинутая проприоцептивная тренировка</p>

<p>Ходьба спиной вперед</p> <p>Дальнейшее усложнение программы упражнений с прогрессивным сопротивлением и упражнений на гибкость для проксимальных и дистальных мышечных групп конечностей</p> <p>Начальные упражнения на растяжку квадрицепса</p>
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации
<p>Минимально выраженный синовит или его отсутствие</p> <p>Угол сгибания в коленном суставе не менее 125°</p> <p>Нормальная мобильность надколенника</p> <p>Хороший двигательный контроль нижней конечности — отсутствие сгибательной контрактуры</p> <p>Возможность выполнить подъем на степ высотой 20 см.</p> <p>Симметричная походка без патологических паттернов</p>

### III фаза послеоперационной реабилитации: ранняя функциональная (с 11 по 16 недели)

На этом этапе основное внимание уделяют восстановлению объема сгибания в коленном суставе, увеличению мышечной силы и эластичности четырехглавой мышцы. При этом пациент на этом этапе реабилитации должен безболезненно переносить повседневные функциональные нагрузки.

В эту фазу должно быть достигнуто полное сгибание коленного сустава. При мягко-тканых контрактурах специалист по реабилитации может применить такие манипуляции как массаж, миофасциальный релиз, а также методику постизометрической релаксации. Также для оценки эластичности четырехглавой мышцы на этом этапе реабилитолог должен выполнить измерение ее длины. Измерения сгибания в коленном суставе в положении пациента на животе и тест Томаса являются эффективными инструментами, оценки степени ригидности четырехглавой мышцы. Результаты тестирования рассматривают в сравнении со здоровой ногой. Упражнения на растяжку квадрицепса с удержанием положения на 20-30 секунд позволяют удлинить мышцу (рис. 33-11 А, Б).



Рис. 33-11 Упражнения на растяжку четырехглавой мышцы.  
А. Растяжка в положении на спине (для двусуставных мышц).



Б. Активно-пассивное растяжение квадрицепса в положении на животе.

В эту фазу проводится дальнейшее усложнение силовых упражнений в замкнутой кинематической цепи. Осуществляется плавный переход от эксцентрических жимов и жимов двумя ногами к упражнениям одной ногой. Приседания усложняют, двигаясь от приседаний с гимнастическим мячом у стены, к приседаниям со спортивным жгутом и далее к свободным приседаниям. Усложнение программы возможно только по достижении адекватного двигательного контроля мышц конечности и корпуса.

Как только зафиксировано улучшение силы и динамического контроля оперированной конечности, начинают функциональные упражнения с шагом со ступа (рис. 33-12). Высота снаряда увеличивается с 10 см. до 15 и затем 20 см.



Рис. 33-12 Шаг со ступа. Пациент стоит на снаряде и медленно делает шаг вниз не оперированной конечностью, контролируя спуск при помощи оперированной. Для выравнивания туловища и нижней конечности при

выполнении этого упражнения используются вербальные и визуальные подсказки (зеркало).

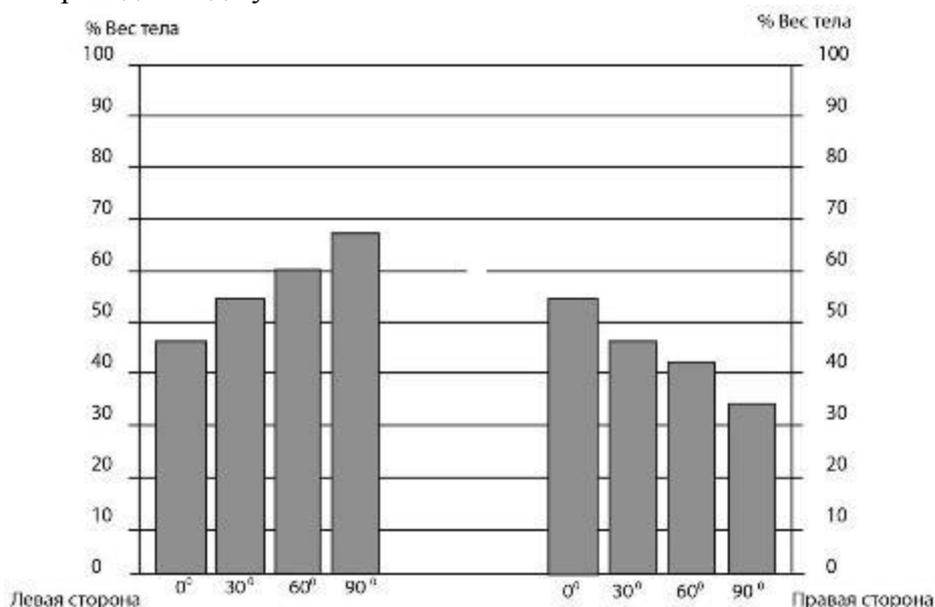
Для изолированной тренировки четырехглавой мышцы бедра в этой фазе вводят упражнения на тренажере для квадрицепса в открытой кинематической цепи. К этим упражнениям можно переходить только после достижения полного объема движений в коленном суставе. Реабилитолог и пациент при выполнении этого упражнения должны внимательно отслеживать появление крепитации или боли. Движение должно быть безболезненным во всем диапазоне. По мере увеличения силы четырехглавой мышцы вводятся и изокинетические упражнения. По мнению некоторых ученых, выполнение изокинетических упражнений на высоких скоростях ( $180^{\circ}$ - $300^{\circ}$ /сек.) минимизирует нагрузку на пателлофemorальный сустав и лучше переносится пациентом.

Для улучшения динамического контроля нижней конечности, в программу включают упражнения на развитие телесной ловкости. Постепенно увеличивают количество упражнений со спортивным жгутом, начиная с движения спиной вперед. Далее следует ходьба со жгутом в сторону приставным шагом и ход переменным скрестным шагом (так называемая “кариока”). На этой стадии наблюдается стойкое улучшение переносимости функциональных нагрузок. Увеличение осевой нагрузки на ногу и увеличение продолжительности ходьбы не должны сопровождаться синовитом и усилением боли. Тест с приседанием позволяет оценить степень функциональной недостаточности после хирургического восстановления разгибательного аппарата. Для этого с помощью компьютеризированной динамометрической платформы производят измерение симметричности распределения нагрузки на ноги на различных углах сгибания коленного сустава при выполнении приседания ( $0^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  и  $90^{\circ}$ ) (рис. 33-13 А, Б).



Рис. 33-13 Тест с приседанием

## А. приседание до угла 90°.



Б. Результаты теста. Снижение опоры на правую нижнюю конечность по мере увеличения глубины приседа.

Как только пациент может успешно справиться с упражнениями на степе, можно переходить к освоению нормальной реципрокной ходьбы по лестнице. Тест на спуск со степ-платформы шагом вперед используется для оценки функциональной эксцентрической силы четырехглавой мышцы и возможностей динамического контроля нижней конечности. При выполнении этого теста пациент стоит на 20 см. степе и по команде делает максимально медленный шаг вниз здоровой ногой. При помощи барометрической платформы измеряют ударную нагрузку, оказываемую опускающейся ногой. Это позволяет оценить способность опорной ноги контролировать движение. При выполнении этого теста, среднее значение индекса ударной нагрузки равное 10% массы тела пациента считается нормальным. Симметричность конечностей при выполнении этого теста не должна быть меньше 85%.

Бег спиной вперед вводится раньше, чем обычный бег. Успешное прохождение теста на спуск со степа шагом вперед является показателем того, что можно приступать к бегу спиной вперед. Бег спиной вперед полезен для увеличения силы разгибателей коленного сустава. Кроме того, характерное для бега спиной вперед начало фазы опоры с переднего отдела стопы позволяет демпфировать силы реакции опоры, ограничивая нагрузку на оперированный коленный сустав [28].

## Профилактика осложнений

Наличие в эту фазу множества целей и соответствующего им многообразия упражнений диктует необходимость пристального наблюдения за программой домашних упражнений и занятиями в зале. Следует обратить внимание на объем занятий (количество подходов и повторений, используемые веса, число тренировок в неделю). Это необходимо чтобы избежать перегрузки области мышечно-сухожильных переходов с развитием ятрогенных тендинитов перегрузочного генеза.

При добавлении упражнений в открытой кинематической цепи и более сложных упражнений в замкнутой, важно не пропустить появление боли в

пателлофemorальном сочленении. Пациентам рекомендуют ежедневно выполнять упражнения на растяжку четырехглавой мышцы бедра и ограничить силовые тренировки тремя или четырьмя днями в неделю. Специалист-реабилитолог должен внимательно следить за состоянием пациента при выполнении программы домашних упражнений и занятиях в зале. Тренировки не должны подразумевать постоянную зависимость пациента от изотонических силовых тренажеров в клинике. Помимо домашних занятий, пациентам рекомендуют регулярно посещать спортзал.

<b>III фаза послеоперационной реабилитации: ранняя функциональная (с 11 по 16 недели)</b>
<b>Цели</b>
<p>Полное сгибание в коленном суставе</p> <p>Увеличение эластичности квадрицепса и мышц всей нижней конечности в целом</p> <p>Способность осуществить спуск со ступи высотой 20 см. шагом вперед с сохранением хорошего динамического контроля за эксцентрическим движением</p> <p>Возвращение к нормальному уровню повседневных нагрузок</p> <p>Симметрия конечностей при выполнении теста на спуск со ступи шагом вперед не менее 85%</p> <p>Автономность в выполнении программы упражнений дома и в спортзале</p>
<b>Меры предосторожности</b>
<p>Избегать боли при бытовых нагрузках и занятиях ЛФК.</p> <p>Избегать реципрокного спуска по лестнице при недостаточной силе квадрицепса и плохом динамическом контроле конечности</p> <p>Избегать высоко интенсивных спортивных нагрузок до достижения адекватного объема движений, силы мышц и гибкости</p>
<b>План лечения</b>
<p>Продолжить упражнения на увеличение объема сгибания</p> <p>Начало упражнений на увеличение гибкости квадрицепса</p> <p>Мягко-тканый массаж, миофасциальный релиз, постизометрическая релаксация</p> <p>Продвинутая программа упражнений в замкнутой кинематической цепи — начало занятий на ступе</p> <p>Тренировки спуска со ступи шагом вперед</p> <p>Усложнение программы приседаний</p> <p>Введение упражнений в открытой кинематической цепи (изокинетических/изотонических) по субъективной переносимости</p> <p>Продвинутое проприоцептивные тренировки</p> <p>Упражнения на телесную ловкость</p> <p>Упражнения на эллиптическом тренажере</p> <p>Бег спиной вперед</p> <p>Тест на спуск со ступи шагом вперед на барометрической компьютеризированной платформе через 4 месяца после операции</p> <p>Автономное регулярное выполнение реабилитационной программы в домашних условиях и в спортзале</p>
<b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b>
<p>Полный объем движений в коленном суставе</p> <p>Адекватная сила квадрицепса и гибкость нижней конечности</p>

Способность выполнить спуск со ступи шагом вперед на снаряде высотой 20 см. с хорошим динамическим контролем эксцентрического движения (85% симметрии между конечностями при выполнении теста)

Отсутствие боли при бытовых нагрузках, т.е. ходьбе и реципрокному передвижению по лестнице

Регулярное выполнение реабилитационных упражнений дома и в спортзале

#### **IV фаза послеоперационной реабилитации: поздняя функциональная/возврата в спорт (с 16 по 24 недели)**

Основной задачей этой фазы реабилитационной программы является переход пациента к нормальному уровню рекреационных, профессиональных и бытовых нагрузок, а также подготовка спортсменов к возвращению в спорт.

По достижении адекватной силы четырехглавой мышцы и отсутствии воспалительных и болевых симптомов при беге спиной вперед, приступают к обычным беговым тренировкам на дорожке. Плиометрические упражнения вводятся в программу при соблюдении следующих условий. Во-первых, у спортсмена должен быть полный объем движений в коленном суставе и хорошая гибкость нижних конечностей. Во-вторых, должна присутствовать адекватная силовая база. Так, к плиометрическим тренировкам можно приступать, только если пациент способен присесть пять раз за 5 секунд с весом, равным 60% от собственного [29]. В-третьих, при выполнении ранее заложенных в программу проприоцептивных упражнений должен наблюдаться адекватный нервно-мышечный контроль. Ощущение предчувствия боли и нестабильности должно быть распознано специалистом по реабилитации, и за ним должен осуществляться контроль.

Функциональное и изокинетическое тестирование должно фиксировать симметрию конечностей, равную или превышающую 85%. Тестирование призвано помочь реабилитологу в выявлении имеющихся силовых дефицитов. Было установлено, что прыжковый тест на одной ноге позволяет достоверно зафиксировать асимметрию нижних конечностей, и может успешно применяться для оценки функционального состояния у пациентов с высоким уровнем физической активности после шва разгибательного аппарата [30].

#### **Профилактика осложнений**

Программа реабилитации в этой фазе представлена силовыми тренировками и упражнениями на мышечное кондиционирование. Следует обратить особое внимание пациента на необходимость продолжения регулярного тренировочного процесса, для максимального восстановления и предотвращения повторных травм при возвращении в профессиональный или рекреационный спорт, или просто к повседневным нагрузкам.

IV фаза послеоперационной реабилитации: поздняя функциональная/возврата в спорт (с 16 по 24 недели)
<b>Цели</b>
<p>Выполнение спорт-специфических движений без предчувствия боли и нестабильности</p> <p>Достижение максимальной силы и гибкости, адекватной определенному виду спорта</p> <p>Симметрия между конечностями &gt;85% при выполнении прыжкового теста и изокинетического аппаратного тестирования</p> <p>Автономность в выполнении реабилитационной программы дома и в спортзале</p>
<b>Меры предосторожности</b>
<p>Избегать боли при выполнении упражнений и при функциональных тренировках</p> <p>Избегать занятий спортом до восстановления адекватной силы и разрешения врача</p>
<b>План лечения</b>
<p>Продолжают программы тренировок на силу, гибкость и ловкость</p> <p>Программа плиометрических упражнений</p> <p>Бег</p> <p>Тренировки телесной ловкости и спорт-специфические тренировки</p> <p>Программа упражнений дома и в спортзале модифицируется исходя из данных динамических осмотров</p>
<b>Критерии завершения реабилитации</b>
<p>Симметрия между конечностями &gt;85-90% по результатам функционального изокинетического тестирования</p> <p>Безболезненный бег</p> <p>Отсутствие предчувствия боли и нестабильности при выполнении спорт-специфических движений</p> <p>Понимание пациентом дальнейшего выполнения и развития самостоятельной программы упражнений для спортзала и дома</p>

### Литература

1. Casey, M.T. Jr., Tietjens, B.R. Neglected Ruptures of the Patellar Tendon. A Case Series of Four Patients. *Am J Sports Med* 2001 ;29(4):457—460.
2. Kasten, R, Schewc, B., Maurer, F., Gosling, T., Krettek, C., Weise, K. Rupture of the Patellar Tendon: A Review of 68 Cases and a Retrospective Study of 29 Ruptures Comparing Two Methods of Augmentation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001, 121(10)578-582.
3. Kuechle, D.K., Stuart, M.J. *Isolated Rupture of the Patellai Tendon in Athletes*. *Am J Sports Med* 1994;22(5):692-695.
4. Marder, R.A., Timmerman, L.A. *Primary Repair of Patellai Tendon Rupture Without Augmentation*. *Am J Sports Med* 1999;27(3) 504-307.
5. Kelly, D.W., Carter, V.S., Jobe, F.W., Kerlan, R.K. *Patellar and Quadriceps Tendon Ruptures—Jumper's Knee*. *Am J Sports Med*1984;12(5):375—380.
6. Rasul, A.T. Jr., Fischer, D.A. Primary Repair of Quadriceps Tendon Ruptures. Results of Treatment. *Clin Orthop* 1993;289: 205-207.
7. Siwek, C.W., Rao, J.P. *Ruptures of the Extensor Mechanism of the Knee Joint*. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63(в):932-937.
8. Anzel, S.H., Covey, K.W., Weiner, Л.П., Lipscomb, RK. *Disruptions of Muscles and Tendons: An Analysis of 1014 Cases*. *Surgery* 1959;45:406.

9. Zernicke, R.F., Garhammer, J., Jobe, F.W. *I Inman Patellai- Tendon Rupture*. J Bone Joint Surg Am 1977;59(2):179-183.
10. Enad JG, Loomis, L.L. *Patellar Tendon Repair: Postoperative Treatment*. Arch Rhys Med Rehabil 2000;81(6):786-788.
11. Enad, J.G. *Patellar Tendon Ruptures*. South Med J 1999;92(6): 563-566.
12. Richards, D.P., Barber, F.A. *Repair of Quadriceps Tendon Ruptures Using Suture Anchors*. Arthroscopy 2002; 18(5)556-559.
13. Enneking, W.F., Horowitz, M. The Intra-articular Effects of Immobilization on the Human Knee. J Bone Joint Surg 1972; 54A:973-985.
14. Laros, G.S., Tipton, C.M., Cooper, R.R. *Influence of Physical Activity on Ligament Insertions in the Knees of Dogs*. J Bone Joint Surg 1971;53A:275-286.
15. Ilan, D.I., Tejwani, N., Keschner, M., Leibman, M. *Quadriceps Tendon Rupture*. J Am Acad Orthop Surg 2003,11(3):192-200.
16. Larson, R.V., Simonian, RT. Scmitendinosus Augmentation of Acute Patellar Tendon Repair with Immediate Mobilization. Am J Sports Med 1995;23(1).82-86.

## ПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ

Передняя крестообразная связка (ПКС) в общей популяции является одной из самых часто травмируемых связок коленного сустава. Согласно статистике, в течение года вероятность получить травму ПКС существует у 1 из 3000 человек. Наиболее часто повреждение связки регистрируется в видах спорта, для которых характерно резкое изменение направления движений и прыжки (баскетбол, футбол, американский футбол, горные лыжи, лакросс). Механизм повреждения ПКС может быть контактным и бесконтактным. Бесконтактный механизм травмы присутствует в 78% всех повреждений ПКС[2,3]. По данным статистики, в Соединенных Штатах ежегодно проводится более 100 000 пластик ПКС. Для восстановления связки используют аутотрансплантаты (сухожилие собственной связки надколенника, сухожилия подколенных мышц) или аллотрансплантат.

### Описание операции

Пластику ПКС аутотрансплантатом из собственной связки надколенника выполняют комбинируя открытый и артроскопический хирургические доступы. Аутотрансплантат формируют из средней трети сухожилия, отсекая его от большеберцовой кости и надколенника с костными блоками (рис. 35-1). Выполняется артроскопический дебридмент остатков поврежденной ПКС. В большеберцовой и бедренной костях сверлами формируют каналы для проведения трансплантата. Трансплантат проводят из тиббиального канала в бедренный через центральные отделы плато большеберцовой кости. Концы трансплантата фиксируют интерферентными винтами, которые вкручивают между костными блоками трансплантата и стенками бедренного и большеберцового туннелей (рис. 35-2). Накладывают швы на кожные раны. В послеоперационном периоде коленный сустав пациента фиксируют шарнирным ортезом в положении полного разгибания.

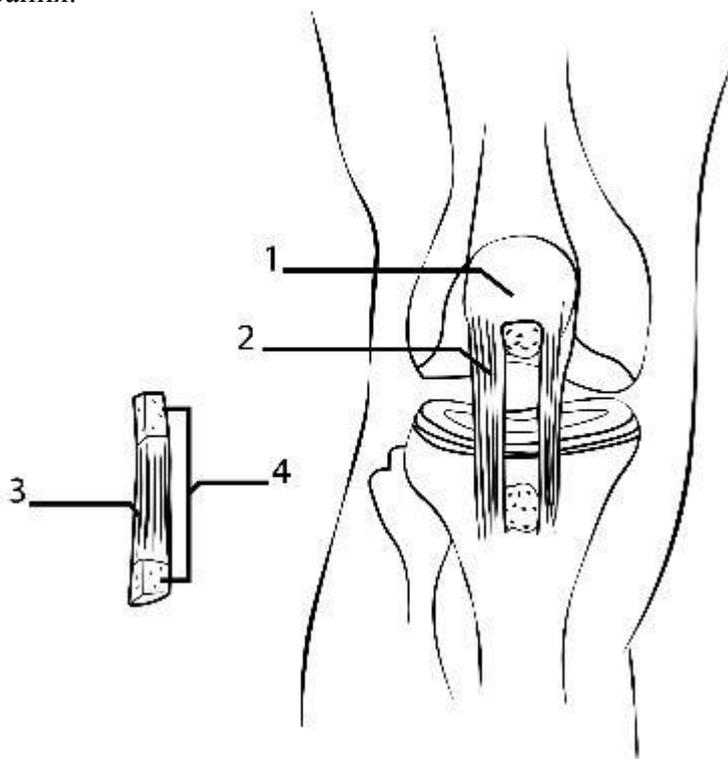


Рис. 35-1 Среднюю треть собственной связки надколенника забирают с костными блоками из надколенника и большеберцовой кости

1. Надколенник
2. Связка надколенника
3. Центральная порция связки надколенника
4. Костные блоки на концах трансплантата

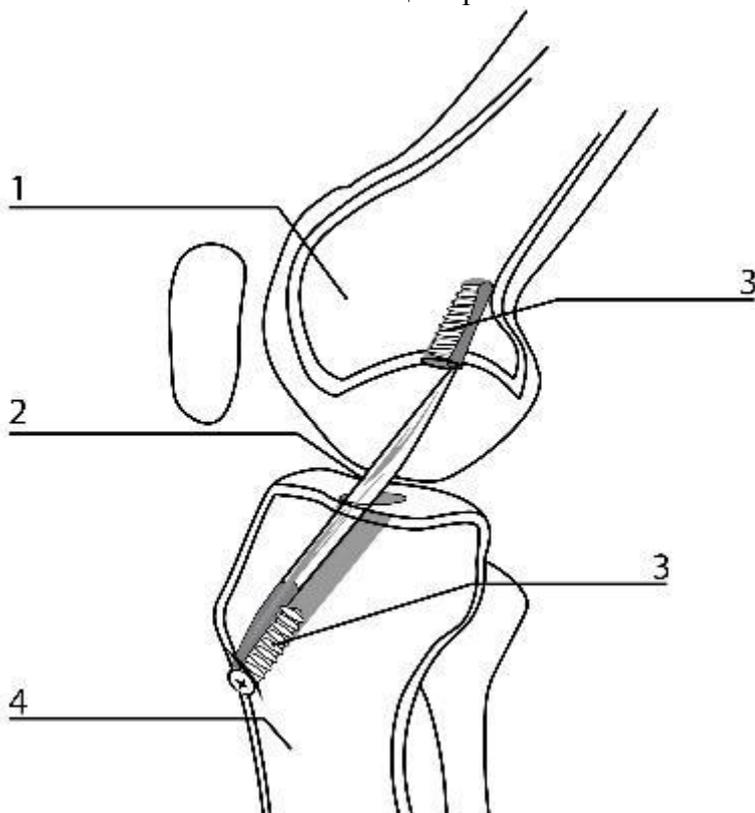


Рис. 35-2 Концы трансплантата фиксируют интерферентными винтами, которые вкручивают между костными блоками трансплантата и стенками бедренного и большеберцового туннелей.

1. Бедренная кость
2. Трансплантат
3. Интерферентные винты
4. Большеберцовая кость

### Программа реабилитации

Реабилитационно-восстановительные мероприятия начинают сразу после операции. Специалист по реабилитации должен уделить особое внимание защите ауто трансплантата связки. Кроме того, послеоперационная реабилитация должна опираться на знания о его биологических свойствах. Согласно исследованию Noyes с соавт. [4], прочность средней трети ауто трансплантата из собственной связки надколенника составляет 186% нативной ПКС. Но приживление трансплантата проходит через фазы некроза, ревазуляризации и структурной перестройки. В первую фазу прочность ауто трансплантата закономерно снижается, и напротив, увеличивается по мере прорастания сосудами и его ремоделирования [5-8]. При составлении программы реабилитации в течение первых 3-6 недель необходимо учитывать способ механической фиксации трансплантата в кости, предполагаемый тип биологической его фиксации и способ внешней механической защиты коленного сустава. Переход с одного этапа реабилитации на другой осуществляют после функционального тестирования по достижении целевых значений по

определенным критериям. Ориентировочное время завершения реабилитации составляет 4 - 6 месяцев после операции.

### Предоперационная реабилитация

Пластику передней крестообразной связки лучше проводить после спадания отека, восстановления полного объема движений в суставе, оптимизации мышечной функции и нормализации походки. Было показано, что восстановление полного объема движений перед операцией снижает риск развития послеоперационного артрофиброза [9]. Также известно, что, если отсрочить операцию более чем на 3 недели, увеличение силы четырехглавой мышцы бедра в последующем происходит быстрее [10]. Таким образом, реализация задач предоперационного периода может занять несколько недель.

Важной составляющей предоперационной программы является обучение пациента. Предоперационная программа реабилитации помогает ментально подготовить пациента/ атлета к высоким требованиям послеоперационного периода. Обучение и последующее осознанное самостоятельное выполнение реабилитационной программы помогают увеличить эффективность восстановительных мероприятий сразу после операции и снизить количество осложнений. Предоперационная реабилитация состоит из упражнений на пассивное разгибание коленного сустава с валиком под пяткой, изометрической тренировки четырехглавой мышцы бедра, подъемов прямой ноги в ортезе, фиксированном под углом 0 градусов, а также активного сгибания и разгибания с ассистенцией здоровой конечностью в диапазоне от 0 до 90 градусов (рис. 35-3, А-Г). Проведение этих мероприятий в предоперационном периоде необходимо в связи с тем, что в раннем послеоперационном периоде, упражнений на разработку последних градусов разгибания в открытой кинематической цепи (ОКЦ) придется избегать из-за натяжения трансплантата и дискомфорта в области надколенника. Для нормализации движений в пателло-фemorальном сочленении, пациента обучают методикам самостоятельной мобилизации надколенника. Проводят замеры окружностей бедра и голени на разных уровнях и подбирают послеоперационный ортез. Пациента обучают его правильно надевать и снимать. До тех пор, пока не будет иных указаний от хирурга или реабилитолога, пациенту настоятельно рекомендуют одевать ортез на время сна, при ходьбе, а также при выполнении подъемов выпрямленной ноги в положении лежа на спине. Пациента обучают пользоваться физиотерапевтическими приборами для местной холодной терапии для уменьшения отека и боли (рис. 35-4). Пациенту по росту подбирают костыли и обучаются передвижению с частичной нагрузкой на травмированную конечность (до 50% массы тела). Если позволяет техническое оснащение, то с помощью электромеханического артрометра можно исследовать степень связочной недостаточности коленного сустава (рис. 35-5). При необходимости, проводится тестирование мышечной силы (изокинетическое и/или функциональное тестирование) и балансометрия.



Рис. 35-3 А. Пассивное разгибание коленного сустава с валиком под пяткой.



Рис. 35-3 Б. Изометрические упражнения для четырехглавой мышцы бедра с субмаксимальным напряжением. Валик в подколенной области служит для дополнительного комфорта.

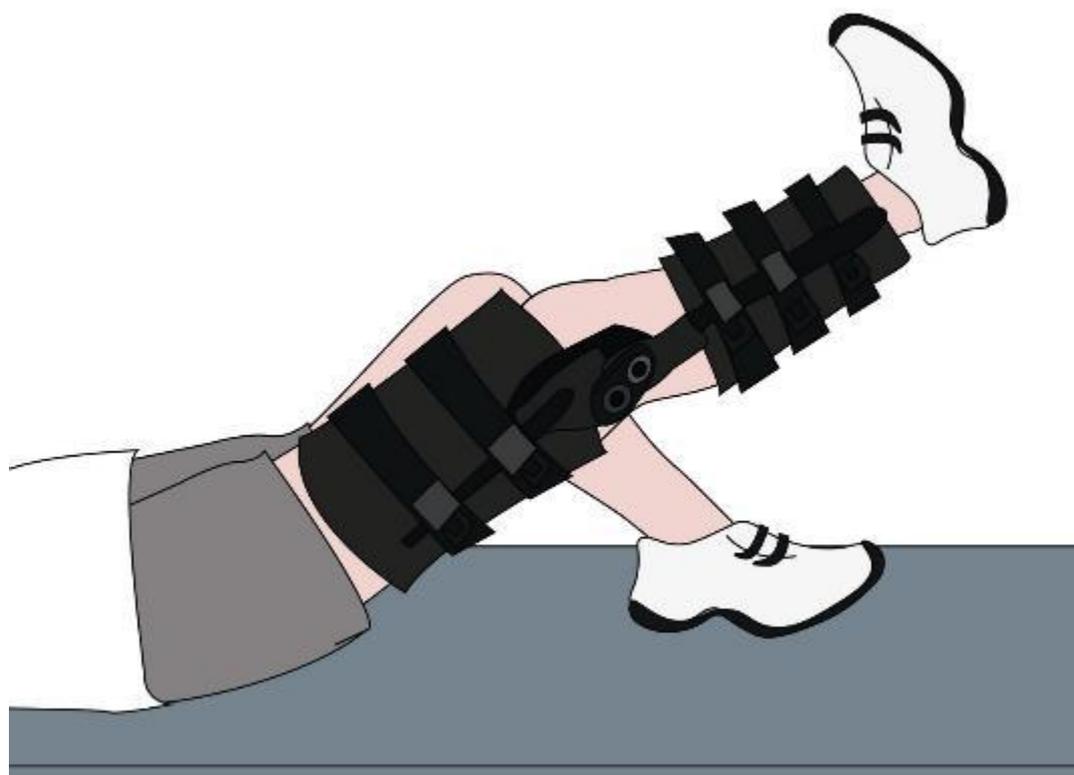


Рис. 35-3 В. Подъемы прямой ноги в ортезе, фиксированном под углом 0 градусов.



Рис. 35-3 Г. Активно-пассивные упражнения выполняют при помощи здоровой конечности, которой поддерживают оперированную ногу.

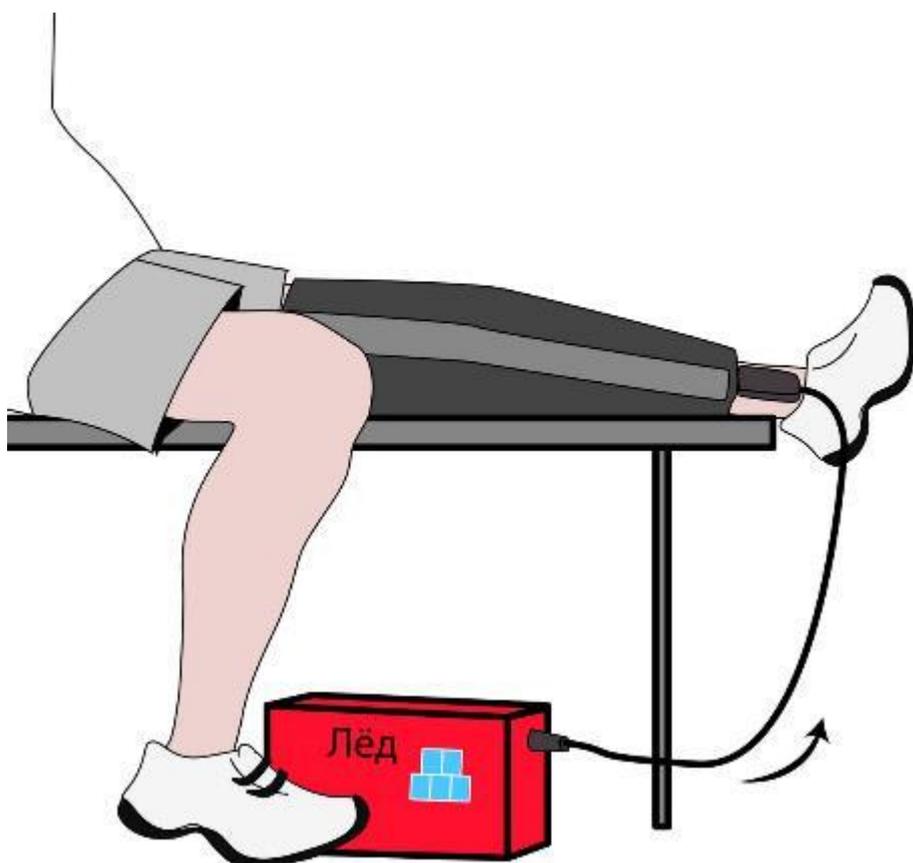


Рис. 35-4 Система для местной холодовой терапии.

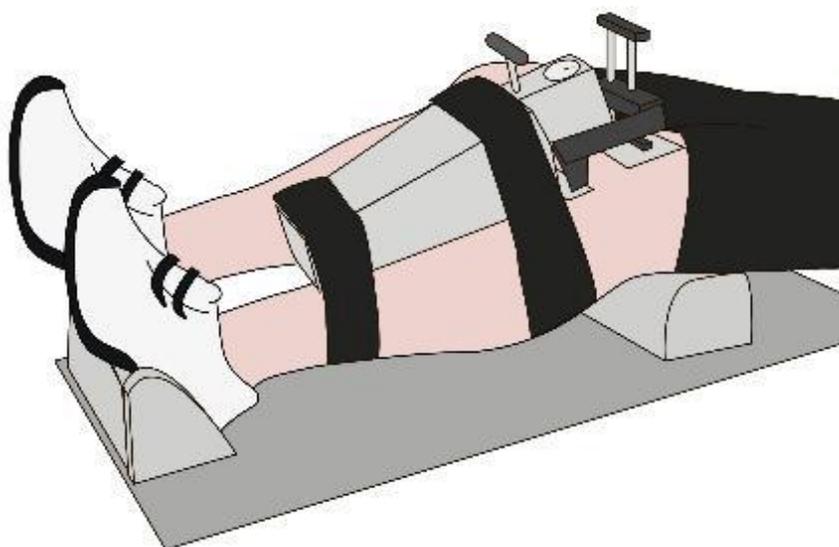


Рис. 35-5 Электро-механический артрометр.

Перед операцией, пациент должен хотя бы раз быть осмотрен физиотерапевтом. Пациенту на руки выдают буклет, в котором представлена информация о предстоящем оперативном вмешательстве, лечебной гимнастике, особенностях течения послеоперационного периода, а также приведены ответы на часто задаваемые вопросы.

<b>Предоперационная реабилитация</b>
<b>Цели</b>
<p>Обучение пациента  Восстановление нормального объема движений  Нормализация походки  Максимально доступное увеличение силы мышц и функциональных возможностей конечности  Возможность самостоятельно подниматься / спускаться по лестнице без дополнительных средств опоры</p>
<b>Меры предосторожности</b>
<p>Избегать тепловых процедур на область сустава  Избегать длительного нахождения в положении стоя /длительной ходьбы /резкого замедления и ротационных движений в коленном суставе  При сопутствующем повреждении медиальной коллатеральной связки избегать вальгусной нагрузки на сустав в быту и при занятиях лечебной физкультурой.</p>
<b>План лечения</b>
<p>Тестирование артрометром (КТ 1000)  Изокинетическое/функциональное тестирование /исследование баланса  Подбор ортеза по ноге. Инструкции по его ношению.  Обучение самостоятельному проведению локальной криотерапии  Прогрессивная отработка навыков правильной походки  Ходьба с частичной опорой на травмированную ногу при помощи костылей в ортезе, фиксирующем коленный сустав в положении полного разгибания  Инструктирование пациента по поводу домашней программы реабилитации</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ тренировка четырехглавой мышцы бедра</li> <li>▪ поднятие выпрямленной ноги в ортезе</li> <li>▪ мобилизация надколенника</li> <li>▪ пассивное разгибание коленного сустава с валиком под пяткой</li> <li>▪ активное сгибание/активное разгибание с ассистенцией здоровой ногой в диапазоне от 0 до 90 градусов</li> </ul> <p>Активные и активно-ассистированные упражнения на увеличение объема движений в коленном суставе  Упражнения с прогрессивным сопротивлением и функциональные тренировки  Электромиостимуляция /упражнения с биологической обратной связью (двигательное переобучение мышц)</p>
<b>Критерии готовности к проведению операции</b>
<p>Нормальный объем движений в травмированном суставе (при отсутствии механического блокирования).  Нормализация походки  Возможность подниматься/спускаться по лестнице без вспомогательных средств  Готовность самостоятельно выполнять домашнюю программу реабилитации</p>

## **I фаза послеоперационной реабилитации (до 2 недель после операции)**

В первую фазу реабилитации упор делается на восстановление полного объема пассивного разгибания, прогрессивное увеличение нагрузки на оперированную конечность, на уменьшение отека и двигательное переобучение четырехглавой мышцы бедра. Для минимизации таких пагубных эффектов иммобилизации как дегенерация хрящевой ткани, чрезмерное образование внутрисуставных рубцов и хронический болевой синдром, упражнения на увеличение объема движений начинают как можно раньше [11-13]. Изометрическое положение трансплантата защищает его от перерастяжения и позволяет начать двигательные упражнения сразу после операции. Пациента инструктируют о необходимости несколько раз в день выполнять активное сгибание и активное разгибание коленного сустава с ассистенцией здоровой ногой. При появлении сложностей по самостоятельной разработке сгибания, может быть показано домашнее использование мото-шин. Однако принципиально важным является предотвращение именно дефицита разгибания в суставе. Ограничение разгибания в коленном суставе после пластики ПКС может привести к нарушению походки, хроническому болевому синдрому в пателло-фemorальном сочленении и стойкой слабости четырехглавой мышцы бедра [14,15]. Полного разгибания необходимо достичь не позднее 2-3 недель после операции. Для этого пациента обучают сидеть и/или лежать с валиком, подложенным под пятку, что позволяет приложить к суставу мягкое разгибательное усилие за счет силы тяжести (рис. 35-3 Б). Во время ходьбы и сна коленный сустав фиксируют ортезом в положении полного разгибания. Эти мероприятия позволят расположить трансплантат связки в предназначенное для него место в межмышцелковой ямке и не допустить заполнения ее рубцовой тканью.

Еще одной особенностью программы реабилитации после пластики ПКС является раннее начало осевой нагрузки. Современная методика внутриканальной фиксации костных блоков трансплантата интерферентными винтами (методика ВТВ) позволяет начать нагрузку на оперированную конечность сразу после операции. Пациента инструктируют о необходимости одевать ортез, фиксированный в положении полного разгибания во время ходьбы. Пациентам, оперированным с использованием ауто трансплантата типа кость-сухожилие-кость (ВТВ) рекомендуют начинать с дозированной нагрузки на конечность (50% от массы тела) с дополнительной опорой на костыли с последующим прогрессивным увеличением нагрузки, ориентируясь на уровень болевых ощущений. Таким образом, в течение первой недели после операции пациент ходит с опорой на костыли, постепенно адаптируясь к осевой нагрузке с учетом выраженности болевого синдрома.

В этой фазе важное значение имеют уменьшение послеоперационного отека и двигательное переобучение четырехглавой мышцы бедра. Причем эти два мероприятия тесно связаны между собой. Spence с соавт., доказал факт ингибции четырехглавой мышцы бедра в присутствии суставного отека. Дело в том, что ответная реакция на раздражение механорецепторов суставной капсулы при ее растяжении приводит к ингибированию моторной иннервации этой мышцы. Поэтому, уменьшение послеоперационного выпота в коленном суставе снизит его ингибирующее влияние на четырехглавую мышцу, и будет способствовать быстрому восстановлению ее функции. В раннем послеоперационном периоде применяют локальную криотерапию с помощью переносных систем. Холодовое воздействие на область сустава осуществляют по 20 - 30 минут с интервалом не менее часа между процедурами. После снятия швов, для охлаждения можно

использовать прикладывание пакета со льдом непосредственно на область отека. Сокращения четырехглавой мышцы бедра с валиком нужной величины под коленом обеспечивают ее качественное и безболезненное двигательное переобучение. При наличии затруднений, для облегчения двигательной редукации мышцы в дополнение к указанным упражнениям используют аппараты биологической обратной связи и электромиостимуляторы. Упражнения с подъемом выпрямленной ноги в ортезе, фиксированном в положении полного разгибания, выполняют до достижения полного контроля за функцией квадрицепса, т.е. до обретения возможности безболезненно поднять ногу без остаточных явлений сгибательной контрактуры в суставе.

Для восстановления подвижности надколенника специалист по реабилитации проводит его мануальную мобилизацию. Пациент должен изучить методику и продолжить мобилизацию в домашних условиях. Выраженность воспалительного ответа сустава определяет безопасный объем послеоперационных тренировок. Для разгибания важна мобилизация надколенника в проксимальном направлении, а для сгибания в дистальном.

Как только объем сгибания в коленном суставе достигнет 80 градусов, для увеличения силы, объема движений и улучшения работы сердечно-сосудистой системы в программу реабилитации вводят велоэргометр с коротким шатуном педали (рис 35-6). Schwartz с соавт. [18] доказал, что уже в раннем послеоперационном периоде можно достичь улучшения по всем перечисленным выше параметрам если сменить шатуны на педалях эргометра со стандартных (170 мм.) на укороченные (80-140 мм.).



Рис. 35-6 Велоэргометр, оборудованный педалями с коротким рычагом. Укрепление проксимального отдела мышц бедра выполняют в режиме увеличения сопротивления: т.е. с использованием утяжелителей на конечности, тренажеров для изотонических упражнений и т.д.

В связи с тем, что после реконструкции ПКС имеются дефициты баланса, необходимо как можно раньше начинать нейромышечное обучение [19,21] Оценку баланса и тренировки по его обретению начинают по мере увеличения весовой нагрузки на ногу. Как только пациент может опереться на травмированную ногу с

усилием равным 50% массы тела, начинают упражнения на доске-качалке (рис 35-7).



Рис. 35-7 Баланс-упражнения на доске-качалке.

При увеличении сгибания в коленном суставе более 90 градусов и прогрессивном улучшении двигательного контроля над квадрицепсом в программу включают жимы ногами. Жим в замкнутой кинематической цепи осуществляют сначала обеими ногами, не допуская боли в диапазоне от 5 до 70 градусов, и далее одной ногой с постепенным увеличением объема движений. В ранней фазе послеоперационного периода предпочтения при силовой тренировке отдают упражнениям в замкнутой кинематической цепи, так как было показано, что они оказывают минимальное стрессовое воздействие на трансплантат связки [22, 28].

Программа домашней реабилитации должна постоянно обновляться, учитывая результаты динамического наблюдения.

### **Профилактика осложнений**

Наиболее распространенным осложнением после реконструкции ПКС является тугоподвижность сустава [29,33]. В эту фазу необходимо добиться

полного пассивного разгибания. Также пациент должен приложить максимум усилий для достижения 90 градусов сгибания. Если указанных значений разгибания и сгибания достичь не удастся, следует проконсультироваться с хирургом, проводившим операцию. Для увеличения объема движений может потребоваться весь арсенал терапевтических воздействий от агрессивной разработки, до мероприятий по снижению отека и боли при помощи нестероидных противовоспалительных средств. Акцентируйте внимание пациента на необходимости регулярно заниматься лечебной физкультурой в домашних условиях, соблюдая ограничительный режим, а также следуя принципу прогрессивного увеличения нагрузки на оперированную ногу.

I фаза послеоперационной реабилитации (до 2 недель после операции)
Цели
<p>Полное пассивное разгибание в коленном суставе (особое внимание этому пункту!)</p> <p>Контроль послеоперационной боли и отека</p> <p>Объем движений от 0 до 90 градусов</p> <p>Раннее начало осевой нагрузки на оперированную конечность</p> <p>Предотвращение ингибиции и атрофии четырехглавой мышцы бедра</p> <p>Возможность автономно выполнять программу реабилитации в домашних условиях</p>
Меры предосторожности
<p>Избегать активного разгибания коленного сустава в диапазоне от 0 до 40 градусов</p> <p>Избегать ходьбы без фиксации коленного сустава ортезом в положении полного разгибания</p> <p>Избегать тепловых процедур на область коленного сустава</p> <p>Избегать длительного стояния/длительной ходьбы</p>
План лечения
<p>Упражнения на разгибание с валиком из полотенца под пяткой, вывешивание голени с кушетки, лежа на животе</p> <p>Двигательное переобучение четырехглавой мышцы бедра (электромиостимуляция, электромиографический контроль)</p> <p>Частичная нагрузка на ногу и далее нагрузка по переносимости (при наличии трансплантата из собственной связки надколенника) в ортезе, замкнутом в положении полного разгибания и с дополнительной опорой на костыли</p> <p>Мобилизация надколенника</p> <p>Активное сгибание /активное разгибание коленного сустава в диапазоне от 0 до 90 градусов с ассистенцией здоровой ногой.</p> <p>Подъемы выпрямленной ноги (во всех плоскостях)</p> <p>При выполнении упражнений по подъему ноги из положения лежа фиксировать коленный сустав в положении 0 градусов ортезом.</p> <p>Работа на велоэргометре с коротким шатуном</p> <p>Упражнения с прогрессивным сопротивлением для мышц бедра</p> <p>Балансировочные платформы (опора на обе ноги)</p> <p>Жим двумя ногами в диапазоне от 5 до 70 градусов. Упражнения начинают при возможности согнуть ногу более 90 градусов</p> <p>Кардио-тренировки и тренировка для верхнего плечевого пояса по переносимости</p> <p>Локальная криотерапия</p>

<p>Прогрессивное усложнение программы домашних упражнений на основании результатов динамических осмотров</p> <p>Акцентировать внимание пациента на необходимости регулярно заниматься лечебной физкультурой в домашних условиях, соблюдая ограничительный режим и следуя принципу прогрессивного увеличения нагрузки на оперированную ногу</p>
<p><b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b></p>
<p>Возможность поднять выпрямленную оперированную ногу. Отсутствие сгибательной контрактуры</p> <p>Объем движений в коленном суставе от 0 до 90 градусов</p> <p>Способность оперированной конечности безболезненно переносить нагрузку</p>

## **II фаза послеоперационной реабилитации (со 2 по 6 недели)**

По мере увеличения силы четырехглавой мышцы бедра, для выравнивания походки увеличивают диапазон движений в ортезе до угла 50 градусов. Продолжают использование костылей. Опору на оперированную конечность увеличивают, ориентируясь на выраженность болевого синдрома. Перед тем как оставить костыли, необходимо добиться нормального стереотипа походки. Для отработки навыков походки, и разгрузки оперированной конечности можно использовать подводную беговую дорожку. Ходьба с погружением в воду до уровня нижнего края грудины приводит к снижению весовой нагрузки на 60-75%, а погружение до пояса на 40- 50% [34, 35].

Решение о типе используемого ортеза в данной фазе (стандартный ортез максимальной готовности, бандаж легкой фиксации и т.д.) принимает хирург, проводивший операцию. По мере увеличения объема движения в суставе и укрепления окружающих его мышц, программу реабилитации дополняют упражнениями в замкнутой кинематической цепи, например, приседаниями (рисунок 35-8), а также упражнениями на тренировку баланса. Lutz с соавт. [23], обнаружил, что при приседании срезающие усилия, действующие на сустав, распределены во всем диапазоне движения более благоприятно в сравнении с упражнениями в открытой кинематической цепи.



Рис. 35-8 Приседания в замкнутой кинематической цепи. Пациент выполняет приседания в пределах безболезненного диапазона движения. При этом можно использовать физиотерапевтический мяч.

Занятия на удержание равновесия усложняются упражнениями с опорой на одну ногу, балансированием на многоплоскостных платформах, тренировками устойчивости с активным выведением из равновесия (рис 35-9). Суть упражнений заключается в прогрессивном усложнении поддержания баланса путем целенаправленного ограничения визуальной стимуляции и взаимовлияния вестибулярной и соматосенсорной импульсации для вовлечения в работу дублирующих систем [36]. Выполнение упражнений с закрытыми глазами или броски мяча с поддержанием баланса в большей степени нагружают соматосенсорную систему. Увеличение скорости нейромышечного ответа на предъявляемые нагрузки способствует динамической стабилизации коленного сустава и тем самым защищает статичный трансплантат от перерастяжения и повторных травм [37, 38]. При достижении 110-115 градусов сгибания в коленном суставе, можно перейти к тренировкам на велоэргометре с обычной длиной шатуна (170 мм.). Fleming с соавт. [39] показал IN VIVO, что пиковые нагрузки на трансплантат при велоэргометрии относительно невелики.



Рис. 35-9 Активное выведение из равновесия. Специалист по реабилитации толчками пытается вывести пациента из равновесия.

Упражнения на одной ноге в замкнутой кинематической цепи, например, отведение и разгибание контралатерального бедра против эластического сопротивления, а также шаги на степ с прогрессивным увеличением его высоты включают в программу для наращивания мышечной силы и нейромышечной фасилитации. Через 6 недель после операции пациент должен иметь возможность без боли шагнуть на степ высотой 20 см., полностью контролируя движение. Измерение механической устойчивости сустава при помощи артрометра проводится в сроки 6 недель, 3 и 6 месяцев после операции. Это позволяет зафиксировать величину смещения голени для последующего более обоснованного построения реабилитационной программы. Результаты этих исследований, а также данные о тренировочных успехах пациента докладывают хирургу, проводившему операцию.

Программа реабилитации в домашних условиях должна прогрессивно обновляться, по результатам динамических осмотров.

### **Профилактика осложнений**

Наиболее частой жалобой в этой фазе является боль в переднем отделе сустава. Это может быть связано с тем, что, осознав способность передвигаться без костылей, пациент слишком быстро наращивает уровень повседневной активности,

который может быть неадекватен силе конечности. Пациент должен представлять границы своих возможностей при ходьбе, стоянии и передвижении по лестнице. Специалист по восстановительной медицине должен формировать программу реабилитации сугубо индивидуально, на основании субъективных жалоб или отсутствии таковых, а также ориентируясь на данные объективных осмотров. Именно так осуществляется движение вперед, базирующееся на этапной оценке критериев улучшения функции.

Данные ежедневных наблюдений и опросов должны ложиться в основу необходимых модификаций, направленных на устранение возможных жалоб пациента, обеспечивая безопасный прогресс реабилитационных мероприятий. Следует сделать особый акцент на разъяснении пациенту всей важности методичного следования основной или модифицированной программе реабилитации в домашних условиях. Важно, чтобы при необходимости он также четко реагировал на рекомендации по изменению повседневных и тренировочных нагрузок.

II фаза послеоперационной реабилитации (со 2 по 6 недели)	
Цели	<p>Объем движений в коленном суставе от 0 до 125 градусов</p> <p>Нормализация подвижности надколенника</p> <p>Отсутствие отека (наличие минимального отека допускается)</p> <p>Восстановление нормальной походки (отсутствие анталгической походки)</p> <p>Подъем на ступень высотой 20см. без боли, полностью контролируя движение.</p>
Меры предосторожности	<p>До достижения адекватной силы четырехглавой мышцы бедра и устранения всех контрактур необходимо избегать обычного реципрокного спуска по лестнице (т.е. с шагом попеременно обеими ногами)</p> <p>Избегать боли при выполнении упражнений и при функциональных тренировках</p>
План лечения	<p>Прогрессивное увеличение осевой нагрузки/нагрузка по переносимости (при пластике сухожилием собственной связки надколенника). Ходьба с дополнительной опорой на костыли в ортезе с заданным диапазоном движения от 0 до 50 градусов. Все вышеперечисленное только при условии достижения адекватной функции квадрицепса (т.е. при демонстрации хорошего сокращения мышцы и возможности поднять выпрямленную ногу без боли и сгибательной контрактуры)</p> <p>Отказ от костылей при отсутствии анталгических элементов в походке</p> <p>Замена послеоперационного ортеза на фиксатор, рекомендованный хирургом (стандартный ортез максимальной готовности, бандаж и т.д.)</p> <p>Занятия на стандартном велоэргометре (при достижении сгибания в коленном суставе &gt; 115 градусов)</p> <p>Жим ногами (в диапазоне от 80 до 0 градусов)</p> <p>Активно-ассистированные упражнения на разработку объема движений</p> <p>Миниприседания /перемещения веса тела из стороны в сторону</p> <p>Проприоцептивные тренировки: на нестабильных платформах, тренажерах по типу гимнастического волчка, с эластичными лентами на противоположной конечности</p> <p>Начало тренировок с подъемом на ступень</p>

<p>Занятия на тренажере-имитаторе подъема по лестнице</p> <p>Ходьба на подводной беговой дорожке при нормальной эпителизации раны</p> <p>Подъем выпрямленной в коленном суставе ноги с прогрессивным сопротивлением.</p> <p>Тренировка мышц задней поверхности бедра и голени с прогрессивным сопротивлением</p> <p>Увеличение эластичности мышечно-связочного аппарата задней поверхности бедра и голени</p> <p>Активное разгибание коленного сустава до угла 40 градусов</p> <p>Аппаратная артрометрия коленного сустава через 6 недель после операции (мануальное исследование с приложением к голени максимального тракционного усилия противопоказано)</p> <p>Модификация программы домашних упражнений, на основании результатов динамических осмотров</p>
<p>Критерии перехода на следующий этап реабилитации</p>
<p>Объем движений в коленном суставе от 0 до 125 градусов</p> <p>Нормальный стереотип походки</p> <p>Способность шагнуть на ступень высотой 20 см.</p> <p>Восстановление подвижности надколенника</p> <p>Улучшение функциональных показателей по результатам данных артрометрии и двигательных тестов</p>

### **III фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 14 недели)**

После того как достигнуто соответствие критериям перехода в III фазу, пациент приступает к этапу, целью которого является восстановление полного объема движений, а также дальнейшее наращивание мышечной силы и увеличение гибкости. На фоне продолжения активно-пассивных упражнений, проводят занятия на растяжку четырехглавой мышцы бедра (в положении на спине и животе). Продолжают программу функциональных тренировок с прогрессивным сопротивлением, как в открытой, так и замкнутой кинематической цепи. Имплементируется программа с подъемом на ступень с прогрессивным увеличением его высоты (10 см, затем 15 и 20 см.). Для ускорения прироста силы четырехглавой мышцы бедра, используют ходьбу спиной вперед по беговой дорожке с прогрессивным увеличением угла наклона полотна [40] (рис 35-10). Если через 3 месяца после операции аппаратная артрометрия и клинический осмотр не выявляют значимых отклонений от условной нормы, то можно приступить к изотоническим разгибаниям в диапазоне от 40 до 90 градусов. При этом необходимо наблюдать за реакцией пателло-фemorального сочленения. В программу реабилитации вводят более сложные упражнения для наработки нейромышечных связей в виде тренировок на равновесие и телесную ловкость при помощи спортивного жгута и балансирования на наименее стабильных опорах (резиновые валики, балансировочные доски и т.д.). Дополнительно используют метод активного выведения из равновесия.



Рис. 35-10 Ходьба спиной вперед на беговой дорожке

Через 3 месяца после операции выполняют тест на спуск со степ-платформы вперед [41] (рис. 35-11). Тест позволяет оценить функциональную мышечную силу оперированной нижней конечности. Он заключается в выполнении максимально медленного и контролируемого шага со ступи высотой 20см. на барометрический мат. Движения осуществляют поочередно каждой ногой. При этом анализируют возможные нарушения двигательного контроля. Дополнительно, измеряют среднюю величину ударной нагрузки в процентах от массы тела и степень симметрии между конечностями. Усредненная ударная нагрузка не должна превышать 10% от массы тела пациента, а конечности по результатам теста должны быть симметричны на 85% [41].

При прохождении теста, в программу вводят бег на дорожке. Обычному бегу должен предшествовать бег спиной вперед, так как при нем меньше компрессионная нагрузка на пателло-фemorальное сочленение [42]. Программа реабилитации в домашних условиях должна постоянно модифицироваться, в соответствии с результатами динамического наблюдения.



Рис. 35-11 Тест на спуск со степа шагом вперед.

Тест заключается в выполнении максимально медленного и контролируемого шага со степа высотой 20см. на барометрический мат. Движения осуществляют поочередно каждой ногой. При этом анализируют возможные нарушения двигательного контроля. Дополнительно, измеряют среднюю величину ударной нагрузки в процентах от массы тела и степень симметрии между конечностями. Усредненная ударная нагрузка не должна превышать 10% от массы тела пациента, а конечности по результатам теста должны быть симметричны на 85%.

### **Профилактика осложнений**

Несмотря на более высокий функциональный уровень, в этой фазе пациент все еще нуждается в постоянном напоминании о необходимости следовать разумным тренировочным ограничениям, связанным с остаточными контрактурами, ригидностью мышц и недостаточной мышечной силой. В соответствии с вышеописанными обстоятельствами, реабилитолог должен планировать усложнение реабилитационной программы только после соответствия

достижений пациента проходным критериям для следующего более продвинутого этапа. Например, для начала беговой нагрузки необходимо, чтобы пациент мог выполнить тест на спуск со ступа. Пациенту рекомендуют контролировать количество тренировок с сопротивлениями. Для ускорения восстановления и профилактики перетренированности рекомендуют при необходимости исключать из программы силовые тренировки, модифицировать количество повторений определенных упражнений и практиковать кросс-тренинги.

III фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 14 недели)
Цели
<p>Восстановление полного объема движений в коленном суставе            Возможность безболезненно спускаться по ступеням высотой 20 см., с хорошим мышечным контролем.</p> <p>Увеличение переносимости повседневных нагрузок            Увеличение гибкости мышечно-связочного аппарата нижней конечности            Обеспечение протекции пателло-фemorального сочленения</p>
Меры предосторожности
<p>Избегать боли при выполнении упражнений и функциональных тренировок</p> <p>Спортивная нагрузка и бег разрешаются после достижения адекватной мышечной силы и только с согласия хирурга.</p>
План лечения
<p>Приседания            Начало упражнений на спуск со ступа            Жимы ногами            Выпады            Разгибания в коленном суставе в изотоническом режиме в диапазоне от 40 до 90 градусов (предпочтение следует отдавать упражнениям в замкнутой кинематической цепи)            Усложненные проприоцептивные тренировки (активное выведение из равновесия)            Упражнения на развитие телесной ловкости (со спортивным жгутом)            Тренажер “противонаправленная лестница”            Ходьба/бег спиной вперед            Упражнения на растяжку четырехглавой мышцы бедра            Тест на спуск со ступа шагом вперед на барометрический мат            Аппаратная артрометрия через 3 месяца после операции            Модификация программы домашних упражнений, по результатам динамического наблюдения</p>
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации
<p>Полный объем движений в коленном суставе            Возможность безболезненно спускаться по лестнице с высотой ступеней 20 см., хорошо контролируя ногу            Улучшение функциональных показателей по результатам данных артрометрии и двигательных тестов</p>

#### **IV фаза послеоперационной реабилитации (от 14 до 22 недель)**

Когда состояние пациента соответствует перечисленным выше критериям, осуществляется переход в следующую фазу, которая посвящена общей физической подготовке. Также акцент делают на методиках, позволяющих спортсменам безопасно вернуться к своей профессиональной деятельности. Предпочтение отдают быстрому бегу на короткие дистанции. Бег в медленном темпе на большие

дистанции менее предпочтителен. Упражнения на разгибание в коленном суставе в изотоническом и изокинетическом режимах выполняют в пределах полного диапазона движения. Упражнения с прогрессивным сопротивлением и занятия на растяжку продолжают в пределах комфортного диапазона и без боли. Упражнения на телесную ловкость, а именно тренировки с замедлением адаптируют под задачи конкретного вида спорта. Если того требуют задачи конкретного вида спорта, в реабилитационную программу включают плиометрические упражнения. Необходимо уделить должное внимание упражнениям на растяжку контрлатеральной конечности для профилактики перегрузочных синдромов. Программу реабилитации в домашних условиях регулярно обновляют по результатам динамического наблюдения за пациентом.

### **Профилактика осложнений**

Прежде чем вводить в программу тренировок плиометрические упражнения, необходимо достичь полного объема движений в оперированном суставе и хорошей гибкости. Также требуется развитие адекватной мышечной силы. Chu [43] описал простой функциональный тест, позволяющий определить, можно ли пациенту приступать к плиометрическим упражнениям. Так, сила считается достаточной, если пациент способен выполнить 5 приседаний за 5 секунд с весом, равным 60% своей массы. Плиометрические тренировки должны строиться по функциональному принципу. При этом пытаются улучшить скоростные и силовые показатели, увеличивая параметры нагрузки, частоту и объем тренировок и постоянно отслеживая состояние пациента.

При планировании тренировок необходимо от простых упражнений идти к сложным (например, переходить к прыжку с физиотерапевтического ящика только после отработки упражнений на степе) (рис 35-12). Спортсменам рекомендуют разнообразить тренировки в течение недели. Например, один день после хорошей разминки, посвятить работе с весами, второй день занятиям бегом, далее день плиометрическим нагрузкам, а затем, что не менее важно, один день оставить на полноценный отдых и восстановление мышц.



Рис. 35-12 Плиометрические упражнения (прыжки двумя ногами): Пациент прыгает вверх на снаряд и мягко приземляется.

IV фаза послеоперационной реабилитации (с 14 по 22 недели)	
Цели	
Безболезненный бег	
Максимальные для повседневной активности сила и гибкость нижней конечности	
Симметрия между конечностями более 75% по результатам прыжкового теста.	
Меры предосторожности	

Избегать боли при выполнении упражнений и функциональных тренировок Спортивные нагрузки возможны только с разрешения хирурга при достижении адекватной мышечной силы
<b>План лечения</b>
Бег возможен при успешном выполнении теста на спуск со ступа высотой 20см. Продолжить упражнения на увеличение силы и гибкости Продвинутое спорт-специфические упражнения на телесную ловкость Плиометрические тренировки при достижении адекватной мышечной силы Упражнения на разгибание в коленном суставе в изотоническом режиме в пределах полного объема движения без боли и крепитации (предпочтение отдадут упражнениям в замкнутой кинематической цепи) Изокинетические тренировки на высоких и средних скоростях, также предпочтительней в замкнутой кинематической цепи Аппаратная артрометрия через 3 месяца после операции Программа реабилитации в домашних условиях, основанная на результатах динамического наблюдения за пациентом
<b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b>
Симметричный безболезненный бег Симметрия между конечностями при прыжковом тесте не менее 75% Прогресс в функциональных тренировках. Соответствие проходным критериям для функционального тестирования

### **V фаза послеоперационной реабилитации (с 22 недели до момента окончания реабилитации)**

Фактически, это фаза возвращения к специальным спортивным нагрузкам. Особое внимание уделяют специфическим упражнениям и движениям, на которых специализируется данный атлет. Устраняют имеющиеся силовые дефициты и недостаток эластичности. Плиометрические упражнения и занятия на развитие телесной ловкости привязывают к задачам конкретного спорта. Для этого атлет может принимать участие в контактных или бесконтактных тренировках. Иногда рекомендуют ношение специального армированного ортеза для реабилитации после травм передней крестообразной связки. Тщательно отслеживаются субъективные жалобы, а также случаи реальной нестабильности или ее предчувствия во время спортивных нагрузок. Чтобы засвидетельствовать окончание реабилитации проводят фиксацию механических, силовых и мощностных показателей пациента посредством аппаратной артрометрии, прыжковых тестов и изокинетического тестирования.

Целевым значением при функциональном и изокинетическом тестировании является остаточная асимметрия между конечностями менее 15% при измерении показателей общей работы и максимальных моментов развиваемых четырехглавой мышцей и хамстринг-группой при скоростях 60 и 240 градусов в секунду. Функциональное тестирование, включая в себя составные элементы движений и реальные двигательные задачи, дает объективное представление о степени функциональной подготовленности пациента. Целевым значением при выполнении прыжкового теста на одной ноге и теста с прыжком в шахматном порядке является 85% симметрии между конечностями (рис. 35-13). Результаты

данного тестирования, как и любые другие релевантные сведения, передают хирургу для принятия окончательного решения о допуске к занятиям спортом.



Рис. 35-13 Прыжковый тест «зигзагом». Пациент выполняет серию из трех прыжков в длину в шахматном порядке на одной ноге.

## Профилактические мероприятия

Целью данного этапа является подготовка пациента/спортсмена к полноценным занятиям спортом в рамках конкретного вида. Для этого специалист по реабилитации должен привести в полное соответствие критериям допуска такие показатели как мобильность и объем движений в суставе, мышечная сила, мощность и выносливость. Восстановление по данным показателям необходимо для предотвращения повторных травм. Об успехе и продвижении в реабилитации судят по результатам этапного силового и функционального тестирования.

<b>V фаза послеоперационной реабилитации (с 22 недели)</b>
<b>Цели</b>
Отсутствие предчувствия нестабильности и боли при выполнении спорт-специфических движений Максимальное восстановление силы и гибкости, соответствующее запросам конкретных видов спорта Симметрия конечностей > 85% по результатам прыжкового теста
<b>Меры предосторожности</b>
Избегать боли во время упражнений и при функциональных тренировках. Спортивная нагрузка только с разрешения хирурга при достижении адекватной мышечной силы
<b>План лечения</b>
Продолжить силовые тренировки для нижних конечностей, упражнения на развитие гибкости и телесной ловкости Усложненная программа плиометрических упражнений Использование ортеза при занятиях спортом (по желанию хирурга) В течение всего курса реабилитации следить за величиной тренировочных нагрузок Динамический контроль за состоянием пациента и оценка его жалоб (жалобы на боль, отек). Соответствующие модификации реабилитационной программы, при необходимости Убеждение пациента в необходимости регулярных занятий в домашних условиях Аппаратная артрометрия через 6 месяцев после операции Модификация домашней реабилитационной программы на основании осмотров
<b>Критерии окончания реабилитации</b>
Симметрия между конечностями более 85% по результатам прыжкового теста Выполнение спорт-специфических движений без предчувствия нестабильности и боли Гибкость, соответствующая запросам конкретного вида спорта Способность в условиях спортзала автономно следовать программе поддерживающих упражнений, являющейся дальнейшим развитием пройденной реабилитационной программы

## Литература

1. Miyasaka, K.C., Daniel, D.M., Stone, M I.,, Hirschman, P. The Incidence of Knee Ligament Injuries in the General Population. *Am J Knee Surg* 1991;4:3-8.
2. Johnson, R.J. The Anterior Cruciate Ligament Problem. *Clin Orthop* 1983;172:14-18.
3. Noyes, F.R., Mooar, P.A., Matthews, D.S., Butler, D.L. The Symptomatic Anterior Cruciate-deficient Knee. Part I. The Longterm Functional Disability in Athletically ActiiH' Individuals. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65:154-162.
4. Noyes, F.R., Butler, D.L., Grood, E.S., Zernicke, R.F., Hefzy, M.S. Biomechanical Analysis of Human Ligament Grafts Used in Knee Ligament Repairs and Reconstructions. *J Bone Joint Surg* 1984;66A:344-352.
5. Clancy, W.G., Narechania, R.G., Rosenberg, T.D., Gmeiner, J.G., Wisnefske, D.D., Lange, T.A. Anterior and Posterior Cruciate Ligament Reconstruction in Rhesus Monkeys. *J Bone Joint Surg* 1981 ;63 A: 1270-1284.
6. Drez, D.J., DeLee, J., Holden, J.P, Arnoczky, S., Noyes, F.R., Roberts, T.S. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Bone-patella Tendon-bone Allografts. A Biological and Biomechanical Evaluation in Goats. *Am J Sports Med* 1991;19:256-263.
7. Falcoiero, R.P, DiStefano, V.J., Cook, T.M. Revascularization and Ligamentization of Autogenous Anterior Cruciate Ligament Grafts in Humans. *Arthroscopy* 1998;14(2):197-205.
8. Rougraff, B.T., Shelbourne, K.D. Early Histologic Appearance of Human Patella Tendon Autografts Used for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7(1):9-14.
9. Shelbourne, K.D., Wilckens, J.H., Mollabaashy, A., DeCarlo, M.S. Arthrofibrosis in Acute Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The Effect of Timing of Reconstruction and Rehabilitation. *Am J Sports Med* 1991;9:332-336.
10. Shelbourne, K.D., Foulk, A.D. Timing of Surgery in Acute Anterior Cruciate Ligament Tears on the Return of Quadriceps Muscle Strength after Reconstruction Using an Autogenous Patella Tendon Graft. *Am J Sports Med* 1995;23:686-689.
11. Akcson, W.H., Woo, S.L.-Y, Amiel, D. The Connective Tissue Response to Immobilization: Biomechanical Changes in Periarticular Connective Tissue of the Immobilized Rabbit Knee. *Clin Orthop* 1973;93:356-362.
12. Noyes, F.R., Mangine, R.E., Barber, S. Early Knee Motion after Open and Arthroscopic ACL Reconstruction. *Am J Sports Med* 1987;15(2):149—160.
13. Salter, R.H., Simmonds, D.F., Malcolm, B.W., Rumble, E.J., MacMichael, D., Clements, N.D. The Biological Effect of Continuous Passive Motion on Healing of Full-thickness Defects in Articular Cartilage. *J Bone Joint Surg* 1980;62A(8):1232-1251.
14. Benum, P. Operative Mobilization of Stiff Knees after Surgical Treatment of Knee Injuries and Posttraumatic Conditions. *Acta Orthop Scand* 1982;53:625-631.
15. Peny, J., Antonelli, D., Ford, W. Analysis of Knee-joint Forces During Flexed-knee Stance. *J Bone Joint Surg* 1975;57A:961- 967.
16. Spencer, J.D., Hayes, K.C., Alexander, L.J. Knee Joint Effusion and Quadriceps Inhibition in Man. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65(4):171-177.
17. Fulkerson, J.P., Hungerford, D. Disorders of the Patellofemoral Joint, 2nd ed. Williams & Wilkins, Baltimore, 1990.

## ПЛАСТИКА ЗАДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ

Задняя крестообразная связка (ЗКС) является главным ограничителем, предотвращающим смещение костей голени кзади по отношению к бедру [1]. Согласно статистике, около 3% всех травм коленного сустава приходится на повреждения ЗКС [2]. У пациентов, обратившихся в специализированные центры с травмой коленного сустава, повреждение ЗКС будет диагностировано в 37% случаев [5]. Изолированное повреждение ЗКС встречается примерно в 40% случаев [4]. Наиболее частым механизмом изолированного повреждения ЗКС является прямой удар по большеберцовой кости при согнутом коленном суставе [5]. Разрыв ЗКС часто сопровождается повреждением других структур коленного сустава. Эти повреждения могут быть следствием гиперэкстензии, гиперфлексии или ротационных нагрузок в сочетании с варусным или вальгусным насильем [5,6]. Тактика ведения пациентов с повреждением ЗКС до сих пор является поводом для разногласий. Некоторыми исследователями были продемонстрированы успешные результаты консервативного лечения пациентов, которым удалось развить хорошую силу четырехглавой мышцы бедра [7,11]. Другие исследования после травмы ЗКС в отдаленном периоде доказали наличие дегенеративных изменений в коленном суставе, сопровождающихся болью в пателло-фemorальном и медиальном бедренно-большеберцовом сочленениях [4,12,15]. В то же время, предположение о том, что пластика ЗКС способна переломить патогенез задней нестабильности еще предстоит доказать. В настоящее время можно сказать лишь что результаты пластики ЗКС менее предсказуемы, в сравнении с пластикой передней крестообразной связкой. [12].

Существует множество хирургических методик пластики ЗКС с использованием разных трансплантатов. Традиционной считается транстибиальная техника с антеградным сверлением и проведением трансплантата из голени в бедро. Описаны методики с ретроградным сверлением туннеля и фиксацией связки с костным блоком на подготовленной костной площадке задней поверхности голени. Нередко используются двух-пучковые пластики. В качестве трансплантатов чаще всего используют алло-сухожильный трансплантат ахиллова сухожилия, аутооттрансплантат из полусухожильной и нежной мышц или аутооттрансплантат типа “кость-сухожилие-кость” из собственной связки надколенника (англ. ВТВ). В данной главе представлена программа реабилитации после однопучковой реконструкции ЗКС с использованием аутооттрансплантата из сухожилий нежной и полусухожильной мышц.

### Описание операции

Из двух крестообразных связок, ЗКС является самой прочной и широкой. Она крепится широким веерообразным основанием к бедру и более узкой полосой к задней поверхности большеберцовой кости [15]. Задняя крестообразная связка состоит из двух пучков: передненаружного и задневнутреннего (рис. 36-1). Передненаружный пучок сохраняет натяжение в положении сгибания коленного сустава, а задневнутренний в положении близком к полному разгибанию [14]. Передненаружный пучок более мощный и упругий, а также имеет большую прочность на разрыв чем задневнутренний пучок [15, 16]. В связи с этим, целостность именно передне-наружного пучка обычно пытаются восстановить при однопучковой реконструкции ЗКС.

При наиболее распространенной однопучковой пластике ЗКС, после формирования сверлами костных каналов в голени и бедре в них протягивают трансплантат связки, который фиксируют на бедре и голени при помощи разных

эндо-пуговиц и винтов (рис 36-2). Как уже было сказано выше, при однопучковой пластике, траектория трансплантата в основном соответствует ходу антеролатерального пучка ЗКС (рис. 36-3). При двухпучковой пластике сверлят каналы в бедре и голени, для каждого из пучков по отдельности, пытаясь восстановить анатомическое строение и нормальную биомеханику задней крестообразной связки. В послеоперационном периоде коленный сустав пациента фиксируют шарнирным ортезом в положении полного разгибания.

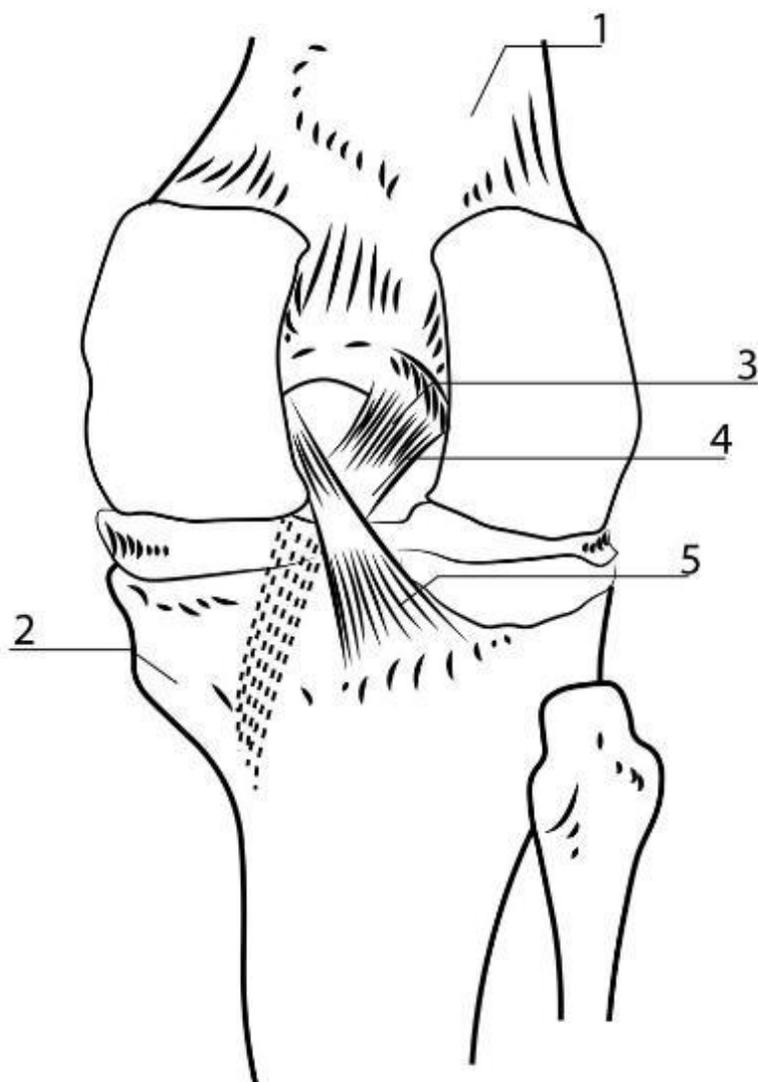


Рис. 36-1 Задняя крестообразная связка.

- 1 – Бедренная кость
- 2 – Большеберцовая кость
- 3 – Задняя крестообразная связка
- 4 – Передненаружный пучок ЗКС
- 5 - Задневнутренний пучок ЗКС

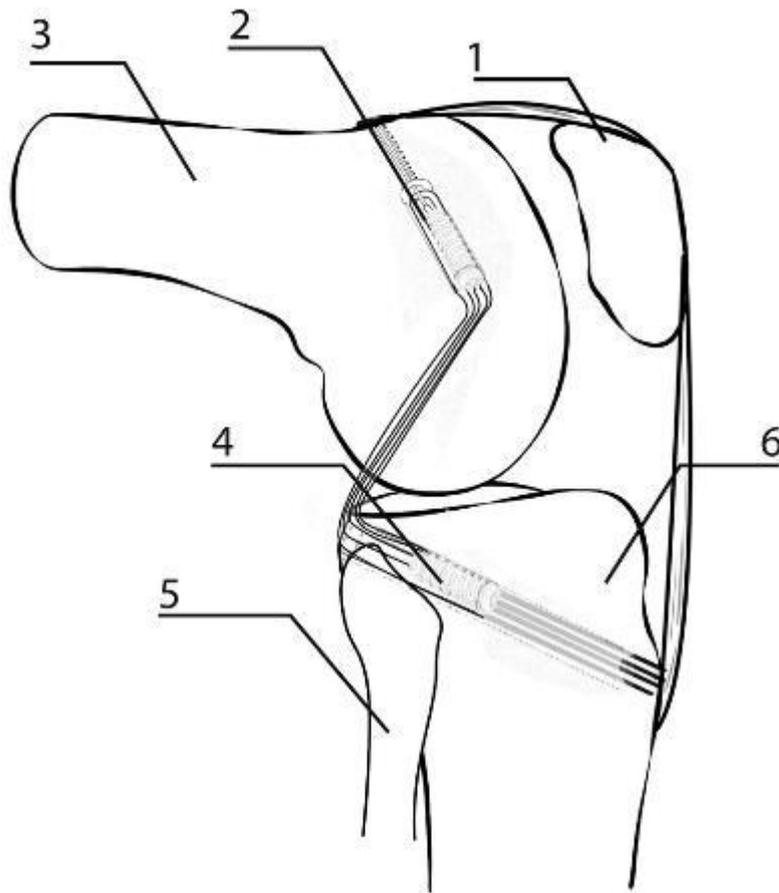


Рис. 36-2 Пластика ЗКС с использованием аутотрансплантата из сухожилий нежной и полусухожильной мышц. Правое колено, вид сбоку.

- 1 - Надколенник
- 2, 4 - Фиксирующий винт
- 3 - Бедренная кость
- 5- Малоберцовая кость
- 6 – Большеберцовая кость

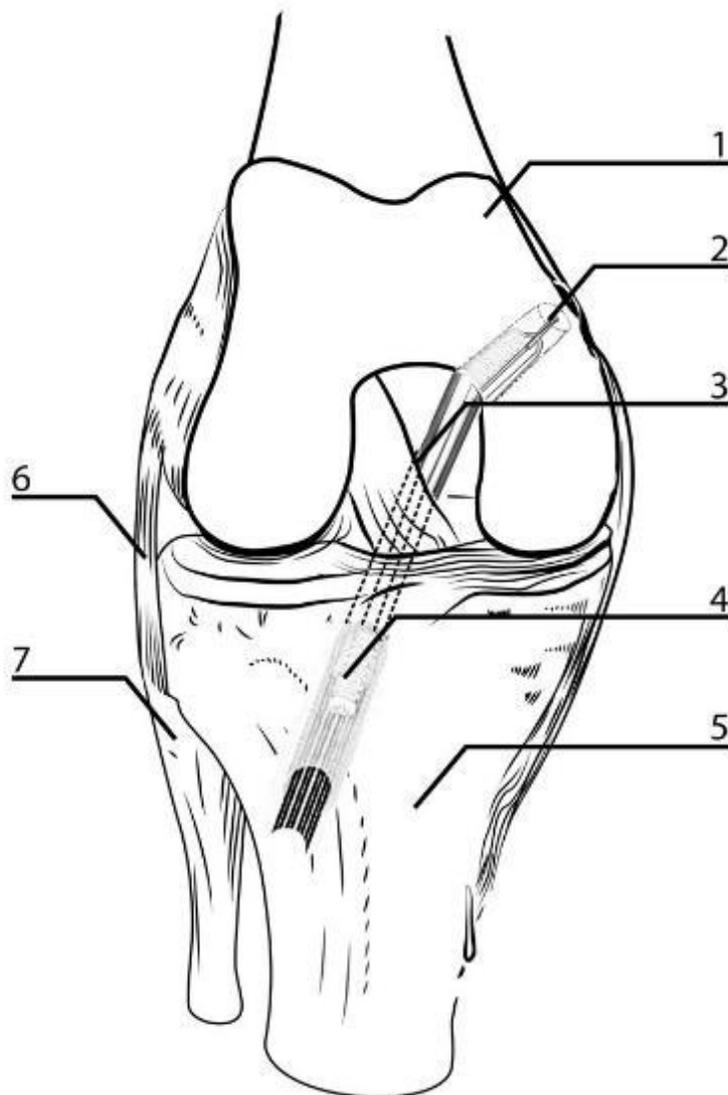


Рис. 36-3 Пластика ЗКС с использованием ауто трансплантата из сухожилий нежной и полусухожильной мышц. Левое колено, вид спереди.

- 1 - Суставная поверхность бедренной кости
- 2 - Эндо-пуговица
- 3 – Передняя крестообразная связка
- 4 –Фиксирующий винт
- 5 - Большеберцовая кость
- 6 – Латеральная коллатеральная связка
- 7 – Малоберцовая кость

#### Программа реабилитации

Программа реабилитации после реконструкции ЗКС направлена на постепенное восстановление объема движений и силы нижней конечности, на фоне защиты трансплантата от нежелательных перегрузок. В течение всего периода восстановления, специалист по реабилитации должен учитывать и использовать на практике знания по биомеханике и пато-биомеханике коленного сустава.

Принципиально важное значение имеет постоянный контакт с хирургом. Дополнительные структурные нарушения, выявленные во время операции будут оказывать прямое влияние на содержание реабилитационной программы и темп ее

реализации. Критерием перехода на каждый последующий уровень реабилитационной программы является успешное выполнение ряда функциональных тестов. Пациент должен быть осведомлен о своей роли в реабилитационном процессе. Отношение пациента к предписанному режиму занятий и способность адекватно реагировать на модификации реабилитационной программы играют ключевую роль в успехе восстановительных мероприятий.

### **Предоперационная реабилитация**

Перед пластикой ЗКС, рекомендуют добиться восстановления нормальной амплитуды движений и адекватной функции мышц травмированной конечности. Целями этого этапа также являются восстановление нормального стереотипа походки и возможности реципрочно спускаться и подниматься по лестнице. Перед операцией рекомендуют провести с пациентом как минимум один реабилитационный инструктаж. При этом акцент делают на обучении пациента. Обучение, которое гарантирует автономность пациента в выполнении послеоперационных упражнений, особенно в раннем послеоперационном периоде, существенно ускоряет реабилитационный процесс и снижает риск возможных осложнений. Список предоперационных упражнений включает пассивные разгибания коленного сустава с валиком под голенью, изометрические сокращения четырехглавой мышцы бедра, подъемы выпрямленной ноги в брэйсе, замкнутом в положении полного разгибания, активно-ассистированные упражнения на разработку объема движений, при которых конечность контролируют посредством концентрических и эксцентрических сокращений квадрицепса. Следует учесть, что в ранних фазах после операции необходимо избегать активного сгибания в коленном суставе. Это движение вызывает перегрузку трансплантата и точек его фиксации в кости [20, 21, 22]. Пациента также обучают методике самостоятельной мобилизации надколенника для профилактики послеоперационных рубцовых сращений. Проводят замеры травмированной ноги на разных уровнях для подбора шарнирного ортеза с регулируемым углом сгибания. Пациента инструктируют о том, как его правильно надевать и снимать. Ортез рекомендуют одевать на время сна, ходьбы и выполнения упражнений по подъему выпрямленной ноги. Пациенту подбирают по росту костыли и обучают ходьбе по различным поверхностям с осевой нагрузкой в степени касания пола пальцами. Для объективного измерения степени связочной недостаточности и заднего смещения голени используют артрометры разных производителей. Если позволяет состояние пациента, то для определения стартовых показателей силы (изокинетическое и функциональное тестирование) и баланса проводят соответствующие измерения. Для уменьшения боли и отека, пациенту в послеоперационном периоде рекомендуют использовать локальную криотерапию.

Реконструкция задней крестообразной связки: предоперационная фаза
Цели
<p>Обучение пациента</p> <p>Восстановление нормального объема движений</p> <p>Нормализация походки</p> <p>Максимальное увеличение силы и функциональных навыков, способность самостоятельно подниматься / спускаться по лестнице без вспомогательных средств</p> <p>Автономность в реализации программы послеоперационной реабилитации</p> <p>Возможность самостоятельно передвигаться по любым поверхностям при помощи костылей с опорой в степени касания пальцами пола</p>
План лечения
<p>Измерение степени нестабильности коленного сустава с помощью артрометра</p> <p>По возможности, проведение изокинетического/функционального тестирования и исследования баланса.</p> <p>Замеры конечности для подбора послеоперационного брейса; Инструктаж о том, как его правильно надевать и снимать.</p> <p>Обучение правильному проведению локальной холодовой терапии.</p> <p>Обучение ходьбе при помощи костылей с опорой на ногу в степени касания пальцами пола в брейсе (ортез фиксирован в положении полного разгибания 0°).</p> <p>Обучение лечебной физкультуре в следующем объеме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ пассивные разгибания коленного сустава (с подушкой/валиком под голенью)</li> <li>▪ изометрические напряжения четырехглавой мышцы бедра</li> <li>▪ подъемы выпрямленной ноги (ортез фиксирован в положении 0°)</li> <li>▪ мобилизация надколенника</li> <li>▪ активно-ассистированные разгибания, пассивные сгибания в коленном суставе (в диапазоне от 0° до 70°)</li> </ul>

### **I фаза послеоперационной реабилитации (с 1 по 6 неделю)**

Реабилитационные мероприятия после пластики ЗКС начинают сразу после операции. Приветствуется ранняя мобилизация коленного сустава. Было показано, что ранняя мобилизация снижает риск таких осложнений иммобилизации как дегенерация хрящевой ткани, избыточные рубцовые разрастания и хронический болевой синдром [23, 24, 25]. Упражнения на разработку объема движений выполняют в положении сидя. Цель занятий – достижение 70 градусов сгибания к 4 неделям и 90 градусов сгибания к 6 неделям после операции. Пациента обучают пассивному ассистированному сгибанию в коленном суставе, когда травмированную конечность на протяжении сгибания поддерживают здоровой ногой (эксцентрическое сокращение четырехглавой мышцы бедра). Затем выполняют активно-ассистированное разгибание в коленном суставе до 0° посредством концентрического сокращения квадрицепсов обеих конечностей (рис. 36-4). После пластики ЗКС ограничение пассивного разгибания встречается редко. Однако при возникновении данного осложнения, для восстановления нормальной биомеханики пателло-фemorального сочленения следует устранить имеющиеся дефициты разгибания уже в раннем послеоперационном периоде. Облегчить

разработку разгибания можно положив под голень оперированной ноги подушку или валик. Сила тяжести обеспечит нужное разгибательное усилие (рис. 36-5).

В этой фазе, в связи с запретом активного сгибания вследствие возможной перегрузки трансплантата, важное значение приобретает мобилизация надколенника (рис 36-6). Для осуществления нормального сгибания в коленном суставе требуется обеспечение адекватного смещения надколенника в дистальном направлении [21]. Мобилизацию надколенника проводит сперва реабилитолог, а затем, для домашнего применения, методике обучается пациент.



Рис.36-4 Активно-пассивные упражнения выполняют при помощи здоровой конечности, которой поддерживают оперированную ногу. Под силой тяжести колено сгибается до ощущения комфортного натяжения. Затем, задействуют квадрицепс здоровой ноги для достижения полного разгибания в коленном суставе. Таким образом, задействуют концентрические и эксцентрические сокращения четырехглавой мышцы бедра обеих конечностей.



Рис.36-5 Пассивное разгибание в коленном суставе при помощи валика.



Рис.36-6 Мобилизация надколенника

Осевая нагрузка до 2 недель после операции возможна на костылях лишь в степени касания пола пальцами. Нагрузка на ногу увеличивается до 50% к 4 неделе после операции и до 75% к 6 неделе. Для нивелирования заднего сдвигающего усилия мышц хамстринг-группы, в течение всей I фазы пациенту рекомендуют носить брэйс, замкнутый в положении полного разгибания. По данным Morrison [27] во время ходьбы по ровной поверхности на коленный сустав действует заднее сдвигающее усилие равное 40% массы тела. Увеличение силы четырехглавой мышцы бедра является ключевым компонентом реабилитации, поскольку она служит основным динамическим стабилизатором сустава, предотвращающим смещение голени кзади [28]. Для двигательной стимуляции квадрицепса под

колени подкладывают валик из полотенца подходящей величины и выполняют изометрические сокращения мышцы. Боли при упражнениях быть не должно. Для предотвращения атрофии и рефлекторного ингибирования квадрицепса, в сочетании с изометрическими сокращениями целесообразно использование электромиостимуляции и устройств с биологической обратной связью [29,30]. Подъемы выпрямленной ноги осуществляют в ортезе, фиксированном в положении полного разгибания до достижения полного двигательного контроля четырехглавой мышцы. Другими словами, до обретения способности поднимать выпрямленную ногу без боли и явлений остаточной сгибательной контрактуры в коленном суставе.

Для дальнейшего увеличения силы мышц нижних конечностей в программу добавляют некоторые упражнения в открытой и замкнутой кинематической цепях. Согласно исследованиям, эти упражнения способствуют увеличению силы нижних конечностей без избыточной нагрузки на трансплантат [21,22,31,32]. Изометрические упражнения для четырехглавой мышцы бедра на разных углах сгибания в диапазоне от  $0^{\circ}$  до  $60^{\circ}$  выполняют обеими ногами с субмаксимальным усилием. По мере увеличения объема движения, приступают к жиму ногами в диапазоне от  $60^{\circ}$  до  $0^{\circ}$  градусов сгибания в коленном суставе (рис. 36-7). При достижении угла сгибания равного  $80^{\circ}$ , для наращивания мышечной силы, увеличения объема движения и поддержания тонуса сердечно-сосудистой системы в программу включают велоэргометр, оборудованный педалями с коротким шатуном [33].

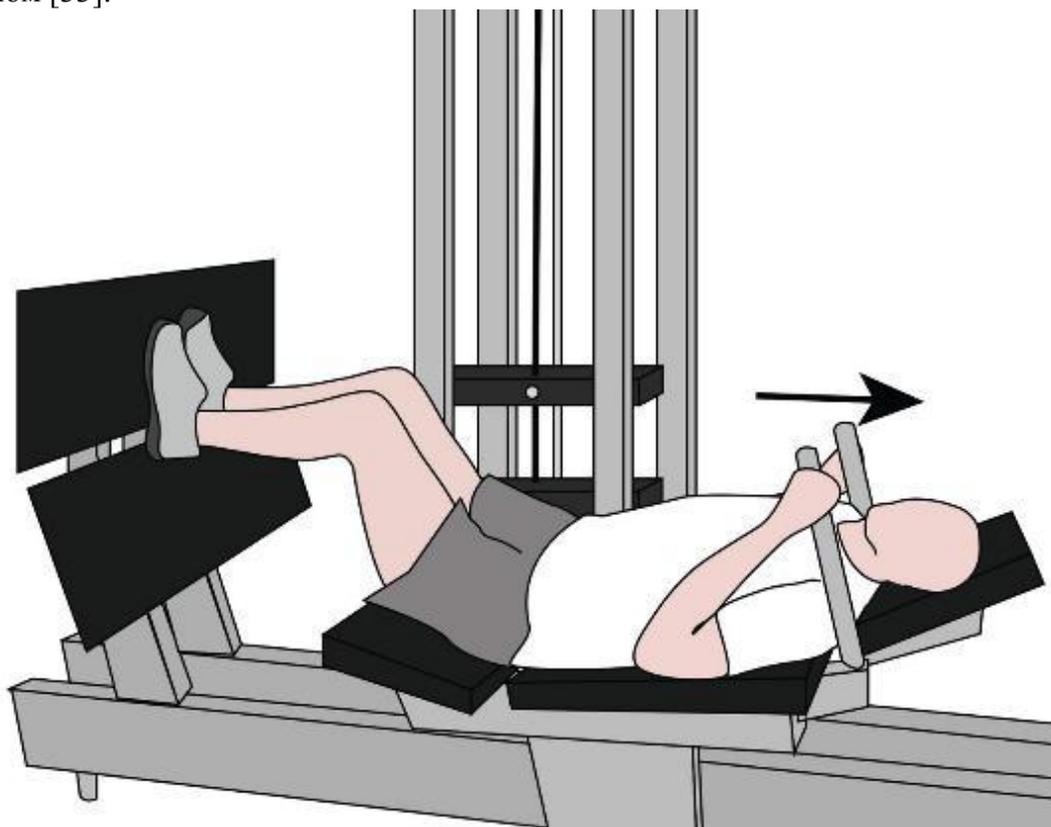


Рис.36-7 жим ногами в замкнутой кинематической цепи. Диапазон движения от  $60^{\circ}$  до  $0^{\circ}$  градусов.

К нейромышечным тренировкам приступают, как только пациент способен дать 50% нагрузки на ногу. Проводятся упражнения на поддержание баланса в основных плоскостях посредством досок-качалок. Для тренировок с биологической обратной связью и визуальным подкреплением в программу

включают упражнения на компьютеризированных подо-барографических системах.

Укрепление проксимальных мышц бедра осуществляют посредством подъемов выпрямленной ноги в разных плоскостях. Позже упражнение начинают выполнять в режиме прогрессивного увеличения сопротивлений с помощью манжет-утяжелителей. Далее, для увеличения нагрузки на проксимальную группу мышц бедра, вводят упражнения на изотонических тренажерах.

Для задней группы мышц бедра и мышц голени проводят упражнения на растяжку.

Имеется тесная зависимость между наличием выпота в коленном суставе и ингибированием квадрицепса [34]. Поэтому уменьшение выраженности послеоперационного отека способствует скорому восстановлению функции этой мышцы. Для уменьшения отека, пациенту рекомендуют ограничить долгое стояние, соблюдать режим ограничения весовых нагрузок на ногу, а также, ориентируясь на выраженность симптомов, по несколько раз в день применять местную холодовую терапию. На протяжении всей I фазы, в домашнюю программу реабилитации вносят необходимые коррективы. Пациенту разъясняют важность регулярного выполнения упражнений этой программы.

<b>I фаза послеоперационной реабилитации (с 0 по 6 недели)</b>
<b>Цели</b>
Уменьшение послеоперационной боли/отека Объем движений от 0 до 90 градусов Предотвращение ингибирования четырехглавой мышцы бедра Мобилизация надколенника Автономность в выполнении программы упражнений в домашних условиях
<b>Меры предосторожности</b>
Запрещено активное сгибание в коленном суставе Избегать теплового воздействия на сустав Запрещена ходьба без фиксации коленного сустава ортезом в положении полного разгибания Избегать превышения рекомендованного объема движений и осевой нагрузки Избегать боли во время занятий лечебной физкультурой и функциональных тренировок
<b>План лечения</b>
Пассивное разгибание коленного сустава (подушка/валик под голень) Двигательное переобучение четырехглавой мышцы бедра (изометрические сокращения четырехглавой мышцы с электромиостимуляцией и электромиографическим контролем). Ходьба с помощью костылей с опорой на ногу в степени касания пальцами пола в ортезе (ортез в положении полного разгибания) Увеличение осевой нагрузки на ногу со второй по шестую неделю до 75%. Мобилизация надколенника Активно-ассистированное разгибание/ пассивное сгибание в коленном суставе (диапазон движения от 0 до 70 градусов) Увеличение сгибания до 90 градусов по мере переносимости с 4 по 6 неделю. Подъемы выпрямленной ноги (лежа на спине / на животе) в ортезе, замкнутом в положении полного разгибания коленного сустава

<p>Подъемы выпрямленной ноги во всех плоскостях с прогрессивным сопротивлением</p> <p>Изометрические упражнения для четырехглавой мышцы бедра на разных углах сгибания (диапазон движений от 60 до 20 градусов).</p> <p>Жим двумя ногами (диапазон движений от 60° до 0° градусов)</p> <p>Упражнения с прогрессивным сопротивлением для проксимальных мышц бедра</p> <p>Проприоцептивные тренировки (с опорой на две ноги)</p> <p>Упражнения на растяжку для задней группы мышц бедра и голени</p> <p>Велотренажер, оборудованный педалями с коротким шатуном</p> <p>Тренировки на эргометре для верхнего плечевого пояса по субъективной переносимости.</p> <p>Локальная криотерапия</p> <p>Разъяснить пациенту необходимость соблюдения программы реабилитации в домашних условиях и ограничений весовой нагрузки</p>
<p><b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b></p>
<p>Объем движений 0-90 градусов</p> <p>Способность нагружать оперированную ногу на 75%</p> <p>Возможность поднять выпрямленную ногу без дефицита разгибания</p> <p>Увеличение подвижности надколенника и силы проксимальных мышц бедра</p>

### **Профилактика осложнений**

Во время этой фазы, для соблюдения рекомендаций по ограничению весовой нагрузки и объема движений потребуются дополнительная разъяснительная работа с пациентом. Для адекватной фиксации трансплантата в кости требуется время, и ранняя нагрузка может скомпрометировать результат операции в долгосрочной перспективе. В эту фазу, ключевое значение имеет тесный контакт реабилитолога с оперирующим хирургом. Готовность пациента к обязательному выполнению реабилитационной программы или отсутствие таковой служат для реабилитолога важными ориентирами для формирования структуры занятий.

### **II фаза послеоперационной реабилитации (недели с 6 по 12)**

Вторая фаза реабилитации после пластики ЗКС направлена на прогрессивное увеличение объема движения в коленном суставе, нормализацию походки и восстановление функции в степени достаточной для повседневных нагрузок.

Целью активно-ассистированных упражнений на объем движений является достижение к 12 неделе после операции сгибания 130°. При увеличении сгибания в коленном суставе до 110°-115°, можно начать использование велотренажера, оборудованного педалями с обычной длиной шатуна (170 мм.) Через 6 недель после операции, шарнирный брэйс по желанию хирурга можно заменить на более функциональный ортез (армирующий ортез максимальной готовности специально для защиты ЗКС или обычный неопреновый фиксатор с отверстием под надколенник).

Продолжают ходьбу с опорой на костыли, ориентируясь на субъективную переносимость нагрузки. При нормализации стереотипа ходьбы, от костылей можно отказаться. Для облегчения перехода от костылей к обычной ходьбе используют тренировки на подводной беговой дорожке. Разгружающий эффект водной среды облегчает чередование конечностей при передвижении [35, 36].

Усложняют силовые тренировки с пристальным вниманием к типу генерируемых нагрузок. Упражнения в замкнутой кинематической цепи, такие как жим ногами и приседания, а также упражнения в открытой цепи, такие как

разгибания в коленном суставе выполняют в диапазоне от 0° до 60°. Wilk с соавт. [32] показал, что упражнения на разгибание, а также приседания и жимы на углах сгибания в коленном суставе, превышающих 60° вызывают избыточные нагрузки, стремящиеся сместить голень кзади. Согласно исследованию Lutz с соавт. [21] во время приседаний в замкнутой кинематической цепи, на голень действуют задние смещающие нагрузки, которые, впрочем, уступают нагрузкам, возникающим при сгибании в коленном суставе в незамкнутой кинематической цепи.

Продолжают упражнения, направленные на увеличение силы четырехглавой мышцы бедра. Выполняют ходьбу по беговой дорожке спиной вперед с постепенным увеличением наклона полотна [37]. Изолированные силовые тренировки для хамстринг группы не рекомендуются в течение первых 5 месяцев после операции (рис 36-8).

Toutoungi [22] подсчитал, что при выполнении изокинетических/изометрических сгибательных упражнений, пиковые нагрузки на ЗКС фиксируются на углах около 90 градусов, и что они могут превышать вес тела в четыре раза. Особое внимание при силовых тренировках должно уделяться пателло-фemorальному сочленению. Следует избегать движений в диапазоне, в котором фиксируются болезненность и крепитация. Skyhar с соавт. [38] изучили влияние, которое оказывает пересечение ЗКС на контактные суставные нагрузки в медиальном компартменте и пателло-фemorальном сочленении. При пересечении ЗКС, исследователи зарегистрировали увеличение контактного давления в пателло-фemorальном суставе на 16%, с максимальным его подъемом на угле сгибания 60 градусов. С ростом объема движения и силы мышц в программу добавляют функциональные тренировки, такие как подъемы и спуски со степ платформы с прогрессивным увеличением высоты снаряда (10,15, 20 см.). Целью этих тренировок является способность к 12 неделе после операции выполнить подъем на степ высотой 20 см. и продемонстрировать уверенный спуск со ступа высотой 15 см. (рис 36-9).

Нейромышечные тренировки используют для отработки динамической устойчивости. Тренировки баланса постепенно усложняют за счет выполнения упражнений с опорой на одну ногу на менее стабильных опорных поверхностях (валиках из вспененной резины, досок-качалок, многоплоскостных нестабильных платформ), упражнений с эластической лентой на здоровой ноге и упражнений с активным выведением из равновесия. Уменьшение времени нейромышечного ответа способствует динамической стабилизации коленного сустава и, тем самым, защите статичных тканей трансплантата от перегрузки и разрыва [39].

При достижении угла сгибания в коленном суставе равного 120 градусов, к упражнениям на растяжку мышц нижней конечности добавляют стретчинг четырехглавой мышцы бедра. В разъяснительной работе с пациентом акцент делают на необходимости ежедневного применения локальной криотерапии, соблюдении режима домашних тренировок и важности выбора адекватного уровня повседневных нагрузок.

Через 3 месяца после операции с помощью артрометра тестируют подвижность голени относительно бедра. О результатах данного обследования и успехах реабилитации докладывают хирургу.



Рис.36-8 Изолированные упражнения в ОКЦ для мышц задней поверхности бедра запрещены в течение первых 5 месяцев после операции.



Рис.36-9 Спуск со степ-платформы или тумбы. Пациент медленно выполняет шаг со ступени здоровой ногой, балансируя на оперированной конечности. Прежде чем приступить к упражнениям на более высокой платформе, добиваются сохранения соосности конечности и отсутствия жалоб на предыдущем снаряде.

### **Профилактика осложнений**

После ходьбы при помощи костылей в течение 6 и более недель, пациенты часто стремятся как можно быстрее возобновить свою нормальную повседневную

активность. Специалист по реабилитации должен убедить пациента ограничить длительную ходьбу и стояние. Пациент должен быть осведомлен, о том, что для полноценного возвращения к повседневным нагрузкам требуется определенная силовая подготовка и двигательные навыки, например, способность пользоваться лестницей. Дополнения в программу реабилитации вносят на основании ежедневного динамического наблюдения за состоянием пациента. Для соответствия критериям перехода к III фазе реабилитации принципиальное значение имеет регулярное выполнение домашних упражнений, рекомендованных модификаций программы.

II фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 12 недели)
Цели
<p>Объем движений 0-130 градусов            Восстановление нормальной походки            Возможность подняться по ступеням высотой 20 см. с хорошим двигательным контролем конечности и без боли            Возможность спускаться по ступеням высотой 15см. с хорошим двигательным контролем и без боли            Увеличение переносимости повседневных нагрузок            Увеличение гибкости нижней конечности            Защита пателло-фemorального сочленения</p>
Меры предосторожности
<p>При занятии ЛФК избегать превышения рекомендованного объема движений            Избегать упражнений на сгибание с сопротивлением            Избегать боли во время занятий лечебной физкультурой и функциональных тренировок            Регулировать уровень активности (ходьба/стояние)</p>
План лечения
<p>Отказ от костылей при отсутствии анталгических элементов в походке (6-8 недели после операции)            Замена послеоперационного ортеза на фиксатор, рекомендованный хирургом (стандартный ортез максимальной готовности, бандаж, разгружающий ортез и т.д.)            Занятия на стандартном велоэргометре (при достижении сгибания в коленном суставе &gt; 115 градусов)            Жимы ногами/мини приседания (в пределах дуги от 80 до 0 градусов сгибания).            Активно-ассистированные упражнения на разработку объема движений            Проприоцептивные тренировки на многоплоскостных нестабильных платформах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ поддержание равновесия на платформе с опорой на одну ногу/или выполнением упражнений с эластической лентой здоровой ногой</li> <li>▪ активное выведение из равновесия</li> </ul> <p>Шаги вперед на степ платформу            Занятия на степпере.            Ходьба на подводной беговой дорожке или в бассейне.            Ходьба по беговой дорожке спиной вперед            Активное разгибание в коленном суставе с прогрессивным сопротивлением в открытой кинематической цепи в диапазоне от 0° до 60° (не допускать появления боли и крепитации в пателло-фemorальном сочленении).</p>

Запрещены тренировки с активным сгибанием в коленном суставе (т.е. упражнения в открытой кинематической цепи для хамстринг-группы).

Увеличение эластичности мышечно-связочного аппарата задней поверхности бедра и голени

Тренировка спуска со ступа (время начала этого упражнения подбирается индивидуально).

Аппаратная артрометрия коленного сустава через 3 месяца после операции

#### Критерии перехода к следующей фазе реабилитации

Объем движений в коленном суставе от 0 до 130 градусов

Нормальный стереотип походки

Способность шагнуть на ступу высотой 20 см.

Способность спуститься со ступ платформы высотой 15 см.

Восстановление подвижности надколенника

Улучшение функциональных показателей по результатам данных артрометрии и функционального тестирования

### III фаза послеоперационной реабилитации (с 12 до 20 недели)

При соответствии функции необходимым критериям, пациент вступает в III фазу послеоперационной реабилитации, направленную на восстановление полного объема движения в коленном суставе, увеличение силы и гибкости нижних конечностей, а также достижение динамической устойчивости.

В этой фазе продолжают упражнения на разработку объема движений, стремясь к полному сгибанию и разгибанию в коленном суставе. Дополнительное внимание уделяют развитию гибкости, которая потребуется для более сложных спорт-специфических движений в последующих фазах реабилитации. Добавляют растяжение четырехглавой мышцы бедра в положении лежа на животе (рис 36-10).



Рис 36-10 Упражнения на растяжку четырехглавой мышцы бедра из положения лежа на животе.



Рис. 36-11 Пациент балансирует на нестабильной платформе, выполняя броски мяча в мини-трамплин с отскоком обратно в руки.

Программу силовой подготовки усложняют жимами ногами, приседаниями, а также упражнения на разгибание в открытой кинематической цепи по дуге от  $0^\circ$  до  $80^\circ$  градусов. Нейромышечное обучение дополняют продвинутыми упражнениями на телесную ловкость со спортивным жгутом, поддержанием баланса на нестабильной платформе, бросая мяч с отскоком в руки, а также упражнениями на сохранение равновесия, стоя на одной ноге с опорой на многоплоскостную нестабильную платформу с активным выведением из равновесия (рис 36-11).

За счет целенаправленной компрометации визуальной, вестибулярной и проприоцептивной импульсации продвинутые координационные упражнения рекрутируют для осуществления двигательных задач дополнительные системы организма [40]

Через 4 месяца после операции для оценки функциональных силовых показателей

нижней конечности проводят тест на спуск со ступа шагом вперед [41]. Тест считают пройденным, если сила конечностей симметрична более чем на 85% и/или усредненное значение ударной нагрузки, зарегистрированное при выполнении теста на оперированной конечности, не превышает 10% от массы тела пациента.

При удовлетворительных результатах тестирования добавляют упражнения на беговой дорожке. Стандартному бегу предшествует бег спиной вперед. Вхождение в нагрузку лучше начинать с бега спиной вперед, так как при этом на пателло-фemorальное сочленение приходится меньшая нагрузка, чем при стандартном беге. [42].

При достижении полного объема движений и прохождении вышеуказанных силовых тестов приступают к плиометрическим тренировкам. Плиометрические тренировки в этой фазе представлены запрыгиванием двумя ногами на тумбы разной высоты с максимально мягким приземлением, а также выполнением прыжков по специальной разметке в виде квадрантов (рис 36-12).



Рис.36-12 Плиометрические прыжки двумя ногами “в квадрате”. Пациент выполняет непрерывную серию из восьми прыжков на двух ногах по квадрантам разметки, сначала по часовой (4 прыжка), а затем против часовой стрелки (4 прыжка).

Программа домашних упражнений постоянно обновляется по результатам динамического наблюдения за пациентом.

### Профилактика осложнений

В решении вопроса о возможности перехода к следующим фазам реабилитации специалист должен руководствоваться функциональными критериями. Так, для перехода к сложным нагрузкам, например, к бегу, прыжкам необходимо сначала достичь полного объема движений в суставе и успешно пройти функциональное силовое тестирование.

В связи с тем, что пациент приступает к упражнениям более высокого уровня, следует особое внимание уделять объему занятий с прогрессивным сопротивлением и уровню повседневной активности. После занятий необходимо обеспечить адекватное восстановление, чтобы избежать перетренированности и формирования перегрузочных синдромов.

III фаза послеоперационной реабилитации (с 12 по 20 недели)	
Цели	
Восстановление полного объема движений в коленном суставе Возможность безболезненно спускаться по ступеням высотой 20 см., с хорошим мышечным контролем конечности. Увеличение переносимости повседневных нагрузок Увеличение гибкости нижней конечности Обеспечение защиты пателло-фemorального сочленения	
Меры предосторожности	
Запрещен реципрокный спуск по лестнице до достижения адекватного двигательного контроля квадрицепса с отсутствием осевых перекосов Запрещены упражнения на сгибание с сопротивлением Избегать боли при выполнении упражнений и функциональных тренировок Следить за уровнем ежедневной нагрузки (т.е. за длительным нахождением в положении стоя и ходьбой на большие расстояния).	
План лечения	
Жимы ногами/приседания (диапазон сгибания в коленном суставе от 0° до 80°) Активно-ассистированные упражнения на разработку объема движений в коленном суставе. Усложненные проприоцептивные тренировки (поддержание баланса на одной ноге, поддержание баланса с активным выведением из равновесия). Выпады Упражнения на развитие телесной ловкости (со спортивным жгутом). Степпер Бег на дорожке спиной вперед Тренировки с прогрессивным сопротивлением и упражнения на растяжку Тест на спуск со степа шагом вперед с подobarографией Активное разгибание в коленном суставе в незамкнутой кинематической цепи с прогрессивным сопротивлением. Диапазон движений от 80° до 0° Запрещены упражнения для тренировки мышц задней поверхности бедра (хамстринг-группы) в открытой кинематической цепи	
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации	
Полный объем движений в коленном суставе	

Возможность осуществить спуск со степ-платформы высотой 20 см. сохраняя хороший мышечный контроль и без боли.

Увеличение гибкости в степени необходимой для бега и спорт-специфических нагрузок.

#### **IV фаза послеоперационной реабилитации (с 20 недели и далее)**

Последняя фаза реабилитации направлена на подготовку пациента / спортсмена к безопасному возвращению в свой вид спорта. Для начала спорт-специфических тренировок, необходимо чтобы были соблюдены все критерии для перехода из III фазы реабилитации в IV.

Силовые тренировки мышц нижних конечностей продолжают с прогрессивным сопротивлением. Разрешенный объем сгибания коленном суставе при выполнении жима ногами, приседании и изотонических упражнений на разгибание в открытой кинематической цепи увеличивают до 90 градусов.

Начинают изокинетические тренировки для четырехглавой мышцы бедра и мышц хамстринг-группы на средних и высоких скоростях. По мере переносимости, скорости снижают. Динамическую устойчивость продолжают компрометировать продвинутыми нейромышечными тренировками. Упражнения на увеличение гибкости становятся составными частями разминки и заминки.

При беговых тренировках предпочтение отдают быстрому бегу на короткие дистанции перед медленным бегом на длинные.

Спорт-специфические упражнения вводят в программу этой фазы, исходя из требований конкретного вида спорта. Так, могут быть введены тренировки ускорений, замедлений, тренировки резких угловых ускорений и бег со сменой направления движений.

Плиометрические упражнения также подбирают исходя из спорт-специфических задач. Они могут заключаться в запрыгивании двумя ногами на тумбу, прыжках на одной ноге и прыжках в глубину.

Заключительное тестирование включает в себя аппаратную артрометрию, функциональный прыжковый тест и изокинетическое тестирование. Оно проводится для объективизации итоговых параметров стабильности, силы, мощности и выносливости. Целевым значением для усредненного пикового крутящего момента и общей работы квадрицепса, и мышц хамстринг-группы при изокинетическом тестировании на скоростях 60 и 240 градусов в секунду считают показатель, не превышающий 15%. При выполнении прыжкового теста на одной ноге [43] и теста с прыжком на одной ноге в шахматном порядке (зигзагом) [44] симметрия между конечностями должна быть не менее 85% (рис 36-13). Специалист по реабилитации должен обращать внимание на предчувствие нестабильности и боли при выполнении спорт-специфических движений.



Рис.36-13 Тест с прыжком в длину на одной ноге в шахматном порядке (зигзагом). Пациент выполняет серию из трех прыжков в длину, каждый раз пересекая продольную линию по косой. Фиксируют общее преодоленное расстояние. Проводят три попытки для каждой конечности. Данные попыток суммируют и выводят среднее значение для каждой ноги. Затем высчитывают степень симметричности конечностей.

Результаты тестирования и все другие релевантные сведения сообщают хирургу-ортопеду. Именно хирург дает формальный допуск к занятиям спортом.

В течение первого года после операции при занятиях спортом, рекомендуют использовать специальные задне-стабилизирующие ортезы максимальной готовности или ортезы индивидуального изготовления.

IV фаза послеоперационной реабилитации (с 20 недели и далее)
Цели
Симметрия конечностей не менее 85% по результатам прыжкового теста. Симметрия конечностей при проведении изокинетического тестирования также не менее 85%. Отсутствие предчувствия боли и нестабильности при спорт-специфических упражнениях Достижение максимальной мышечной силы и гибкости нижней конечности, достаточных для занятий определенным видом спорта
Меры предосторожности
Избегать боли при выполнении упражнений и функциональных тренировок. Охранительный режим для пателло-фemorального сочленения Спортивные нагрузки возможны только с разрешения хирурга при достижении адекватной мышечной силы
План лечения
Продолжить силовые тренировки для нижних конечностей, жимы ногами, приседания, разгибания в открытой кинематической цепи в диапазоне от 0 до 90 градусов. Продолжить упражнения на увеличение гибкости нижних конечностей Продолжить проприоцептивные тренировки Продолжить беговые тренировки Продолжить плиометрические тренировки (спорт-специфические). Продолжить спорт-специфические упражнения на телесную ловкость. Изокинетические тренировки и изокинетическое тестирование Функциональное тестирование Аппаратная артрометрия через 6 месяцев после вмешательства Программа реабилитации в домашних условиях, основанная на результатах динамического наблюдения за пациентом
Критерии завершения реабилитации
Симметричность конечностей при прыжковом тесте не менее 85% Симметричность конечностей при изокинетическом тестировании не менее 85% Отсутствие предчувствия боли и нестабильности при выполнении спорт-специфических движений. Гибкость соответствующая критериям конкретного вида спорта Возможность самостоятельно продолжать/развивать программу поддерживающих занятий лечебной физкультурой в спорт-зале после прекращения амбулаторных занятий.

### **Профилактика осложнений**

Перед осуществлением перехода на более высокий уровень плиометрических и спорт-специфических нагрузок, специалист по реабилитации должен обеспечить адекватное восстановление силы и гибкости травмированной конечности. Программа реабилитационных упражнений пациента/спортсмена должна быть разнообразной. В один день не следует проводить тренировки с отягощением, беговые тренировки, упражнения на телесную ловкость и плиометрику. Особое внимание следует уделять этапам разминки и заминки. Во время этой фазы реабилитации, особое внимание следует уделять развитию гибкости конечности.

Если пациент не может временно выполнить критерии для окончания реабилитации, вероятно потребуется продление реабилитационной программы. При выполнении всех необходимых критериев реабилитационная команда может быть уверена в готовности пациента к безопасному возвращению в спорт.

### Литература

1. Butler, D.L., Noyes, F.R., Grood, E.S. Ligamentous Restraints to Anterior-Posterior Drawer in the I Inman Knee. A biomechanical Study. *J Bone Joint Surg* 1980;62A:259-270.
2. Miyasaka, K.C., Daniel, D.M., Stone, M.L., Hirshman, P. The Incidence of Knee Ligament Injuries in the General Population. *Am J Knee Surg* 1991;4:3-8.
3. Fanelli, G.C. Posterior Cruciate Ligament Injuries in Trauma Patients. *Arthroscopy* 1993;9:291-294.
4. Clancy, W.G. Jr. Repair and Reconstruction of the Posterior Cruciate Ligament. In Chapman, M.W. (Ed). *Operative Orthopaedics*. JB Lippincott, Philadelphia, 1988, pp. 1651-1666.
5. Kannus, P., Bergfeld, J., Jarvinen, M., Johnson, R.J., Pope, M., Renstrom, P., Yasuda, K. Injuries to the Posterior Cruciate Ligament of the Knee. *Sports Med* 1991; 12(2):110-131.
6. Cooper, D.E., Warren, R.F., Warner, J.P. The PCL and Posterolateral Structures of the Knee: Anatomy, Function, and Patterns of Injury. *Instr Course Lect* 1991;40:249-270.
7. Cross, M.J., Powell, J.F. Long-term Follow-up of Posterior Cruciate Ligament Rupture: A Study of 116 Cases. *Am J Sports Med* 1984;12:292-297.
8. Dejour, H., Walsh, G., Peyrot, J. The Natural History of Rupture of the PCL. *J Orthop Surg* 1988;2:112-120.
9. Fowler, P.J., Messieh, S.S. Isolated Posterior Cruciate Ligament Injuries in Athletes. *Am J Sports Med* 1987;15:553-557.
10. Parolie, J.M., Bergfeld, J.A. Long-term Results of Nonoperative Treatment of Isolated Posterior Cruciate Ligament Injuries in the Athlete. *Am J Sports Med* 1986;14(1):35-38.
11. Torg, J.S., Barton, T.M. Natural History of the Posterior Cruciate Deficient Knee. *Clin Orthop* 1989;246:208-216.
12. Bach, B.R. Jr. Graft Selection for Posterior Cruciate Ligament Surgery. *OperTech Sports Med* 1993;1:104-109.
13. Van Dommelen, B.A., Fowler, P.J. Anatomy of the Posterior Cruciate Ligament. A Review. *Am J Sports Med* 1989;17:24-29.
14. Girgis, F.G., Marshall, J.L., Al Monajem, A.R. The Cruciate Ligaments of the Knee Joint: Anatomical, Functional and Experimental Analysis. *Clin Orthop* 1975;106:216-231.
15. Harner, C.D., Xerogeanes, J.W., Livesay, G.A., Carlin, G.J., Smith, B.A., Kusayama, T., Kashiwaguchi, S., Woo, S.L. The Human Posterior Cruciate Ligament Complex: An Interdisciplinary Study. Ligament Morphology and Biomechanical Evaluation. *Am J Sports Med* 1995;23:736-745.
16. Race, A., Amis, A.A. The Mechanical Properties of the Two Bundles of the Human Posterior Cruciate Ligament. *J Biomech* 1994;27:13-24.
17. Clancy, W.G. Jr., Bisson, L.J. Double Tunnel Technique for Reconstruction of the Posterior Cruciate Ligament. *Oper Tech Sports Med* 1999;7:110-117.

18. Harner, C.D., Hoher, J. Evaluation and Treatment of Posterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Sports Med* 1998;26:471-482.
19. Race, A., Amis, A.A. PCL Reconstruction: In Vitro Biomechanical Comparison of ".Isometric" Versus Single and Double-bundle 'Anatomic" Grafts. *J Bone Joint Surg* 1998;80B: 173-179.
20. Hoher, J., Harner, C.D., Vogrin, T.M. Hamstring Loading Increases In Situ Forces in the PCL. *Trans Orthop Res Soc* 1998; 23:48.
21. Lutz, G.E., Palmitier, R.A., An, K.N., Chao, E.Y. Comparison of Tibiofemoral Joint Forces During Open Kinetic Chain and Closed Kinetic Chain Exercises. *J Bone Joint Surg* 1993;75A:732-739.
22. Toutoungi, D.E., Lu, T.W., Leardini, A., Catani, F., O'Connor, J.J. Cruciate Ligament Forces in the Human Knee During Rehabilitation Exercises. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2000; 15(3): 176- 187.
23. Akeson, W.H., Woo, S.L., Amiel, D. The Connective Tissue Response to Immobilization: Biomechanical Changes in Periarticular Connective Tissue of the Immobilized Rabbit Knee. *Clin Orthop* 1973;93:356-362.
24. Noyes, F.R., Mangine, R.E., Barber, S. Early Knee Motion after Open and Arthroscopic ACL Reconstruction. *Am J Sports Med* 1987;15 (2): 149-160.
25. Salter, R.H., Simmonds, D.F., Malcolm, B.W., Rumble, E.J., MacMichael, D., Clements, N.D. The Biological Effect of Continuous Passive Motion on Healing of Full-thickness Defects in Articular Cartilage. *J Bone Joint Surg* 1980;62A(8):1232-1251.
26. Fulkerson, J.P., Hungerford, D. Disorders of the Patellofemoral Joint, 2nd ed. Williams & Wilkins, Baltimore, 1990.
27. Morrison, I.B. The Biomechanics of the Knee Joint in Relation to Normal Walking. *J Biomech* 1970;3:51-61.
28. Hirokawa, S., Solomonow, M., Lu, Y., Lou, Z.P, D'Ambrosia, R. Anterior-posterior and Rotational Displacement of the Tibia Elicited by Quadriceps Contraction. *Am J Sports Med* 1992;20: 299-306.
29. Eriksson, E., Hagmark, T. Comparison of Isometric Muscle Training and Electrical Stimulation Supplementing Isometric Muscle Training in the Recovery after Major Knee Ligament Surgery. *Am J Sports Med* 1979;7:169-171.
30. Wigerstad-Lossing, I., Grimby, G., Jonsson, T, Morelli, B., Peterson, L., Renstrom, P. Effects of Electrical Muscle Stimulation Combined with Voluntary Contractions after Knee Ligament Surgery. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20(1):93-98.
31. Jurist, K.A., Otis, J.C. Anteroposterior Tibiofemoral Displacements During Isometric Extension Efforts. The Roles of External Load and Knee Flexion Angle. *Am J Sports Med* 1985,13:254- 258.
32. Wilk, K.E., Escamilla, R.F., Fleisig, G.S., Barrentine, S.W., Andrews, J.R., Boyd, M.L. A Comparison of Tibiofemoral Joint Forces and Electromyographic Activity During Open and Closed Kinetic Chain Exercises. *Am J Sports Med* 1996;24(4):518-527.
33. Schwartz, R.E., Asnis, P.D., Cavanaugh, J.T., Asnis, S.E., Simmons, J.E., Lasinski, P.J. Short Crank Cycle Ergometry. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991,13:95.
34. Spencer, J.D., Hayes, K.C., Alexander, L.J. Knee Joint Effusion and Quadriceps Inhibition in Man. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65(4): 171-177.
35. Bates, A., Hanson, N. The Principles and Properties of Water. In *Aquatic Exercise Therapy*. WB Saunders, Philadelphia, 1996, pp. 1-320.
36. Harrison, R.A., Hilman, M., Bulstrode, S. Loading of the Lower Limb When Walking Partially Immersed: Implications for Clinical Practice. *Physiotherapy* 1992;78:164.

37. Cipriani, D.J., Armstrong, C.W., Gaul, S. Backward Walking at Three Levels of Treadmill Inclination: An Electromyographic and Kinematic Analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22(3):95- 102.
38. Skyhar, M.J., Warren, R.F., Ortiz, G.J., Schwartz, E., Otis, J.C. The Effects of Sectioning of the Posterior Cruciate Ligament and the Posterolateral Complex on the Articular Contact Pressures Within the Knee. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75(5):694—699.
39. Cavanaugh, J.T., Moy, R.J. Balance and Postoperative Lower Extremity joint Reconstruction. *Orthop Phys Ther Clin N Am* 2002,T1 (1):75-99.
40. Guskiewicz, K.M. Regaining Balance and Postural Equilibrium. In Prentice, W.E. (Ed). *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*, 3rd ed. WCB/McGraw-Hill, New York, 1999, pp. 107-133.
41. Cavanaugh, J.T., Stump, T.J. Forward Step Down Test. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000;30(1):A-46.
42. Flynn, T.W., Soutas-Little, R.W. Patellofemoral Joint Compressive Forces in Forward and Backward Running. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;21(5):277-282.
43. Daniel, D.M., Malcolm, L., Stone, M.L., Perth, H., Morgan, J., Riehl, B. Quantification of Knee Stability and Function. *Contemp Orthop* 1982;5:83-91.
44. Barber, S.D., Noyes, F.R., Mangine, R.E., McCloskey, J.W., Hartman, W. Quantitative Assessment of Functional Limitations in Normal and Anterior Cruciate Ligament Deficient Knees. *Clin Orthop* 1990;255:204-2

## ШОВ И ТРАНСПЛАНТАЦИЯ МЕНИСКА

Мениски – это хрящевые образования, играющие важную роль в движении и биомеханике коленного сустава. Мениски выполняют следующие функции: несущую, амортизирующую, стабилизирующую, функцию распределения осевой нагрузки и увеличения конгруэнтности суставных поверхностей [13]. Мениски могут повреждаться в результате различных механических или биохимических (дегенеративных) воздействий [4]. Наиболее распространенным является бесконтактный механизм повреждения менисков [2]. Стрессовые нагрузки на коленный сустав в виде внезапных ускорений и замедлений со сменой направления движения могут приводить к ущемлению ткани мениска между бедром и голенью и его разрыву. Клинически повреждение может проявляться болевым синдромом, выпотом в суставе, блокадами и местной болезненностью по ходу суставной щели. В случае, если консервативное лечение не дает значимого эффекта, рассматривают вопрос об оперативном вмешательстве. При решении вопроса о выборе рациональной хирургической тактики (шов мениска или его резекция) учитывают тип разрыва, его форму, зону повреждения и ее кровоснабжение, протяженность разрыва, стабильность, механическую прочность и качество фрагментов, а также наличие сопутствующей патологии сустава [5]. Согласно литературным данным, полное удаление мениска приводит к дегенеративным изменениям в коленном суставе [6,7,8]. При этом частичная менискэктомия, в сравнении с тотальной, оказывает меньшее негативное влияние на дегенерацию суставного хряща. Однако, согласно результатам исследований, даже после частичной менискэктомии, ударные нагрузки на подлежащий хрящ превышают норму [9,10,11]. В связи с этим, приоритетной задачей при хирургическом вмешательстве является максимальное сохранение ткани мениска.

Первое сообщение о шве мениска было сделано Annandale [12] в 1885 году. Целью восстановления мениска является удержание его поврежденных краев швами до заживления. Техника шва мениска претерпела эволюцию от открытых методик до полностью артроскопического восстановления. Опубликованные результаты хирургического шва менисков, подтверждают благоприятный результат в отдаленном послеоперационном периоде у 70% - 90% пациентов [13-16].

С целью восполнения утраченной ткани мениска у пациентов с соответствующими жалобами Milachowski с соавт. [17] в 1984 году впервые произвел трансплантацию мениска. Идеальными кандидатами для такой операции могут быть пациенты без явлений нестабильности коленного сустава, без осевых деформаций конечности и с минимальными дегенеративными изменениями. Трансплантация мениска может иногда быть рекомендована во время выполнении пластики передней крестообразной связки для достижения стабильности сустава [5,18,20]. Противопоказаниями к трансплантации являются выраженный износ хрящевого покрытия мыщелков бедра, особенно в зоне, нагружаемой при сгибании, а также отклонение нормальной оси конечности и уплощение мыщелков [19]. По данным на 2002 год, с 1991 года выполнено более 4000 трансплантаций мениска с ежегодным приростом более чем в 800 операций [18]. При рациональном выборе показаний и правильной технике операции удовлетворительные результаты при трансплантации мениска наблюдаются более чем у 90% больных [19].

Реабилитационные мероприятия после перечисленных хирургических вмешательств играют решающую роль в достижении оптимального функционального результата.

## Описание операции

Мениски представляют собой хрящевые образования в форме двух полумесяцев, клиновидного сечения, расположенных между бедренной и большеберцовой костями (рис. 37-1). Мениски обеспечивают суставное соответствие первично не конгруэнтных мыщелков бедра и плато большеберцовой кости. Латеральный мениск имеет О-образную форму и принимает на себя до 70% нагрузки, приходящейся на наружный компартмент коленного сустава. Медиальный мениск имеет С-образную конфигурацию, а нагрузка в медиальном компартменте распределена равномерно между мениском и суставным хрящом [21]. Каждый мениск анатомически разделяют на 3 отдела: задний рог, тело и передний рог. На поперечном срезе различают также 3 зоны кровоснабжения мениска. При этом периферическая одна треть имеет богатое кровоснабжение от медиальной и латеральной коленных артерий [22]. Степень васкуляризации уменьшается по мере удаления от капсулы и становится все более зависимой от диффузии [23]. Из-за плохого кровоснабжения, повреждения возникающие во внутренней части мениска срастаются хуже всего. Арноцки и Варрен [22] считают, что сращение мениска возможно при разрывах, расположенных в области контакта с периферической сосудистой зоной (рис. 37-2).

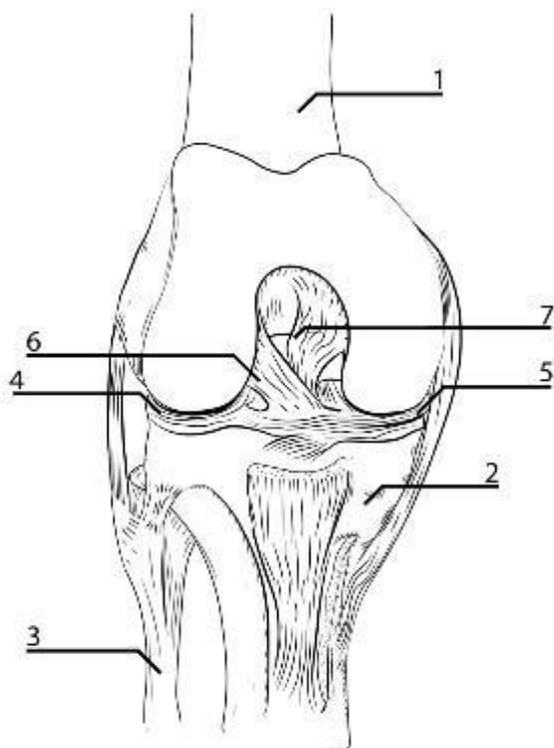


Рис. 37-1 Мениски представляют собой хрящевые образования в форме полумесяцев.

- 1 – Бедренная кость
- 2 – Большеберцовая кость
- 3 – Малоберцовая кость
- 4 – Латеральный мениск
- 5 – Медиальный мениск
- 6 – Передняя крестообразная связка
- 7 – Задняя крестообразная связка

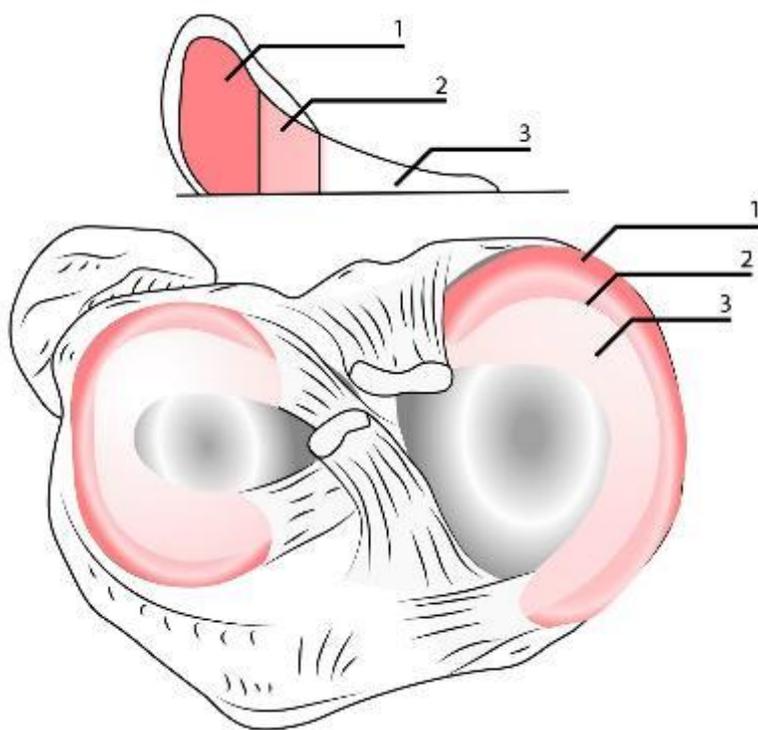


Рис. 37-2 Кровоснабжение мениска подразделяется на три зоны. На поперечном срезе мениск имеет клиновидную форму.

1 - Первая зона – граница между капсулой сустава и мениском (красная-красная зона).

2 - Вторая зона – граница между красной и белой зонами мениска (красная-белая зона).

3 - Третья зона – зона, где нет кровеносных сосудов (белая-белая зона).

Существуют различные методики хирургического лечения повреждений менисков. Литературные данные свидетельствуют об эффективности стимуляции сращения освежением тканей рашпилем или микроперфорированием при относительно стабильных повреждениях [24,26]. В зависимости от способа заведения шовного материала в сустав различают 3 типа артроскопического шва мениска: изнутри-кнаружи, снаружи-внутри и “все внутри”. Артроскопическая методика шва «изнутри-кнаружи» подразумевает прошивание мениска иглой изнутри сустава с выведением лигатур и завязыванием узлов снаружи за капсулой (рис. 37-3) [27]. Эта методика успешно применяется при повреждениях тела мениска, и, в некоторой степени, при повреждениях в области заднего рога [5, 28].

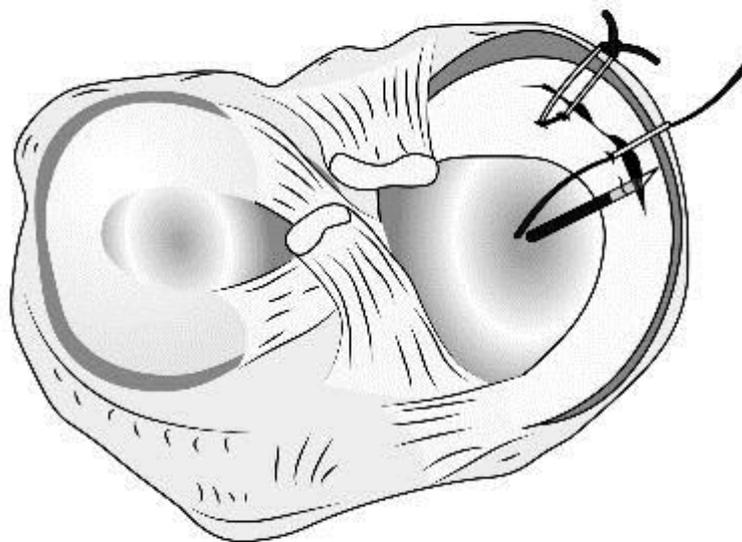


Рис.37-3 Артроскопическая техника «изнутри-кнаружи» заключается в прошивании мениска изнутри сустава. Узлы завязывают вне сустава за капсулой.

Артроскопическая техника «снаружи-внутри» заключается в проведении иглы с нитью снаружи внутрь сустава через мениск. При некоторых вариантах исполнения, на конце нити формируют анкерный узел Mulberry. При завязывании между собой двух нитей с такими узлами происходит подтягивание тканей мениска и их фиксация между собой или к суставной капсуле. Узлы вяжутся на капсуле (вне сустава). (рис. 37-4) [24]. В своей практике, шов мениска снаружи-внутри мы чаще выполняем с помощью специальных фирменных игл со скользящей проволочной петлей или используем обычные иглы для спинальной пункции. При этом, с первой иглой внутрь сустава попадает шовная нить, а со второй нитевая петля или проволочная петля-шаттл. С помощью артроскопического инструмента конец прошивающей нити продевается в петлю. Петлю-шаттл вытягивают наружу вместе с концом прошивающей нити. Оба конца прошивающей нити теперь снаружи и можно завязать узел, расположенный вне сустава. Все варианты техники снаружи-внутри больше подходят для сшивания разрывов области тела и переднего рога мениска [30].

При артроскопической технике «все внутри», манипуляции выполняют только через артроскопические порты. При этом фрагменты мениска фиксируют швами или специальными эндоскопическими фиксаторами-дротиками, винтами или анкерами. (рис. 37-5) [31]. Поскольку при данной методике не требуются дополнительные разрезы, закономерно, в сравнении с другими вариантами шва, снижается риск повреждения околоуставных нервов и сосудов. Этот метод хорош при повреждениях в области заднего рога мениска [32, 33].

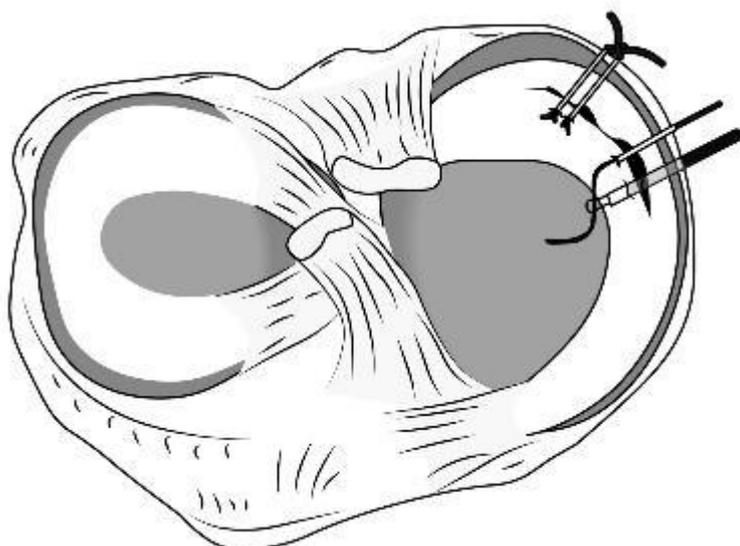


Рис. 37-4 Артроскопическая техника «снаружи-внутри» заключается в проведении отдельных нитей в полость сустава через ткань мениска. При завязывании пары нитей между собой фрагменты подтягиваются узлами Mulberry.

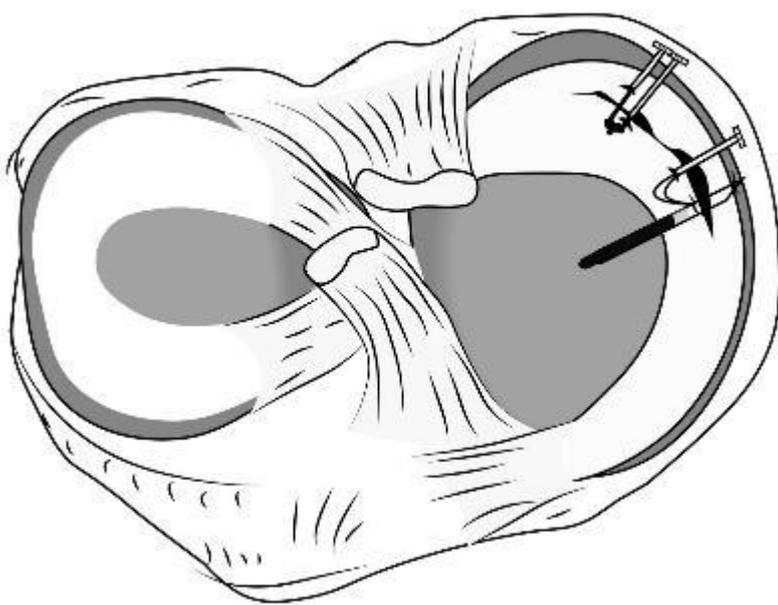


Рис. 37-5 Артроскопическая техника «все внутри» подразумевает наложение швов и крепление фрагментов фиксаторами. Для их установки достаточно артроскопических доступов.

Аллотрансплантация мениска постепенно превратилась в полностью артроскопическую операцию. При этом, в поврежденный коленный сустав имплантируют трупный мениск. В настоящий момент отсутствует единый стандарт предоперационного подбора аллотрансплантата по размеру. Большинство банков трупных тканей для определения нужного размера трансплантата пользуется рентгенограммами [34,35]. Во время вмешательства, после диагностического этапа производится артроскопическая тотальная менискэктомия [36]. В дальнейшем проводится имплантация трупного мениска посредством одной из существующих методик. Так, при аллотрансплантации медиального мениска, цилиндрические костные блоки на его концах помещают в соответствующие туннели на принимающей поверхности плато большеберцовой кости. Затем свободная часть

мениска на всем протяжении подшивается к медиальной капсуле сустава [36,39] (рис. 37-6). При трансплантации латерального мениска, трапециевидный костный блок, соединяющий передний и задний его рога помещают в ответный паз на плато большеберцовой кости [36-39] (рис.37-7). Край мениска на всем протяжении свободной части фиксируется швами к капсуле.

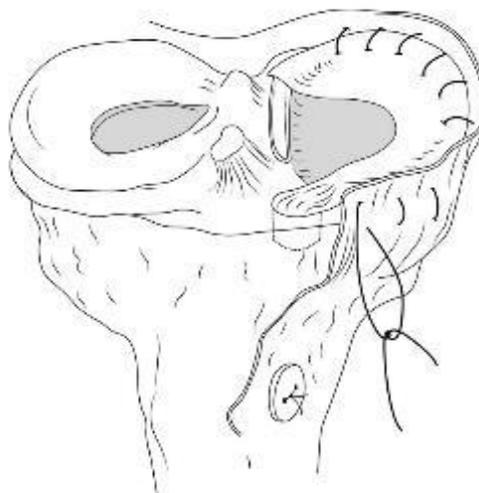


Рис. 37-6 При трансплантации медиального мениска, костные блоки у переднего и заднего его рогов помещают в соответствующие туннели в плато большеберцовой кости. Свободный край по контуру фиксируют к капсуле.

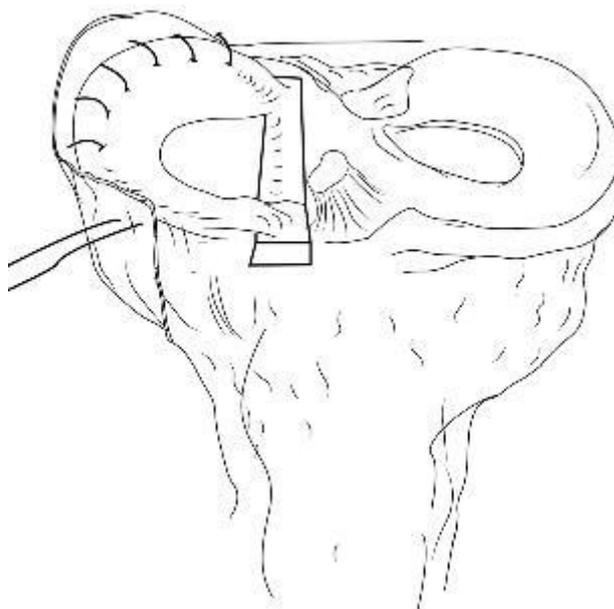


Рис. 37-7 При трансплантации латерального мениска, трапециевидный костный блок, соединяющий передний и задний его рога, помещают в ответный паз на плато большеберцовой кости.

В настоящее время уровень владения артроскопическими технологиями при лечении патологии менисков настолько высок, что послеоперационный период проходит для пациента на фоне умеренного болевого синдрома без значимого выпота в суставе. У таких пациентов быстро нормализуется объем движений в суставе и зачастую они больше не нуждаются в дополнительной опоре на костыли или ношении ортеза. Однако, существует когорта пациентов, у которых послеоперационный период проходит более сложно в связи с особенностями сопутствующей патологии, механизмом травмы и по иным причинам.

Приведенный ниже план реабилитационно-восстановительных мероприятий составлен для пациентов, перенесших шов или трансплантацию мениска, а также для пациентов с проблемным течением послеоперационного периода после парциальной резекции. Предложенную схему можно упрощать или усложнять в зависимости от поставленных задач.

### Обзор реабилитации

Программа реабилитации после шва и трансплантации мениска направлена на создание оптимальных условий сращения. Такие параметры реабилитационной программы как величина нагрузки на ногу, разрешенный объем движений и темп усложнения тренировочных занятий напрямую зависят от примененной техники операции, варианта фиксации, локализации повреждения, наличия сопутствующей внутрисуставной патологии и пожеланий хирурга. В связи с этим, критичное значение имеет тесное взаимодействие специалиста по реабилитации с хирургом, особенно на ранней стадии восстановления, когда область вмешательства нуждается в особом уходе.

Разработку движений рекомендуют обычно начинать сразу после шва мениска или его трансплантации. Раннее начало нагрузки служит профилактикой таких осложнений обездвиживания, как дегенерация суставного хряща, патологическое рубцевание и хронический болевой синдром. [40-42].

Осевую нагрузку после шва мениска обычно прогрессивно наращивают в течение всего раннего послеоперационного периода. Однако нагрузка после трансплантации или сшивания комбинированных и поперечных разрывов должна быть ограничена до степени касания пола в течение 4-х недель после операции. Независимо от типа вмешательства, ногу на весь период ограничения нагрузки помещают в шарнирный ортез жесткой фиксации, фиксированный в положении полного разгибания.

При составлении индивидуальной программы реабилитации руководствуются информацией о предоперационном статусе пациента, наличии сопутствующей патологии и на данных внимательного клинического осмотра [43]. Дело в том, что, к примеру, профессиональный атлет будет продвигаться в реабилитации быстрее вследствие хорошо развитой силы. Пациентам с дегенеративными заболеваниями суставов, напротив, может потребоваться продление периода ограничения нагрузки на ногу. Решение о возможности проведения изотонических и изокинетических упражнений на разгибание в коленном суставе у пациентов с патологией пателло-фemorального сочленения принимают индивидуально. Стратегия и скорость продвижения по реабилитационной программе должны определяться исходя из данных динамических осмотров и субъективных жалоб пациента.

В начале послеоперационного периода реабилитологом совместно с хирургом должны быть сформированы и поставлены реальные для пациента цели. В понятной форме пациенту необходимо разъяснить предполагаемый объем оперативного вмешательства, а также суть предстоящих фаз восстановления. Цели должны быть конкретными и функциональными, соответствующими

индивидуальным потребностям пациента. Пациент должен четко понимать свою роль в процессе реабилитации, осознавать необходимость и важность предстоящих мероприятий, соблюдать предписанный режим и следовать рекомендациям по изменению нагрузки и выполнению домашних упражнений.

Все это является необходимым условием успешного исхода реабилитации. Переход к последующим фазам реабилитации осуществляется на основании определенных критериев готовности. Переход невозможен без достижения целевого объема движений и силы мышц.

## Реабилитация после шва мениска

### I фаза послеоперационной реабилитации (с 0 по 6 недели)

После шва мениска, коленный сустав фиксируют в положении полного разгибания шарнирным ортезом. Этот ортез используется в течение первых 4-6 недель после операции исключительно во время ходьбы и сна. Реабилитационные мероприятия начинают сразу после вмешательства. Информация от хирурга о локализации шва в сосудистой или бессосудистой зоне, переднем или заднем роге мениска оказывает непосредственное влияние на режим послеоперационного ограничения нагрузки.

Пациента обучают упражнениям на разработку движений, направленным на достижение полного разгибания, и сгибания в пределах рекомендованного диапазона. При разгибании мениск отселяется к капсуле, в то время как сгибание приводит к смещению фрагментов заднего рога в обратном направлении, т.е. от капсулы [44]. Согласно исследованию Thompson с соавт. [45], при сгибании происходит трансляция менисков кзади. Однако это смещение минимально при углах сгибания до 60 градусов. В связи с этим активно-ассистированные упражнения после шва мениска в течение 4–6 недель после операции выполняют в диапазоне сгибания до 90 градусов. После шва заднего рога мениска, сгибание должно быть ограничено 70 градусами в течение первых 4 недель с последующим увеличением объема движения по переносимости. Следует избегать упражнений на активное сгибание и сгибание против сопротивления из-за прикрепления полуперепончатой мышцы к медиальному мениску, а подколенной мышцы к латеральному [46].

Пациенту рекомендуется постепенно увеличивать нагрузку на оперированную конечность используя ортез в положении полного разгибания и костыли. Вертикальная компрессия в положении разгибания коленного сустава способствует сближению сшиваемых фрагментов при разрывах типа “ручки лейки” и продольных разрывах. Нагрузка весом при поперечных и комбинированных разрывах должна быть ограничена до степени касания опоры пальцами, так как в данных случаях она приводит к расхождению сшитых фрагментов [30]. Ходьбу с опорой на ногу и сгибанием в коленном суставе необходимо ограничить до 4-6 недель так как она подвергает мениски избыточной нагрузке [21]. Через 4-6 недель после операции ограничитель сгибания на ортезе можно установить на 60 градусов, обеспечив возможность движения в коленном суставе при ходьбе. Для снижения нагрузки на оперированную ногу при обучении ходьбе можно использовать бассейн или подводную беговую дорожку. От костылей отказываются при регрессе болевого синдрома во время ходьбы.

Изменение двигательного навыка четырехглавой мышцы бедра начинают с первого дня после операции. Изометрические сокращения мышцы выполняют с валиком под коленом. Если пациент проходит курс реабилитации при больнице и

у него имеются признаки рефлекторного ингибирования квадрицепса, то можно применить электростимуляцию и / или устройства с биологической обратной связью (рис. 37-8). Для развития силы проксимальной группы мышц бедра выполняют подъемы выпрямленной ноги в разных плоскостях. Для увеличения силы проксимальных мышц нижних конечностей используют манжеты-утяжелители, упражнения с прогрессивным сопротивлением и специальные тренажеры. (рис. 37-9). Нагрузку дозируют индивидуально. Проприоцептивные тренировки и упражнения на баланс начинают, как только пациент способен нагружать ногу на 50%. Упражнения на балансировочной доске-качалке выполняют вначале в сагиттальной плоскости, а затем переходят к упражнениям во фронтальной. Для визуального подкрепления указанные упражнения можно выполнять на компьютеризированных платформах с биологической обратной связью (рис. 37-10).

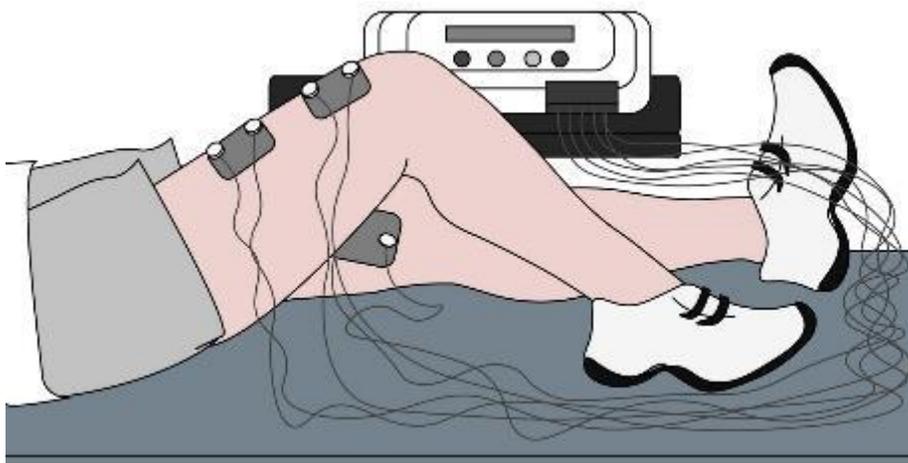


Рис. 37-8 Электростимуляция при слабости четырехглавой мышцы бедра.



Рис. 37-9 Для специализированной тренировки проксимальной группы мышц нижних конечностей используют специальные тренажеры. На рисунке, тренировку разгибателей осуществляют на многофункциональном тренажере для бедра.



Рис. 37-10 Для проприоцептивных тренировок и упражнений на баланс может быть использована компьютеризированная балансирующая платформа с биологической обратной связью.

Как только объем сгибания в коленном суставе становится больше 85 градусов, вводят ряд упражнений в открытой и замкнутой кинематической цепях. Жим двумя ногами и мини-приседания выполняют в диапазоне от 0 до 60 градусов сгибания в коленном суставе (рис. 37-11). Изометрические упражнения для четырехглавой мышцы бедра выполняют с субмаксимальным напряжением на 60 градусах сгибания. (рис. 37-12). Добавляют упражнения на велотренажере, оборудованном педалями с коротким шатуном (90 мм.) [47]. В амбулаторную и домашнюю программы добавляют упражнения на растяжку мышц задней поверхности бедра и голени. Для уменьшения боли можно применять криотерапию и электромиостимуляцию в режиме TENS (русское “ЧЭНС” – чрескожная электронейростимуляция). Домашнюю программу постоянно модифицируют на основании данных динамического наблюдения пациента.

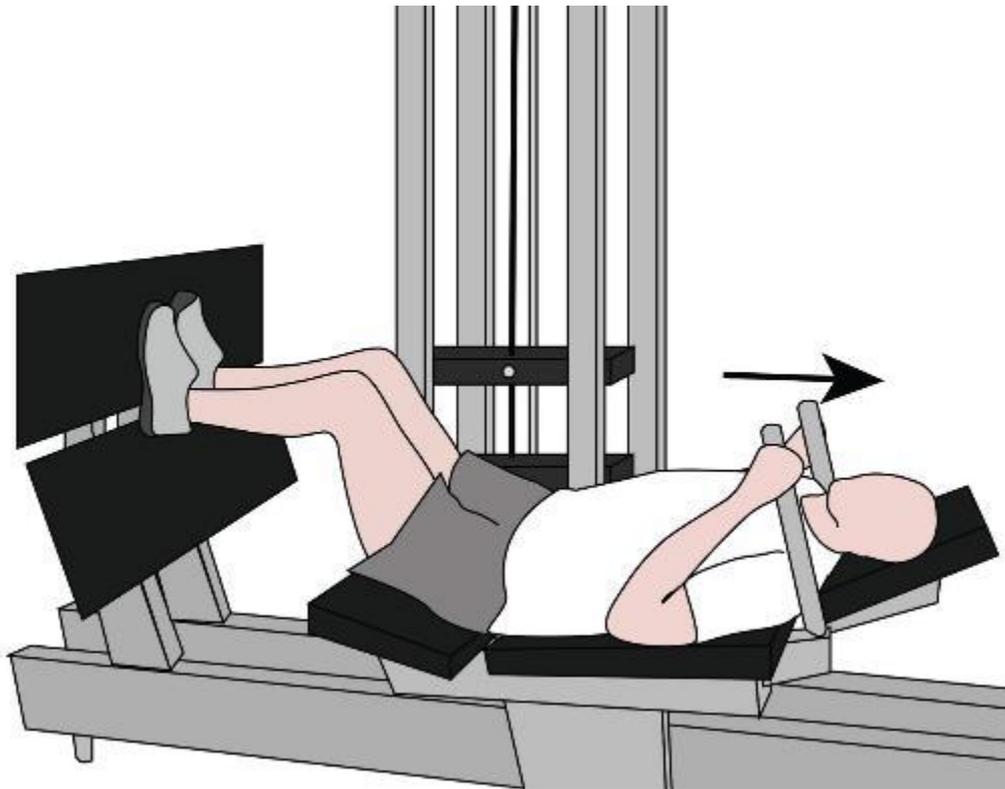


Рис. 37-11 Жим двумя ногами (упражнение в замкнутой кинематической цепи) выполняют в диапазоне от 60 до 0 градусов сгибания в коленном суставе



Рис. 37-12 Изометрические упражнения для четырехглавой мышцы бедра (упражнение в открытой кинематической цепи) выполняют с субмаксимальным усилием на угле сгибания 60 °.

## Профилактика осложнений

Крайне важно, чтобы на данной стадии восстановления максимально соблюдались предписанные ограничения по нагрузке весом и объему движений. Важность соблюдения указанных выше ограничений следует неоднократно разъяснять пациенту для обеспечения условий сращения мениска. Для более быстрого и качественного достижения целей I фазы также требуется донести до пациента, важность выполнения домашней лечебной физкультуры.

### Руководство по реабилитации после шва мениска

I фаза послеоперационной реабилитации (с 0 до 6 недели)
<b>Цели</b>
Акцент на достижении полного пассивного разгибания в коленном суставе Контроль послеоперационной боли / отека Сгибание в коленном суставе до 90 градусов Восстановление двигательного контроля четырехглавой мышцы бедра Автономность в выполнении программы домашних упражнений
<b>Меры предосторожности</b>
Избегать активного сгибания в коленном суставе До 4 недель запрещается хождение без ортеза, фиксирующего коленный сустав в положении полного разгибания (0 град) Избегать длительного стояния и ходьбы
<b>План лечения</b>
Упражнения с валиком под пяткой, свешивание голени с кушетки в положении лежа на животе и т.д. Двигательное переобучение четырехглавой мышцы бедра (изометрические упражнения в сочетании с миостимуляцией и миографическим контролем) Ходьба при помощи костылей с постепенным увеличением осевой нагрузки от частичной до субъективно приемлемой, с фиксацией коленного сустава ортезом в положении разгибания 0 градусов При поперечных и комбинированных разрывах, ходьба при помощи костылей с опорой в степени касания пальцами пола Мобилизация надколенника Активно-ассистированные упражнения на разработку сгибания и разгибания в коленном суставе в диапазоне от 0 до 90 градусов Подъемы выпрямленной ноги во всех плоскостях Упражнения с прогрессивным сопротивлением для мышц бедра Занятия на балансировочной платформе с опорой на обе ноги Ходьба в бассейне или по подводной беговой дорожке (с 4-6 недель) Велозргомметр, оборудованный педалями с коротким шатуном (при объеме сгибания в коленном суставе более 85 градусов) Жим двумя ногами по дуге от 60 до 0 градусов (при объеме сгибания в коленном суставе более 85 градусов) Изометрические упражнения для четырехглавой мышцы бедра в открытой кинематической цепи, с субмаксимальной нагрузкой двумя ногами на угле 60 градусов (если объем сгибания в коленном суставе более 85 градусов). Кардиотренировки на тренажерах для верхнего плечевого пояса по мере переносимости Упражнения на растяжку задней группы мышц бедра и мышц голени Локальная криотерапия

Разъяснить пациенту необходимость регулярного выполнения программы реабилитации в домашних условиях, а также важность ограничения весовой нагрузки и объема движений

#### Критерии перехода к следующей фазе реабилитации

Способность поднять выпрямленную ногу без явлений остаточной контрактуры в коленном суставе

Объем движений в коленном суставе от 0 до 90 градусов

Способность стоять с опорой изолированно на оперированную конечность без боли

### II фаза послеоперационной реабилитации (недели с 6 до 14)

Вторая фаза посвящена восстановлению полного объема движений в прооперированном коленном суставе и увеличению мышечной силы до уровня, необходимого для повседневных нагрузок.

Целью этого этапа является также обучение правильному стереотипу походки. Для отработки навыков ходьбы продолжают использование бассейна и подводной беговой дорожки. Продолжают активно-ассистированную разработку движений в коленном суставе, целью которой является достижение полного объема движения к завершению этой фазы (рис. 37-13). Когда объем сгибания в коленном суставе увеличится до 110-115 градусов, можно приступать к упражнениям на велотренажере, со стандартной длиной шатунов (170 мм.). Упражнения на растяжку квадрицепса добавляют к программе при достижении 120 градусов сгибания в коленном суставе (рис. 37-14).



Рис. 37-13 Упражнение на растяжку. Для восстановления объема движения, такие активно-пассивные упражнения выполняют до комфортного сопротивления.



Рис. 37-14 Упражнения на растяжку четырехглавой мышцы бедра можно добавить в программу при достижении 120 градусов сгибания в коленном суставе.

В силовых тренировках акцент делается на использовании замкнутых кинематических цепей. Жим ногами выполняют сначала в режиме эксцентрической тренировки, а затем переходят к жиму одной ногой с постепенным увеличением углов сгибания (но не более 90 градусов).

Приступают к программе приседаний с опорой на физиотерапевтический мяч с прогрессивным сопротивлением и сгибанием в коленном суставе в пределах 60 градусов. Начинают подъемы на степ с прогрессивным увеличением его высоты (10, 15, 20 см.). По мере улучшения двигательного навыка в программу вводят занятия на тренажере-имитаторе ходьбы по лестнице и на эллиптическом тренажере. Для ускорения прироста силы четырехглавой мышцы бедра применяют технику ходьбы на беговой дорожке спиной вперед с постепенным увеличением наклона полотна [48].

Разрешены изотонические упражнения на разгибание в коленном суставе в пределах безболезненного диапазона движения при отсутствии крепитации. При этом не следует допускать нарастания боли в пателло-фemorальном сочленении. Такие упражнения в открытой кинематической цепи следует выполнять двумя ногами с малыми весами и осторожным увеличением нагрузки. Далее можно приступить к упражнениям на тренировку спуска со степа с прогрессивным увеличением высоты снаряда (10 см, 15 см, 20 см) (рис 37-15). В завершении этой фазы пациент должен свободно выполнять спуск со степ-платформы высотой 20 см., сохраняя полный двигательный контроль за оперированной конечностью без заместительных движений и колебаний. Для объективизации данных о функциональном состоянии нижней конечности на 14 неделе проводится тест на спуск со степа шагом вперед [49].



Рис. 37-15 Спуск со степа шагом вперед с постепенным увеличением высоты снаряда (10см, 15см, 20 см.). На рисунке пациент выполняет шаг здоровой ногой, балансируя на оперированной.

Усложнение программы нейромышечных тренировок осуществляют за счет перехода к балансировочным упражнениям на одной ноге, с эластическими лентами на другой или к тренировкам на разных компьютеризированных балансировочных платформах. Как только освоены эти упражнения, для повышения эффективности нейромышечных тренировок специалист может включить в программу упражнения на менее стабильных платформах (валики из вспененной резины, доски-качалки и др.) и упражнения с активным выведением из равновесия (рис. 37-16). Программу домашних упражнений регулярно модифицируют по результатам динамических осмотров до подходящего функционального уровня.



Рис. 37-16 Сложность нейромышечных тренировок увеличивают за счет выполнения упражнений на одной ноге. Одним из вариантов такой тренировки является использование эластических лент для здоровой ноги, с поддержанием равновесия на оперированной конечности. Тренировку дополнительно усложняют опорой ноги на нестабильную платформу или поверхность. На рисунке, пациент опирается на оперированную ногу, а лента перекинута через здоровую конечность.



Рис. 37-17 Для тренировки телесной ловкости используют спортивный жгут. С его помощью имитируют необходимые спорт-специфические движения: замедление и остановки, резкую смену направления движений, спринтерский бег.

Программа домашней лечебной физкультуры постоянно обновляется по результатам динамических осмотров.

### Руководство по реабилитации после шва мениска

II фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 14 неделю)	
Цели	
Восстановление полного объема движений Восстановление нормального стереотипа походки (отсутствие анталгической походки) Способность уверенно спускаться и подниматься по лестнице со ступенями высотой 20 см. при полном динамическом контроле конечности и без боли. Увеличение переносимости повседневных нагрузок Увеличение гибкости Возможность автономного выполнения домашней реабилитационной программы	
Меры предосторожности	
Избегать обычного реципрокного спуска по лестнице до достижения достаточного объема движений в суставе и адекватного двигательного контроля квадрицепса Избегать болевых ощущений во время выполнения упражнений и при функциональных тренировках Запрещен бег и занятия спортом	
План лечения	

<p>Увеличение осевой нагрузки/ходьба с дополнительной опорой на костыли или трость (углы сгибания в ортезе от 0 до 60 градусов)</p> <p>Увеличение нагрузки возможно только при условии восстановления адекватной функции четырехглавой мышцы (т.е. хороший тонус мышцы, возможность поднять выпрямленную ногу без контрактуры и болей)</p> <p>Ходьба в бассейне или бег по подводной беговой дорожке</p> <p>Отказ от костылей при полном регрессе болевого синдрома</p> <p>Замена послеоперационного брэйса на ортез, рекомендованный хирургом (ортез максимальной готовности, бандаж легкой фиксации и др.)</p> <p>Активно-ассистированные упражнения на разработку объема движений</p> <p>Мобилизация надколенника</p> <p>Подъемы выпрямленной ноги во всех плоскостях с утяжелителями</p> <p>Упражнения для проксимальных мышц нижних конечностей с прогрессивным сопротивлением</p> <p>Нейромышечные тренировки (с опорой на две ноги и на одну ногу)</p> <p>Использование компьютеризированных балансировочных систем, блоков из вспененной резины, активного выведения из равновесия.</p> <p>Велотренажер, оборудованный педалями с коротким шатуном</p> <p>Велотренажер с обычными педалями (при достижении сгибания в коленном суставе &gt; 115 градусов)</p> <p>Жим ногами (двумя ногами/эксцентрические жимы/жим одной ногой)</p> <p>Приседания с прогрессивным сопротивлением в диапазоне от 0 до 60 градусов</p> <p>Изотонические упражнения для четырехглавой мышцы бедра в пределах дуги комфортного сгибания в коленном суставе (предпочтительней в замкнутой кинематической цепи)</p> <p>Шаги вверх и вниз на степ-платформе</p> <p>Тренажер-имитатор ходьбы по лестнице</p> <p>Ходьба спиной вперед по беговой дорожке</p> <p>Упражнения на растяжку квадрицепса</p> <p>Эллиптический тренажер</p> <p>Тест на спуск со степа шагом вперед с подбарометрией</p> <p>Кардиотренировка на тренажерах для верхнего плечевого пояса по субъективной переносимости</p> <p>Локальная криотерапия</p> <p>Разъяснить пациенту необходимость выполнения регулярных занятий лечебной физкультурой в домашних условиях</p>
<b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b>
<p>Полный объем движений в коленном суставе</p> <p>Способность спускаться по лестнице с высотой ступеней 20 см. без боли с хорошим двигательным контролем нижней конечности</p>

### **Профилактика осложнений**

Принципиальной задачей II фазы является восстановление полного объема активных движений и наращивание мышечной силы. Наличие этих двух составляющих необходимо для безопасного продвижения по реабилитационной программе во II и последующих фазах. Появление боли при разработке движений или выполнении силовых упражнений является сигналом к внесению изменений в имеющуюся программу. В течение II фазы необходимо отслеживать появление боли в пателло-фemorальном сочленении. При возникновении такого болевого синдрома, в программу реабилитации должны быть внесены коррективы для его

устранения. Во второй фазе должен нормализоваться стереотип походки. Для этого переход от дополнительной опоры на костыли осуществляют постепенно, оставляя сначала один костыль, а затем трость. Очень важно, чтобы пациент осознавал, что сроки окончания использования дополнительной опоры на костыли определяются по функциональным критериям, а не отсчитыванием определенного количества дней со дня операции. Момент отказа от дополнительных средств опоры наступает, как только пациент может продемонстрировать симметричную походку без боли. Пациенту в своей повседневной деятельности рекомендуют учитывать фактическую тренированность мышц и не допускать перегрузок. Например, следует избегать обычного (реципрокного) спуска по лестнице, до достижения адекватного мышечного контроля.

Как и в предыдущей фазе, с пациентом проводят беседы о необходимости регулярного выполнения домашней реабилитационной программы.

### **III фаза послеоперационной реабилитации (с 14 по 22 недели)**

Эта фаза направлена на оптимизацию функциональных возможностей и подготовку пациента /спортсмена к безопасному возвращению в спорт.

Через 4 месяца после операции приступают к стандартному бегу на дорожке. Ему предшествует бег спиной вперед. При тренировках предпочтение отдают бегу в быстром темпе на короткие дистанции, перед бегом в медленном темпе на длинные.

Продолжается программа увеличения силы и гибкости нижних конечностей. В нее добавляют изокинетические и плиометрические тренировки. Изокинетические тренировки начинают с выполнения упражнений на высоких скоростях, постепенно переходя на средний и медленный режимы. При решении вопроса о возможности перехода на следующий функциональный уровень особое внимание уделяют оценке жалоб пациента или отсутствию таковых. С самого начала плиометрических тренировок должен соблюдаться функциональный подход. Для этого отслеживают и соответствующим образом регулируют параметры скорости, интенсивности нагрузки, объема и кратности тренировок. Занятия начинают с простых упражнений, с постепенным их усложнением (например, от прыжков на двух ногах к упражнениям с тумбами).

Программу упражнений на ловкость строят с учетом конкретного вида спорта, подбирая параметры замедления/ускорения, углов смены направления движений и параметров забегов (рис 37-17).

Специалист по реабилитации должен внимательно следить, чтобы во время выполнения упражнений на ловкость пациент не предъявлял жалоб на предчувствие боли или нестабильность. Для объективной оценки силовых показателей и параметров мощности проводят аппаратное изокинетическое тестирование и функциональные тесты. Целевым значением для усредненного пикового крутящего момента и общей работы квадрицепса, и мышц хамстринг-группы при изокинетическом тестировании на скоростях 60 и 240 градусов в секунду считают показатель, не превышающий 15%. Объективную информацию о функциональной готовности мышц получают при тестировании, сочетающем составные элементы движения и, собственно, двигательные задания. Разница функционального состояния мышц между конечностями при проведении прыжкового теста на одной ноге [50] и теста с прыжком в шахматном порядке (зигзагом) [51] в III фазе не должна превышать 15%.

Сведения о результатах тестирования доводят до хирурга. Именно хирург дает разрешение на допуск к занятию спортом.

### Профилактика осложнений

Для безопасного продолжения реабилитации требуется соответствие функциональных параметров и данных аппаратного тестирования рекомендованным проходным критериям. Успешность восстановления оптимальной функции и возвращение в спорт во многом зависят от достижения полного объема движения в суставе, нормализации силовых показателей и восстановления гибкости до уровня, необходимого в конкретном виде спорта. Для перехода к высокоинтенсивным плиометрическим тренировкам и спортивным нагрузкам, необходимо восстановление по всем вышеперечисленным параметрам. Особое внимание специалист по реабилитации должен уделять жалобам на предчувствие нестабильности и боли при выполнении спорт-специфических упражнений. Наличие или отсутствие такого рода ощущений является определяющим фактором при установлении сроков начала спортивных занятий и допуска к спорту в целом.

### Руководство по реабилитации после шва мениска

III фаза послеоперационной реабилитации (с 14 по 22 недели)	
Цели	Безболезненный бег Увеличение силы мышц и гибкости до уровня повседневных нагрузок Симметрия между конечностями при выполнении прыжкового теста $\geq 85\%$ Симметрия между конечностями при выполнении изокинетического тестирования $\geq 85\%$ Отсутствие страха нестабильности и боли при выполнении спорт-специфических движений Гибкость на уровне, соответствующем конкретному виду спорта Автономность в выполнении программы самостоятельных упражнений в зале, которая является продолжением основной реабилитационной программы.
Меры предосторожности	Избегать боли при выполнении упражнений и функциональных тренировках Избегать занятий спортом до достижения адекватной силы мышц и получения допуска от хирурга
План лечения	Приседания в пределах 90 градусов сгибания в коленном суставе Выпады Бег спиной вперед на дорожке Обычный бег на дорожке через 4 месяца после операции при прохождении теста на спуск со степа высотой 20см. Продолжить тренировки на увеличение силы и гибкости нижней конечности Спорт-специфические упражнения на ловкость (спортивный жгут) Плиометрические тренировки при достаточной базовой силовой подготовке Изотонические сгибания/разгибания коленного сустава в пределах комфортного диапазона без крепитации Изокинетическая тренировка (с переходом от высоких скоростей к средним и медленным) Функциональное тестирование (прыжковый тест)

<p>Изокинетическое тестирование</p> <p>Модификация программы домашних упражнений на основании динамического наблюдения за пациентом и оценки его функциональных успехов</p>
<p>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</p>
<p>Возможность выполнять беговые нагрузки и спорт-специфические упражнения без боли</p> <p>Симметричность конечностей при выполнении прыжкового теста <math>\geq 85\%</math></p> <p>Симметричность конечностей при изокинетическом тестировании <math>\geq 85\%</math></p> <p>Отсутствие предчувствия нестабильности и боли при выполнении спорт-специфических движений</p> <p>Гибкость, соответствующая запросам конкретного вида спорта</p> <p>Способность автономно выполнять поддерживающую тренировочную программу в условиях спортзала после выписки</p>

### Реабилитация после трансплантации мениска

<p>I фаза послеоперационной реабилитации (с 0 по 6 недели)</p>
<p>Цели</p> <p>Акцент на достижении полного пассивного разгибания</p> <p>Контроль послеоперационного отека и боли</p> <p>Сгибание до 90 градусов.</p> <p>Восстановление двигательного контроля четырехглавой мышцы</p> <p>Автономность в выполнении программы домашних упражнений</p>
<p>Меры предосторожности</p> <p>Избегать активного сгибания в коленном суставе</p> <p>До 4 недель запрещено хождение без ортеза, фиксированного в положении полного разгибания (<math>0^\circ</math>)</p> <p>Избегать длительной ходьбы и стояния</p>
<p>План лечения</p> <p>Разгибательные упражнения для коленного сустава с валиком под пяткой, свешивание голени с края кушетки лежа на животе и т.д.</p> <p>Двигательное переобучение четырехглавой мышцы бедра (изометрические тренировки в сочетании с электромиостимуляцией и под миографическим контролем)</p> <p>До 4 недель осевая нагрузка на ногу в степени касания пола пальцами в ортезе (угол <math>0^\circ</math>) с дополнительной опорой на костыли</p> <p>С 4 недели постепенное увеличение нагрузки до частичной, и затем до полной по субъективным ощущениям</p> <p>Мобилизация надколенника</p> <p>Аппаратная пассивная продленная мобилизация (мото-шина)</p> <p>Активно-ассистированные разгибания и сгибания от <math>0^\circ</math> до <math>90^\circ</math></p> <p>Подъемы выпрямленной ноги во всех плоскостях</p> <p>Упражнения для мышц бедра с прогрессивным сопротивлением</p> <p>Балансировочная платформа (опора на 2 ноги)</p> <p>Ходьба в бассейне или на подводной беговой дорожке (с 4-6 недели)</p> <p>Велотренажер, оборудованный педалями с коротким шатуном (при сгибании <math>&gt; 85</math> градусов)</p> <p>Жим двумя ногами (в диапазоне <math>60^\circ - 0^\circ</math>) при сгибании <math>&gt; 85</math> градусов.</p>

<p>Изометрические упражнения для четырехглавой мышцы в открытой кинематической цепи (субмаксимальная нагрузка/ выполняют двумя ногами на угле 60 градусов) при достижении объема сгибания &gt; 85 градусов</p> <p>Кардиотренажер для верхнего плечевого пояса с ориентиром на субъективную переносимость</p> <p>Упражнения на растяжку мышц задней поверхности бедра и голени</p> <p>Локальная криотерапия</p> <p>Разъяснить пациенту необходимость регулярных домашних тренировок и соблюдения охранительного двигательного режима</p>
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации
<p>Способность поднять выпрямленную ногу. Отсутствие дефицита разгибания</p> <p>Диапазон движений от 0° до 90° градусов</p> <p>Способность стоять на оперированной ноге без боли</p>

### Послеоперационная реабилитация:

#### Руководство по реабилитации после трансплантации мениска

Программа реабилитации после трансплантации мениска зависит от техники вмешательства, возможных дополнительных внутрисуставных манипуляций, основного диагноза и пожеланий хирурга. Программа в целом напоминает восстановление после шва мениска, но с некоторыми важными нюансами. На сегодняшний момент величина нагрузок, которым подвергается трансплантат во время реабилитационных мероприятий неизвестна. Предполагается, что трансплантат подвергается повышенным нагрузкам в связи с наличием у данной группы пациентов ранних дегенеративных изменений в суставе. Поэтому, реабилитационные мероприятия носят, в сравнении со швом мениска, более сдержанный характер. Пациент ходит при помощи костылей, с осевой нагрузкой в степени касания пола. Коленный сустав в положении полного разгибания фиксирован ортезом в течение первых 4-х недель (рис. 37-18). Нагрузку на конечность постепенно увеличивают до полной к 6 неделе после вмешательства. На протяжении всего этого периода используют ортез жесткой фиксации с замковыми шарнирами. Необходимость поддержания охранительного режима после трансплантации мениска подтверждена в эксперименте на кроликах, где в раннем послеоперационном периоде были зафиксированы преходящие изменения жесткости и вязкоупругости трансплантата [52].



Рис. 37-18 В течение 4 недель после трансплантации мениска пациент ходит при помощи костылей. Осевая нагрузка разрешается только в степени касания пальцами пола. Коленный сустав в положении полного разгибания фиксирован шарнирным ортезом.

### **Руководство по реабилитации после трансплантации мениска**

<b>II фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 14 недели)</b>	
<b>Цели</b>	
Восстановление полного объема движений Восстановление походки (отсутствие анталгических элементов) Возможность безболезненно спускаться по ступеням высотой 20 см. с полным двигательным контролем конечности. Увеличение выносливости на уровне бытовых нагрузок Увеличение гибкости Автономность в выполнении программы домашних упражнений.	
<b>Меры предосторожности</b>	

<p>Избегать обычного реципрокного спуска по лестнице до обретения адекватного двигательного контроля над четырехглавой мышцей и полного разгибания в коленном суставе</p> <p>Избегать болевых ощущений при выполнении упражнений и функциональных тренировках</p> <p>Запрещены беговые нагрузки и занятия спортом</p>
<p><b>План лечения</b></p> <p>Прогрессивное увеличение осевой нагрузки сначала с опорой на костыли, затем на трость с ориентиром на субъективную переносимость. Увеличение нагрузки разрешено только на фоне хорошего двигательного контроля четырехглавой мышцы бедра (хороший тонус, способность поднять выпрямленную ногу, отсутствие дефицита разгибания). При ходьбе шарнир брейса устанавливают на диапазон движений от 0° до 60°.</p> <p>Ходьба в бассейне или бег на подводной беговой дорожке</p> <p>Отказ от трости и костылей при отсутствии болевого синдрома во время ходьбы</p> <p>Замена ортеза в соответствии с предпочтениями хирурга (ортез максимальной готовности, надколенник легкой фиксации и т.д.)</p> <p>Выполнение активно-ассистированных упражнений на разработку движений</p> <p>Мобилизация надколенника</p> <p>Подъемы выпрямленной ноги во всех плоскостях с утяжелителями</p> <p>Упражнения для проксимальной мышечной группы с прогрессивным сопротивлением.</p> <p>Нейромышечные тренировки (с опорой на обе ноги и на одну ногу)</p> <p>Использование компьютеризированных балансировочных платформ, пенных блоков. Техники активного выведения из равновесия.</p> <p>Велотренажер, оборудованный педалями с коротким шатуном</p> <p>Велотренажер с обычными педалями (если объем движений в коленном суставе &gt; 115 градусов)</p> <p>Жим ногами (двумя ногами / эксцентрические жимы / жимы одной ногой)</p> <p>Приседания с прогрессивным сопротивлением в диапазоне сгибания коленного сустава от 0° до 60° градусов</p> <p>Изотонические упражнения для четырехглавой мышцы бедра в открытой кинематической цепи в пределах безболезненного диапазона (предпочтительней упражнения в замкнутой кинематической цепи)</p> <p>Начало упражнений с шагом на степ</p> <p>Тренажер-имитатор ходьбы по лестнице</p> <p>Ходьба спиной вперед на беговой дорожке</p> <p>Упражнения на растяжку четырехглавой мышцы бедра</p> <p>Упражнения на эллиптическом тренажере</p> <p>Кардиотренажер для верхнего плечевого пояса (нагрузка регулируется по субъективным критериям)</p> <p>Локальная криотерапия</p> <p>Разъяснение пациенту необходимости регулярных занятий в домашних условиях</p>
<p><b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b></p> <p>Полный объем движений</p> <p>Способность безболезненно спускаться по ступеням высотой 20 см. с хорошим двигательным контролем нижней конечности</p>

Упражнения на увеличение объема движений начинают как можно раньше. Целью первой фазы реабилитации является достижение полного разгибания в

коленном суставе и сгибания до 90°. В течение 6 недель после операции сгибание ограничивают углом 90°, так как его прогрессивное увеличение подвергает трансплантат избыточным стрессовым нагрузкам [44,45,21]. Для достижения указанных выше целей в ранней фазе применяют продленную пассивную мобилизацию на мото-шине, активно-ассистированные упражнения и разгибательные уклады с опорой на валик из полотенца.

Через 6 недель объем движений прогрессивно увеличивают. Ориентируясь на субъективные ощущения, разработку проводят в таком темпе, чтобы через 14 недель достичь полного объема движений. Программа нейро-мышечного обучения и силовых тренировок аналогична применяемой при шве мениска, с той лишь разницей, что наращивание нагрузки проводится более плавно. Приседания ограничивают углом 45 градусов в течение первых 3-х месяцев, углом 60 градусов в течение 5 месяцев и углом 90 градусов в течение 6 месяцев. Беговые нагрузки запрещены в течение 6 месяцев после операции. В настоящее время, экспозиция трансплантата высокоэнергетическим нагрузкам, например, прыжкам, резким изменениям направления движений и вращениям на ноге вообще не рекомендуется. [19].

### Реабилитация после трансплантации мениска

III фаза послеоперационной реабилитации (с 14 по 22 недели)	
Цели	<p>Увеличение силы и гибкости в степени достаточной для повседневных нагрузок</p> <p>Возможность спускаться по ступеням высотой 20 см. с хорошим двигательным контролем нижней конечности</p> <p>Симметричность нижних конечностей по результатам изокинетического тестирования &gt; 75%</p> <p>Автономность в выполнении домашней программы реабилитации являющейся продолжением основной реабилитационной стратегии, заложенной специалистом</p>
Меры предосторожности	<p>Избегать боли при выполнении специальных упражнений и функциональных тренировок</p> <p>Занятия спортом запрещены до восстановления адекватной силы квадрицепса и наличия допуска от хирурга</p>
План лечения	<p>Усложнение приседаний (но сгибание в коленном суставе не более 60 градусов)</p> <p>Продолжение силовых тренировок и упражнений на развитие гибкости</p> <p>Шаги со ступа</p> <p>Начало тренировок на спуск со ступа</p> <p>Тест на спуск со ступа шагом вперед с подбарорафией</p> <p>Изотоническое сгибание/разгибание в коленном суставе (без боли и крепитации)</p> <p>Изокинетические тренировки (изменение скоростей от высоких к средним и далее к медленным).</p> <p>Изокинетическое тестирование</p> <p>Модификация программы домашних упражнений на основании динамического наблюдения за пациентом.</p>
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации	

<p>Симметричность конечностей по результатам изокинетического тестирования &gt; 75%</p> <p>Способность спуститься по ступеням высотой 20 см. с хорошим двигательным контролем нижней конечности</p>
---

### Руководство по реабилитации после трансплантации мениска

Послеоперационный этап IV (от 22 до 30 недель)
<p><b>Цели</b></p> <p>Безболезненный бег</p> <p>Увеличение силы мышц и гибкости для обеспечения повседневной активности</p> <p>Симметричность конечностей при изокинетическом тестировании &gt;85%</p> <p>Отсутствие предчувствия нестабильности и боли при выполнении активных спорт-специфических движений</p> <p>Автономность в выполнении поддерживающей программы упражнений в условиях спортзала. Программа должна являться логичным продолжением основной реабилитационной программы.</p>
<p><b>Меры предосторожности</b></p> <p>Избегать боли во время ЛФК и функциональных тренировок</p> <p>Избегать занятий спортом до адекватного развития силы и получения допуска от хирурга</p>
<p><b>План лечения</b></p> <p>Приседания до угла 90 градусов сгибания в коленном суставе</p> <p>Бег спиной вперед на беговой дорожке</p> <p>Бег на беговой дорожке через 6 месяцев после операции, при успешном выполнении теста на спуск со ступа высотой 20 см.</p> <p>Продолжить программу силовых тренировок и упражнений на развитие гибкости нижней конечности</p> <p>Изотонические разгибания в коленном суставе (без боли и крепитации)</p> <p>Изокинетические тренировки (начало с быстрых скоростей с постепенным переходом к занятиям в среднем и медленном режимах)</p> <p>Изокинетическое тестирование</p> <p>Выполнение программы домашних упражнений ориентируясь на результаты динамических осмотров пациента</p>
<p><b>Критерии перехода на следующий функциональный уровень</b></p> <p>Безболезненный бег (если он не противопоказан)</p> <p>Симметричность конечностей при изокинетическом тестировании &gt; 85%</p> <p>Гибкость, адекватная уровню повседневных нагрузок</p> <p>Автономность в выполнении программы упражнений в условиях спортзала. Возможность самостоятельно развивать программу</p>

#### Профилактика осложнений

В отличие от программы реабилитации после шва мениска, тактика восстановительных мероприятий после трансплантации более сдержанная и осторожная. Пациенты, которым требуется трансплантация, изначально имеют дегенеративные изменения в суставе. Это диктует необходимость использования более щадящих реабилитационных протоколов. Коррекция программы требуется и у пациентов, которым помимо трансплантации выполнен тот или иной вид хондропластики. Коррекция может заключаться в увеличении времени без осевой нагрузки или более длительном ношении разгружающего ортеза.

По современным научным представлениям, для оптимизации исходов трансплантации мениска следует придерживаться ограничений по весовой

нагрузке и объему движения. Нагрузка, которую испытывает трансплантат при бытовых нагрузках и во время выполнения ЛФК на сегодняшний момент неизвестна. Не определено и максимально допустимое вырывающее усилие в местах погружения костных блоков в тибиальные туннели. Kobayashi [52] в своих исследованиях на кроликах обнаружил преходящее изменение жесткости и вязкоупругости менисков в раннем послеоперационном периоде. На сегодняшний день не существует достаточного количества научных данных для обоснования более агрессивной реабилитационной стратегии после трансплантации менисков.

### Литература

1. Kurosawa, H., Fukubayashi, T., Nakajima, H. Load-bearing Mode of the Knee Joint: Physical Behavior of the Knee Joint with or without Menisci. *Clin Orthop* 1980;149:283-290.
2. Levy, I.M., Torzilli, P.A., Warren, R.F. The Effect of Medial Meniscectomy on Anterior-Posterior Motion of the Knee. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64A(6):883-888.
3. Wirth, C.J., Peters, G. Meniscus Injuries of the Knee Joint: Pathophysiology and Treatment Principles. In *Bailliere's Clinical Orthopedics*: Bailliere Tindall. London, 1997, pp. 123-144.
4. Radin, E.L. Factors Influencing the Progression of Osteoarthritis. In Ewing, J.W. (Ed). *Articular Cartilage and Knee Joint Function*. Raven Press, New York, 1990, pp. 301-309.
5. Sgaglione, N.A., Steadman, J.R., Shaffer, B., Miller, M.D., Fu, F.H. Current Concepts in Meniscus Surgery: Resection to Replacement. *Arthroscopy* 2003;19(Suppl 1):161—188.
6. Allen, P.R., Denham, R.A., Swan, A.V. Late Degenerative Changes after Meniscectomy. Factors Affecting the Knee after Operation. *J Bone Joint Surg Br* 1984;66(5):666-671.
7. Fairbank, T.J. Knee Joint Changes after Meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br* 1948;30B(4):664-670.
8. Jorgensen, U., Sonne-Holm, S., Lauridsen, F., Rosenklint, A. Long-term Follow-up of Meniscectomy in Athletes. A Prospective Longitudinal Study. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69B(1):80-83.
9. Ferkel, R.D., Davis, J.R., Friedman, M.J., Fox, J.M., DelPizzo, W., Snyder, S.J., Berasi, C.C. Arthroscopic Partial Medial Meniscectomy: An Analysis of Unsatisfactory Results. *Arthroscopy* 1985;1 (1) :44—52.
10. McGinty, J.B., Geuss, L.F., Marvin, R.A. Partial or Total Meniscectomy. A Comparative Analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59:763-766.
11. Northmore-Ball, M.D., Dandy, D.J., Jackson, R.W. Arthroscopic Open Partial and Total Meniscectomy. A Comparative Study. *J Bone Joint Surg Br* 1983;65(4):400-404.
12. Annandale, T. An Operation for Displaced Semilunar Cartilage. *Br Med J* 1885;1:779.
13. Belzer, J., Cannon, W. Meniscal Tears: Treatment in the Stable and Unstable Knee. *J Am Acad Orthop Surg* 1993,Y(1):41- 47.
14. Gillquist, J., Messner, K. Long-term Results of Meniscal Repair. *Sports Med Arthrosc* 1993;1:159-163.
15. Cannon, W.D., Vittori, J.M. The Incidence of Healing in an Arthroscopic Meniscal Repairs in ACL-Reconstructed Knees Versus Stable Knees. *Am J Sports Med* 1992;20(2):176-181.
16. Sommerlath, K., Gillquist, J. Knee Function after Meniscus Repair and Total Meniscectomy: A 7-year Follow-up Study. *Arthroscopy* 1987;3(3):166-169.

17. Milachowski, K.A., Weismeier, K., Wirth, C.J. Homologous Meniscus Transplantation. Experimental and Clinical Results. *Int Orthop* 1989;13(1):1-11.
18. Allen, C.R., Wong, E.K., Livesay, G.A., Sakare, M., Fu, F.H., Woo, S.L. The Importance of the Medial Meniscus in the Anterior-Cruciate Ligament-Deficient Knee. *J Orthop Res* 2000; 18(1):109-115.
19. Rodeo, S. Meniscal Allografts—Where Do We Stand? *Am J Sports Med* 2001;29(2):246-261.
20. van Arkel, E.R., deBoer, H.H. Human Meniscal Transplantation. Preliminary Results at 2- to 5-year Follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77(4) :589-595.
21. Walker, P.S., Erkman, M.J. The Role of the Menisci in Force Transmission Across the Knee. *Clin Orthop Relat Res* 1975; 109:184-192.
22. Arnoczky, S.P., Warren, R.F. Microvasculature of the Human Meniscus. *Am J Sports Med* 1982;10(2):90-95.
23. Day, B., Mackenzie, W.G., Shim, S.S., Leung, G. The Vascular and Nerve Supply of the Human Meniscus. *Arthroscopy* 1985; 1(1):58—62.
24. Zhang, Z., Arnold, J.A., Williams, T., McCann, B. *Repair by Trephination and Suturing of Longitudinal Injuries in the Avascular Area of the Meniscus in Goats*. *Am J Sports Med* 1995; 23(1):35—41.
25. Okuda, K., Ochi, M., Shu, N., Uchio, Y. Meniscal Rasping for Repair of Meniscal Tear in the Avascular Zone. *Arthroscopy* 1999;15(3):281-286.
26. Uchio, Y., Ochi, M., Adachi, N., Kawasaki, K., Iwasa, J. *Results of Rasping of Meniscal Tears with and without Anterior Cruciate Ligament Injury as Evaluated by Second-look Arthroscopy*. *Arthroscopy* 2003;19(5):463-469.
27. Henning, C.E. Arthroscopic Repair of Meniscal Tears. *Orthopedics* 1983;6:1130-1132.
28. Scott, G.A., Jolly, B.C., Henning, C.E. *Combined Posterior Incision and Arthroscopic Intra-articular Repair of the Meniscus. An Examination of Factors Affecting Healing*. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68(6):847—861.
29. Morgan, C.D., Casscells, S.W. *Arthroscopic Meniscus Repair: A Safe Approach to the Posterior Horns*. *Arthroscopy* 1986;2(1):3- 12.
30. Rodeo, S.A. *Arthroscopic Meniscal Repair with Use of the Outside-in Technique*. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82(1): 127141.
31. Cannon, W.D. Jr., Morgan, C.D. Meniscal Repair. Part II: Arthroscopic Repair Techniques. *J Bone Joint Surg* 1994;76A: 294-311.
32. Albrecht Olsen, R, Kristensen, G., Burggaard, R, Joergensen, U., Toerholm, C. The Arrow Versus Horizontal Suture in Arthroscopic Meniscus Repair. A Prospective Randomized Study with Arthroscopic Evaluation. *Knee Surg SportsTraumatol Arthrosc* 1999;7(5):268-273.
33. Morgan, C.D. The "All-inside" Meniscus Repair. *Arthroscopy* 1991;7(1):120—125.
34. Shaffer, B., Kennedy, S., Klimkiewicz, J., Yao, L. Preoperative Sizing of Meniscal Allografts in Meniscus Transplantation. *Am J Sports Med* 2000;28(4) :524-533.
35. Pollard, M.E., Kang, Q., Berg, E.E. Radiographic Sizing for Meniscal Transplantation. *Arthroscopy* 1995;11 (6):684—687.
36. Stone, K.R., Rosenberg, T. Surgical Technique of Meniscal Replacement Arthroscopy. *J Arthrosc Relat Surg* 1993;9(2):234- 237.
37. Cole, B.J., Carter, T.R., Rodeo, S.A. Allograft Meniscal Transplantation: Background, Techniques, and Results. *Instr Course Lect* 2003;52:383-396.
38. Chen, M.I., Branch, T.P., Hutton, W.C. *Is It Important to Secure the I horns During Lateral Meniscal Transplantation? A Cadaveric Study*. *Arthroscopy* 1996,12(2):174—181.

39. Noyes, F.R., Barber-Westin, S.B., Rankin, M.D., Rankin, M. Meniscal Transplantation in Symptomatic Patients Less Than Fifty Years Old. *J Bone Joint Surg* 2004;86A(7):1392-1404.
40. Akeson, W.H., Woo, S.L., Amiel, D., Courts, R.D., Daniel, D. *The Connective Tissue Response to Immobility: Biomechanical Changes in Periarticular Connective Tissue of the Immobilized Rabbit Knee*. *Clin Orthop* 1973;93:356-362.
41. Noyes, F.R., Mangine, R.E., Barber, S. Early Knee Motion after Open and Arthroscopic ACL Reconstruction. *Am J Sports Med* 1987;15(2): 149-160.
42. Salter, R.B., Simmonds, D.F., Malcolm, B.W., Rumble, E.J., MacMichael, D., Clements, N.D. *The Biological Effect of Continuous Passive Motion on the Healing of Full-thickness Defects in Articular Cartilage. An Experimental Investigation in the Rabbit*. *J Bone Joint Surg* 1980;62A(8):1232-1251.
43. Cavanaugh, J.T. Rehabilitation Following Meniscal Surgery. In Engle, R.P. (Ed). *Knee Ligament Rehabilitation*. Churchill Livingstone, New York, 1991, pp. 59-69.
44. Morgan, C.D., Wojtys, E.M., Casscells, C.D., Casscells, S.W. Arthroscopic Meniscal Repair Evaluated by Second-look Arthroscopy. *Am J Sports Med* 1991;19(6):632-637.
45. Thompson, W.O., Thaete, F.L., Fu, F.I., Dye, S.F. *Tibia! Meniscal Dynamics Using Three-dimensional Reconstruction of Magnetic Resonance Images*. *Am J Sports Med* 1991;19(3):210-215.
46. Fritz, J.M., Irrgang, J.J., Hamer, C.D. *Rehabilitation Following Allograft Meniscal Transplantation: A Review of the Literature and Case Study*. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;24(2):98-106.
47. Schwartz, R.E., Asnis, I.D., Cavanaugh, J.T., Asnis, S.E., Simmons, J.E., Lasinski, P.J. Short Crank Cycle Ergometry. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991;13(2):95-100.
48. Cipriani, D.J., Armstrong, C.W., Gaul, S. *Backward Walking at Three Levels of Treadmill Inclination: An Electromyographic and Kinematic Analysis*. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22(3):95-102.
49. Cavanaugh, J.T., Stump, I.J. Forward Step Down Test. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000;30(1):A46-A47.
50. Daniel, D.M., Malcolm, L., Stone, M.L., Perth, H., Morgan, J., Riehl, B. Quantification of Knee Stability and Function. *Contemp Orthop* 1982;5:83-91.
51. Barber, S.D., Noyes, F.R., Mangine, R.E., McCloskey, J.W., Hartman, W. Quantitative Assessment of Functional Limitations in Normal and Anterior Cruciate Ligament Deficient Knees. *Clin Orthop Relat Res* 1990;255:204-214.
52. Kobayashi, K. *Visco-elasticity of Transplanted Menisci in Rabbits. A Correlative Histological and Hydrodynamic Study [in Japanese]*. *Nippon Ika Daigaku Zasshi* 1995;62(4):377-385.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ АХИЛЛОВА СУХОЖИЛИЯ

Частота разрывов ахиллова сухожилия в популяции неуклонно увеличивается. Отчасти, это связано с возросшим интересом к занятиям спортом у людей, ведущих в основном малоподвижной образ жизни [1,2,3,4]. Так, острые разрывы ахиллова сухожилия обычно возникают у офисных работников, мужчин на третьем или четвертом десятилетии жизни, которые время от времени принимают участие в активной физической деятельности, так называемых, «спортсменов выходного дня». Большинство травм ахиллова сухожилия происходят в игровых видах спорта, где необходимы резкие ускорения/замедления, взрывной спринт и прыжки [2,3,5,6,7,8]. Еще одной распространенной причиной разрыва ахиллова сухожилия является падение с высоты, падение с лестницы, или проваливание стопы в яму [6]. Хирургическое восстановление ахиллова сухожилия в сочетании с ранней реабилитацией позволяет пациенту вернуться к первоначальному уровню функциональных возможностей, вернуть нормальный диапазон движений в голеностопном суставе, а также снизить риск повторного разрыва сухожилия [2,3,9]. Основываясь на клиническом опыте, нами была составлена послеоперационная программа реабилитации, которая может быть упрощена или дополнена в зависимости от индивидуальных особенностей конкретного пациента. Сроки ее проведения также могут быть укорочены или удлинены. Залогом успеха программы реабилитации после шва ахиллова сухожилия является по возможности раннее начало осевой нагрузки [21].

### Описание операции

Открытая операция при разрыве ахиллова сухожилия выполняется через разрез над сухожилием по задней поверхности голени. Рассекают паратенон, освеженные концы поврежденного сухожилия сопоставляют и сшивают между собой. Существует множество различных методик шва ахиллова сухожилия (Рис. 38-1).

Если концы сухожилия в области разрыва сильно разволокнены, то используют дополнительные обвивные швы. Область шва может быть усилена аутооттрансплантатом из сухожилия подошвенной мышцы. Послойно накладывают швы на паратенон и кожу. Рану закрывают стерильными повязками. Стопу фиксируют подошвенной лонгетой, для предотвращения тыльной флексии, которая может привести к несостоятельности шва. Некоторые хирурги предпочитают накладывать шину по передней поверхности голени или выполняют иммобилизацию циркулярной гипсовой повязкой. Разгрузочный сапожок может быть использован после того, как на 10-14 день сняты швы. Он дает возможность наблюдать за областью рубца и служит цели ранней мобилизации (Рис. 38-2). Ключевыми элементами оперативного вмешательства являются бережное отношение к тканям и закрытие паратенона.

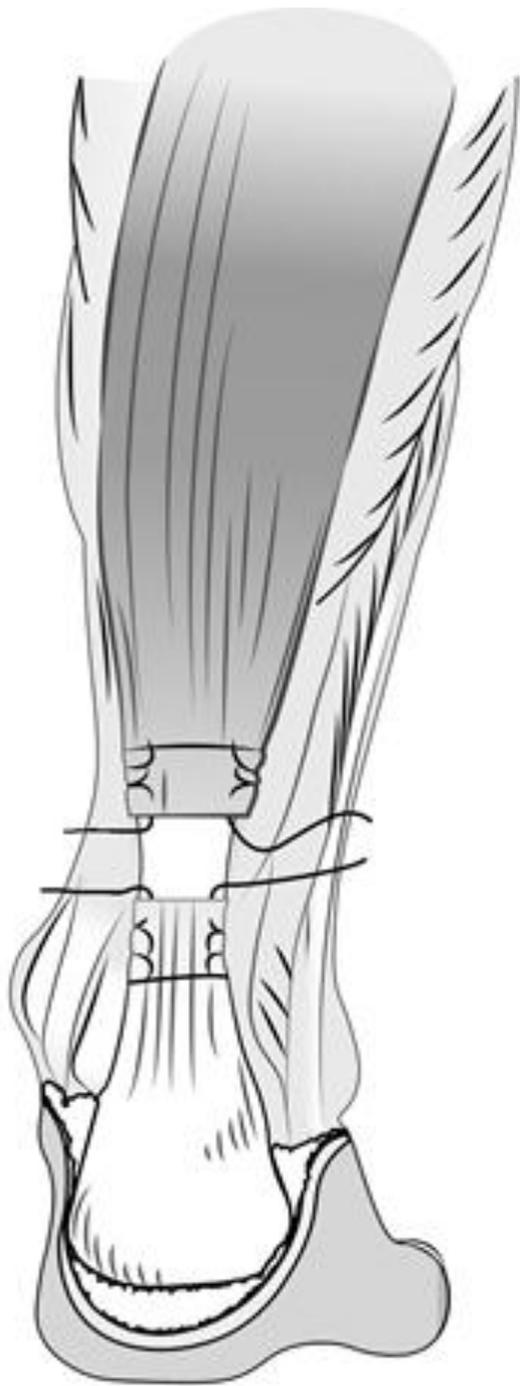


Рис. 38-1 Продольным доступом снаружи или кнутри от ахиллова сухожилия в ране визуализируется икроножный нерв и длинный сгибатель большого пальца. Концы сухожилия прошивают одним из известных видов сухожильных швов (на изображении концы сухожилия прошиты швом Krakow), затем их сближают, а нити, от сухожильных фрагментов завязывают между собой.



Рис. 38-2 Разгрузочный сапожок. Используется для защиты шва ахиллова сухожилия от перегрузок.

### Обзор реабилитации

Амбулаторная реабилитационная программа после шва ахиллова сухожилия начинается через 2-6 недель после операции. Особое внимание специалист по реабилитации должен уделить защите области шва от перегрузки. Например, как минимум в течение 12 недель после операции следует избегать упражнений на пассивную растяжку ахиллова сухожилия. Осевую нагрузку следует увеличивать постепенно, и только по согласованию с хирургом. В ходе реабилитации, врач должен учитывать естественную смену четырех фаз заживления (воспаления, пролиферации, образования и организации рубца). Область шва больше всего ослаблена в течение первых 6 недель заживления (фазы воспаления и пролиферации). Затем прочность сухожилия медленно увеличивается в сроки от 6 до 12 месяцев после операции (стадии образования и организации рубцовой ткани) [5,19,20]. Функциональные критерии служат основой для оценки состояния пациента в динамике.

#### **I фаза послеоперационной реабилитации: защиты области шва и создания условий для регенерации (1-6 недели).**

Реабилитация в первой фазе заключается в мероприятиях по защите области шва, уменьшению отека и боли, минимизации образования рубцов, а также, в увеличении объема движений. Допустимый уровень нагрузки на оперированную конечность и тип ортеза определяет оперирующий хирург. Осевая нагрузка может варьировать от полного запрета с наложением гипса на конечность, до ходьбы в разгружающем сапожке с частичной нагрузкой или опорой по переносимости. То или иное ограничение нагрузки длится от 2 до 8 недель после операции. В настоящее время с развитием хирургических и реабилитационных технологий рутинной практикой после операции стала ходьба с частичной нагрузкой на ногу в разгружающем сапожке с дополнительной опорой на костыли.

В I фазе послеоперационной реабилитации ключевым лечебным воздействием является ранняя мобилизация на фоне контролируемой осевой

нагрузки с защитой области шва. Осевая нагрузка и движения в суставе стимулируют процесс сращения сухожилия и увеличение мышечной силы. Кроме того, они предотвращают такие негативные последствия иммобилизации как атрофия мышц, тугоподвижность сустава, остеоартроз, рубцовые сращения, тромбоз глубоких вен [10, 11].

Пациенту рекомендуют по несколько раз в день выполнять активное тыльное и подошвенное сгибание стопы, упражнения на активную эверсию и инверсию. Объем тыльной флексии не должен превышать 0 градусов, т.е. нельзя сгибать ногу в голеностопном суставе в тыльном направлении более нейтрального положения при согнутом на 90° коленном суставе (Рис. 38-3, А и Б). В этой фазе, для защиты сухожилия от перерастяжения и повторного разрыва, запрещена пассивная разработка движений и стретчинг.



Рис. 38-3 А. Активные движения в голеностопном суставе выполняют при согнутом на 90° коленном суставе. Движение до нейтрального положения в направлении дорсифлексии.



Рис. 38-3 Б. Подошвенное сгибание.

Как только конечность способна нести частичную или полную нагрузку, к программе реабилитации добавляют велотренажер в режиме минимального сопротивления. При кручении педалей, пациенту рекомендуют осуществлять давление на них пяткой, а не передним отделом стопы. Массаж рубца и мягкая мобилизация голеностопного сустава используются для ускорения процессов регенерации сухожилия, профилактики спаечных процессов и тугоподвижности сустава.

Для уменьшения боли и отека, оперированной конечности придают возвышенное положение и местно применяют локальную криотерапию. Пациенту рекомендуют по возможности поддерживать возвышенное положение конечности в течение всего дня и избегать длительного нахождения в вертикальном положении. Холод рекомендуют прикладывать на 20 минут, также по несколько раз в день.

Начинают упражнения для мышц проксимального отдела бедра и мышц области коленного сустава в режиме прогрессивного сопротивления. Упражнения в открытой кинематической цепи и на изотонических тренажерах выполняют с тщательным контролем осевой нагрузки.

### Профилактика осложнений

Самыми частыми осложнениями шва ахиллова сухожилия являются замедленное заживление раны и присоединение раневой инфекции. Поэтому, в этой фазе принципиальное значение имеют частые осмотры области послеоперационного рубца специалистом по реабилитации и самим пациентом. При наличии признаков замедленного заживления раны или подозрении на инфекцию, об этом следует немедленно сообщить хирургу.

Отек оперированной конечности является еще одним типичным осложнением шва ахиллова сухожилия. В этом случае пациенту рекомендуют ограничить осевую нагрузку на ногу и в течение дня поддерживать возвышенное положение конечности. Он может продолжить активные упражнения для голеностопного сустава, несколько раз в день прикладывая лед на область операции.

<p>I фаза послеоперационной реабилитации: защиты области шва и создания условий для регенерации (с 1 по 6 недели)</p>
<p>Цели</p>
<p>Защита области шва Контроль послеоперационной боли и отека Профилактика образования рубцовых адгезий Увеличение объема движений в голеностопном суставе. Тыльное сгибание стопы до нейтрального положения (0 градусов) Увеличение силы проксимальных мышц нижней конечности - 5 баллов из 5 для всех плоскостей Прогрессивное увеличение осевой нагрузки по рекомендации хирурга. Автономность в выполнении программы упражнений в домашних условиях</p>
<p>Меры предосторожности</p>

<p>Избегать упражнений на пассивное растяжение ахиллова сухожилия          При согнутом под углом 90 градусов коленном суставе запрещена тыльная флексия более 0 градусов в голеностопном суставе.          Избегать тепловых процедур на область голеностопного сустава.          Избегать длительного нахождения в вертикальном положении.</p>
<p>План лечения</p>
<p>Увеличение осевой нагрузки в разгружающем сапожке с дополнительной опорой на трость или костыли по рекомендации хирурга          Активные сгибания/разгибания в голеностопном суставе, инверсия / эверсия          Массаж рубца          Мобилизация сустава          Укрепление проксимальных мышц нижних конечностей          Криотерапия</p>
<p>Критерии перехода на следующий этап реабилитации</p>
<p>Контролируемый болевой синдром и отек          Осевая нагрузка в соответствии с рекомендациями хирурга          Тыльная флексия до нейтрального положения стопы (0 градусов)          Сила проксимальных мышц бедра 5 баллов из 5</p>

## **II фаза послеоперационной реабилитации: ранней мобилизации (с 6 по 12 недели)**

Вторая фаза послеоперационной реабилитации характеризуется увеличением осевой нагрузки, ростом мобильности поврежденной конечности и умеренными силовыми тренировками. Сначала пациент увеличивает осевую нагрузку до полной, фиксируя ногу разгружающим сапожком и ходит с дополнительной опорой на костыли. Затем переходит к ходьбе с полной опорой в обычной обуви. Разгружающий сапожок обычно подразумевает умеренное подошвенное сгибание в голеностопном суставе до 20-30 градусов. В связи с этим, использование подпяточника может облегчить переход от сапожка к стандартной обуви. По мере увеличения объема движений в голеностопном суставе, высоту подпяточника уменьшают. От костылей отказываются при нормализации стереотипа походки.

При эпителизации ран, для отработки навыков ходьбы с разгрузкой оперированной конечности, возможно использование подводной беговой дорожки. При этом, погружение в воду по грудь приводит к снижению нагрузки на 60%-75%, а погружение по пояс на 40%-50% [12].

Многоплоскостные активные движения продолжают без ограничений. Упражнения на пассивную разработку движений в голеностопном суставе запрещены. Нормализация походки сама по себе способствует восстановлению функционально достаточного объема движений. Пассивные упражнения на

растяжку сухожилия для этого не нужны. На данном этапе реабилитации ожидается нормализация объема движений.

В этой фазе осторожно выполняют упражнения на инверсию и эверсию стопы в изометрическом режиме с постепенным переходом к выполнению упражнений против сопротивления эластической ленты. Укрепление мышц области голеностопного сустава проводят с использованием специального полиаксиального устройства, которое создает сопротивление при воображаемом рисовании стопой букв алфавита. При достижении адекватного объема движений, приступают к силовым тренировкам основных сгибателей стопы: икроножной и камбаловидной мышц. На 6-й неделе вводят подошвенные сгибания против сопротивления эластической лентой при согнутом на 90 градусов коленном суставе (Рис. 38-4, А). На 8-й неделе аналогичное упражнение выполняют уже при разогнутом коленном суставе (Рис. 38-4, Б).



Рис. 38-4 А. Упражнения против сопротивления эластической ленты для увеличения силы сгибателей стопы. Выполняют при согнутом на 90 градусов коленном суставе.



Рис. 38-4 Б. Упражнения против сопротивления эластической ленты для увеличения силы сгибателей стопы с 8 недели выполняют при разогнутом коленном суставе.

Также силу подошвенного сгибания увеличивают на тренажере для жима ногами и посредством тренировки подъемов на носки в положении сидя с отягощением на бедрах (рис. 38-5, А и Б). Продолжают тренировки на велотренажере с постепенным переносом нагрузки на передний отдел стопы.

Для тренировки эксцентрического сокращения сгибателей стопы используют ходьбу по беговой дорожке спиной вперед. Пациенты при выполнении этого упражнения чувствуют себя комфортно, так как отсутствует фаза отталкивания[13]. В программу включают упражнения с подъемом на степ-платформу с постепенным увеличением ее высоты (10,15 и 20 см).



Рис.38-5А. Упражнения с прогрессивным сопротивлением для увеличения силы сгибателей стопы. Выполняют подъемы на носки в положении сидя с отягощением на бедрах.

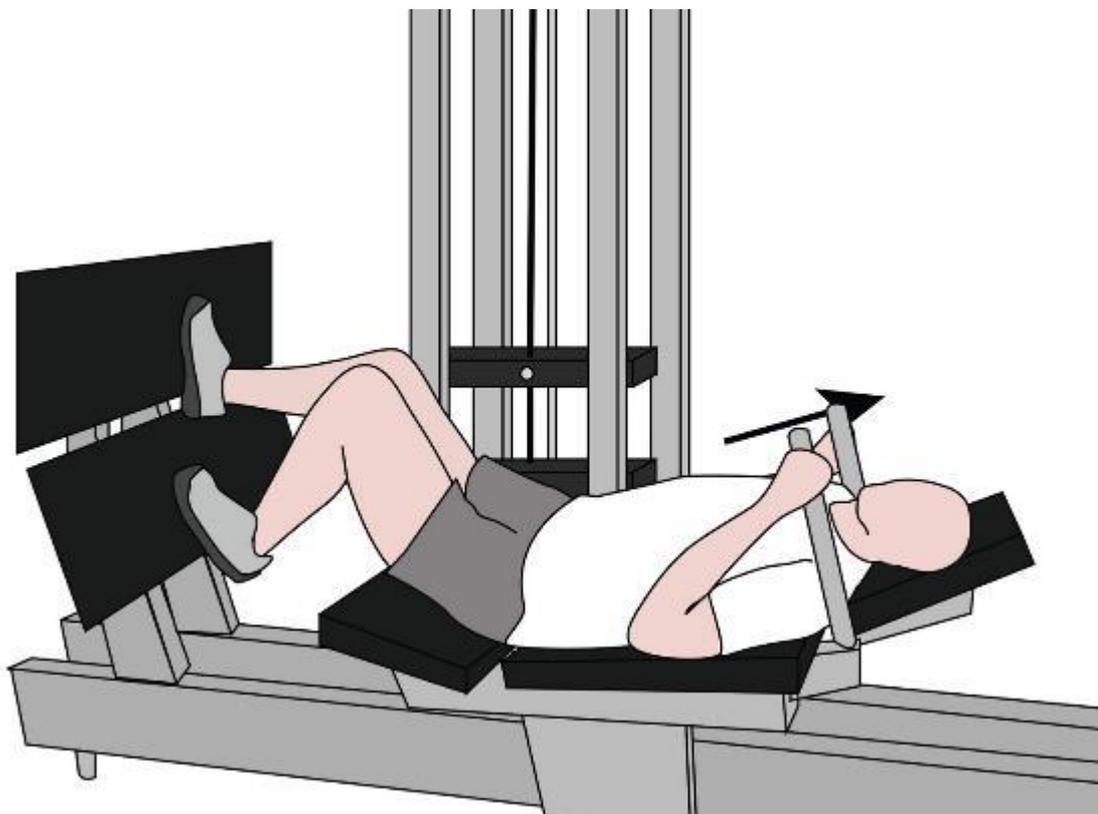


Рис.38-5 Б. Упражнения с прогрессивным сопротивлением для тренировки силы сгибателей стопы на тренажере для жима ногами.

Раннее нейромышечное обучение и разработку движений в голеностопном суставе рекомендуют выполнять с помощью тренажеров типа гимнастического волчка, сначала в положении сидя, а затем стоя. Дополнительно рекомендуют тренировки с опорой на две ноги на компьютерных балансировочных системах с биологической обратной связью. Они позволяют улучшить проприоцепцию, нейромышечное взаимодействие и поддержание равновесия. Сначала упражнения выполняют с опорой на 2 ноги, затем по мере улучшения навыков и силы мышц, переходят к упражнениям на одной ноге (Рис. 38-6). Продолжают мобилизацию рубца и сустава, а также мероприятия по контролю отека и боли.



Рис 38-6 Упражнения с опорой на одну ногу на гимнастическом волчке. Нейромышечная тренировка сочетается с увеличением объема движений.

<p>II фаза послеоперационной реабилитации: ранней мобилизации (недели с 6 по 12)</p>
<p>Цели</p>
<p>Нормализация походки  Восстановление полного функционально достаточного объема движений для обеспечения нормальной ходьбы (15 градусов тыльной флексии), а затем и подъема по лестнице (25 градусов тыльной флексии).  Нормализация тыльного сгибания, эверсии, инверсии, сила мышц 5 баллов из 5.</p>
<p>Меры предосторожности</p>
<p>Избегать боли при занятиях лечебной физкультурой и при функциональных тренировках.  Запрещена пассивная растяжка ахиллова сухожилия.</p>
<p>План лечения</p>
<p>Тренировка ходьбы с нагрузкой по переносимости и полной осевой нагрузкой; с ортезом, а затем, без него; с использованием дополнительных средств опоры и без таковых  отказ от костылей при отсутствии анталгических паттернов в походке  Тренировка ходьбы на подводной беговой дорожке  Использование подпяточника в стандартной обуви для нормализации походки и устранения предчувствия боли  Активные движения/ подошвенное сгибание / инверсия / эверсия  Проприоцептивные тренировки на гимнастическом волчке  Инверсия/эверсия в изометрическом/изотоническом режимах  6 неделя: упражнения с прогрессивным сопротивлением для тренировки сгибателей/разгибателей стопы при согнутом на 90 градусов коленном суставе  8 неделя: упражнения с прогрессивным сопротивлением для тренировки сгибателей /разгибателей стопы при разогнутом коленном суставе  Укрепление сгибателей стопы на тренажере для жима ногами и посредством подъема на носки сидя с отягощением на бедрах  Велотренажер  “Рисование” букв алфавита на специальном тренажере  Ходьба на беговой дорожке спиной вперед.  Мероприятия по контролю боли/отека  Мобилизация рубца  Упражнения с подъемом на степ шагом вперед</p>
<p>Критерии перехода на следующий этап реабилитации</p>
<p>Нормальный стереотип походки  Полный объем тыльного сгибания (20 градусов)  Сила мышц при мануальном тестировании тыльного сгибания, эверсии, инверсии- 5 баллов из 5</p>

## **Профилактика осложнений**

Самыми частыми осложнениями II фазы являются тендинит и боль в области ахиллова сухожилия. Пациенты зачастую слишком быстро наращивают уровень физической активности, как только отпадает необходимость ходить с опорой на костыли или использовать разгружающий сапожок. В свою очередь, нагрузка на сухожилие приводит к возникновению болезненных ощущений и воспалению, так как оно пока не обладает достаточной прочностью. Пациент должен быть осведомлен о необходимости периодически ограничивать двигательную активность. Он должен быть готов во время снизить нагрузку до полного устранения боли. Аналогичным образом к появлению боли и воспаления в области ахиллова сухожилия может приводить слишком быстрое увеличение объема движений и силовых тренировок. При формировании дальнейшей программы реабилитации специалист должен учесть субъективные жалобы пациента и данные объективного осмотра. Следует еще раз сделать акцент на необходимости выполнения программы упражнений в домашних условиях.

### **III фаза послеоперационной реабилитации: раннего укрепления мышц (с 12 по 20 недели)**

Как только состояние пациента соответствует критериям перехода к III фазе, приступают к восстановлению полного объема движений, нормализации силы сгибателей стопы, упражнениям на улучшение баланса и нейромышечного контроля.

Сила сгибателей считается восстановленной, если пациент способен выполнить одной ногой серию из 10 подъемов на носок [15]. Однако, сначала пациент должен выполнить подъемы на носок с опорой на 2 ноги на ровной поверхности без предчувствия боли, а затем увеличивать сложность двигательной задачи в соответствии с представленным ниже алгоритмом.

1. Дву-опорные подъемы на носки на тренажере для жима ногами или вертикальные смещения планки для упора ног на тренажере для квадрицепса.
2. Дву-опорные подъемы на носки на ровных поверхностях.
3. Дву-опорные подъемы на носки, стоя на клиновидной опоре.
4. Подъемы на носок на одной ноге на ровной поверхности.
5. Подъемы на носок на одной ноге на клиновидной опоре.

При успешном освоении техники перечисленных выше упражнений и возможности выполнять их без предчувствия боли в программу добавляют тренажеры для наработки выносливости и силы, например, тренажер-имитатор ходьбы по лестнице или тренажер “противонаправленная лестница”.

Начинают тренировки на спуск со степа шагом вперед постепенно увеличивая высоту снаряда (10, 15 и 20 см). Программу тренировок на поддержание баланса усложняют введением упражнений на одной ноге, занятиями на мультипланарных нестабильных платформах (мини-трамплины, доски-качалки, валики из вспененной резины и т.д.), и поддержанием баланса с активным выведением из равновесия (Рис. 38-7).

Для увеличения силы и выносливости мышц, окружающих голеностопный сустав, применяются изокинетические тренировки. При этом скорость выполнения

упражнений оставляют неизменной, варьируют только степень сопротивления. За счет этого при заданных скоростях, во всем диапазоне движения сустава сохраняется максимальная динамическая нагрузка на мышцы [16].

После нормализации стереотипа походки, достижения полного пассивного объема движений и восстановления мышечной силы в программу добавляют бег на подводной беговой дорожке с погружением в воду по грудь. Подводная беговая дорожка использует естественную плавучесть человеческого тела для разгрузки ахиллова сухожилия.

Программу домашних упражнений модифицируют с учетом данных динамических осмотров.

Координационные возможности оценивают в сравнении с противоположной конечностью, используя специальные автоматизированные системы. К окончанию этой фазы ожидают полного восстановления симметрии конечностей.



Рис. 38-7 Поддержание равновесия на одной ноге стоя на доске-качалке

III фаза послеоперационной реабилитации: раннего укрепления мышц (с 12 по 20 недели)
Цели
Восстановление полного активного объема движений. Нормализация силы сгибателей стопы (сила мышц 5 баллов из 5).

<p>Нормализация поддержания баланса (по результатам тестирования на компьютеризированных балансировочных системах).</p> <p>Возможность переносить функциональные нагрузки без боли</p> <p>Возможность спускаться по лестнице</p>
<p><b>Меры предосторожности</b></p>
<p>Избегать боли при занятиях лечебной физкультурой и функциональных тренировках</p> <p>Избегать перегрузки ахиллова сухожилия (агрессивные упражнения на растяжку с потенцированием тыльного сгибания весом тела или прыжками)</p>
<p><b>План лечения</b></p>
<p>Инверсия/эверсия в изотоническом и изокинетическом режимах</p> <p>Велотренажер, тренажер имитатор ходьбы по лестнице, тренажер противонаправленная лестница</p> <p>Проприоцептивные тренировки (на балансировочных досках, гимнастических волчках, валиках из вспененной резины, мини-трамплинах, компьютеризированных системах)</p> <p>Интенсивные тренировки на увеличение силы сгибателей стопы с прогрессивным сопротивлением (с упором на эксцентрические нагрузки)</p> <p>Спорт-специфические тренировки с субмаксимальной нагрузкой</p> <p>Продолжение проприоцептивных тренировок с постепенным усложнением</p> <p>Бег на подводной беговой дорожке</p> <p>Усложненные упражнения с прогрессивным сопротивлением для увеличения силы проксимальной группы мышц нижних конечностей</p> <p>Мобилизация рубца</p> <p>Тренировки подошвенного/тыльного сгибания на изокинетических тренажерах</p> <p>Упражнения на увеличение гибкости в степени достаточной для текущего перечня двигательных задач</p> <p>Упражнения на отработку спуска со степа шагом вперед</p>
<p><b>Критерии перехода на следующий этап реабилитации</b></p>
<p>Отсутствие предчувствия боли при повседневных нагрузках</p> <p>Нормальная гибкость</p> <p>Адекватная сила мышц, с возможностью выполнить серию из 10 подъемов на носок на одной ноге</p> <p>Способность спускаться по лестнице реципрокно</p> <p>Симметричное распределение нагрузки на конечности</p>

### **Профилактика осложнений**

При сохранении у пациента силовых дефицитов или ограничения объема движений следует настоятельно рекомендовать ему соответствующим образом регулировать нагрузку на ногу. Чаще всего в этой фазе пациенты жалуются на боли

в мышцах или на явления тендинита, которые являются закономерным следствием функциональной перегрузки на фоне желания освоить более высокие уровни физической активности. Пациенты часто переходят к более высоким уровням функциональных нагрузок, например к ходьбе по лестнице, не имея соответствующей силовой подготовки. Специалист по реабилитации должен дать пациенту объективную информацию о его функциональных возможностях. При переходе к самостоятельным занятиям в спортзале пациент должен придерживаться предписанной программы упражнений, а не увеличивать нагрузки самостоятельно.

#### **IV фаза послеоперационной реабилитации: продолжения силовых тренировок (с 20 по 28 недели)**

Переход к IV фазе реабилитации осуществляют после восстановления силы мышц голени и начала высокоинтенсивных нагрузок. Эта фаза предназначена специально для подготовки к интенсивным динамическим нагрузкам. Программа включает модули, разработанные для безопасного возвращения пациента/спортсмена в спорт.

На 20-й недели после операции проводят изокинетическое тестирование сгибателей и разгибателей стопы, мышц, осуществляющих эверсию и инверсию. Изокинетическое тестирование точнее отражает динамический компонент мышечной силы, чем мануальное изометрическое тестирование. Изокинетическое тестирование предоставляет клиницисту легко воспроизводимые, объективные показатели функционального статуса пациента и дает возможность вести динамическое наблюдение [16]. Получаемые таким образом данные помогают выяснить восстановилась ли сила, мощность и выносливость мышц голени. Если по результатам изокинетического тестирования разница между конечностями не превышает 25% и пациент способен выполнить серию из 10 подъемов на носок на 1 ноге, то можно переходить к бегу на дорожке. Стандартный бег на беговой дорожке выполняют с акцентом на коротких дистанциях с низкой или умеренной скоростью, при этом ориентируются на субъективную оценку пациентом своего состояния. Боли во время бега быть не должно. Далее продолжают изокинетические силовые тренировки для мышц разгибателей и сгибателей голеностопного сустава, мышц, ответственных за эверсию и инверсию стопы.

Тренировки с прогрессивным сопротивлением и упражнения на развитие гибкости продолжают по мере субъективной переносимости. Добавляют упражнения на развитие телесной ловкости с учетом конкретного вида спорта. Беговые и спорт-специфические тренировочные сессии следует выполнять, начиная с одноплоскостных простых движений, постепенно переходя к более сложным упражнениям, таким как бег скрестным шагом, бег с зашагиванием, передвижение с резкой сменой направления движений, забег в форме восьмерки, ускорения и замедления. Тренировки можно в последующем усложнить, добавив сопротивление резинового жгута.

Большое внимание уделяют упражнениям на сохранение баланса, описанным в разделе, посвященном фазе III. Однако теперь, для провокации и большей вовлеченности мышц, стабилизирующих голеностопный сустав, применяют активное выведение из равновесия. Инструктор может использовать эффект выведения из равновесия при выполнении прыжков на мини-трамплине, доске-качалке, валике из вспененной резины и т.д.

В этой фазе вводят плиометрические упражнения начального уровня. Плиометрика – это тип силовой тренировки, который призван улучшать спортивную результативность циклами растяжения и укорочения мышц [16].

Крайне важно, чтобы перед началом плиометрических тренировок пациент обладал полным объемом движений, гибкостью и достаточной мышечной силой. Плиометрика должна быть безболезненной и не должна сопровождаться предчувствием боли. Такие плиометрические упражнения, как прыжки на месте, сначала выполняют двумя ногами. Ударную нагрузку можно значительно уменьшить, если выполнять запрыгивания на тумбу двумя ногами. По мере освоения упражнений, можно выполнять более сложные тренировочные связки, например, боковые прыжки через тумбу или прыжки по функциональной разметке в виде квадрантов (Рис. 38-8).

Программа упражнений в домашних условиях постоянно обновляется по результатам динамических осмотров и функционального тестирования.



Рис. 38-8 Плиометрическая тренировка с опорой на две ноги. Выполняются боковые прыжки через тумбу.

### **Профилактика осложнений**

Пациенту по-прежнему рекомендуют воздерживаться от нагрузок, превышающих его функциональные возможности. С началом бега на дорожке и упражнений на телесную ловкость, специалист по реабилитации должен обращать особое внимание на появление жалоб пациента на предчувствие боли или на отсутствие таковых. Во многих случаях, на фоне радости от возвращения к беговой нагрузке пациент может игнорировать появление опасного дискомфорта. Врач должен внимательно отслеживать проявления избыточной усталости и слабости

мышц, и своевременно вносить соответствующие коррективы в программу. Беговые нагрузки сначала выполняют в пределах коротких дистанций на медленных скоростях, постепенно увеличивая длительность забега, с поддержанием комфортной для пациента скорости.

Кроме того, необходимо исключить перегрузку при выполнении упражнений с прогрессивным сопротивлением. Это позволит избежать формирования перегрузочных синдромов. Беговые нагрузки в целом должны быть сведены к минимуму. Для профилактики тендинита и повторного повреждения ахиллова сухожилия предпочтение следует отдавать кросс-тренингу (плавание, езда на велосипеде).

IV фаза послеоперационной реабилитации: поздних силовых тренировок (с 20 по 28 недели)
Цели
<p>Безболезненный бег на беговой дорожке</p> <p>Усредненное значение максимального крутящего момента при изокинетическом тестировании равное 75%</p> <p>Максимальное увеличение силы и гибкости, перекрывающее повседневные потребности</p> <p>Возвращение к функциональным нагрузкам без ограничений</p> <p>Отсутствие предчувствия боли при выполнении спорт-специфических упражнений в более динамичных режимах</p>
Меры предосторожности
<p>Отсутствие боли и предчувствия нестабильности при динамических нагрузках</p> <p>Избегать активных занятий спортом и бегом до восстановления адекватного уровня мышечной силы и гибкости</p>
План лечения
<p>Бег на беговой дорожке</p> <p>Изокинетическое тестирование и изокинетические тренировки</p> <p>Продолжение программы силовых упражнений для мышц нижних конечностей и упражнений на растяжку</p> <p>Усложнение проприоцептивных тренировок активным выведением из равновесия</p> <p>Плиометрические тренировки начального уровня (прыжки двумя ногами)</p> <p>Продолжение тренировок на увеличение силы сгибателей стопы с прогрессивным сопротивлением (упор на эксцентрические упражнения)</p> <p>Спорт-специфические сессии с субмаксимальной нагрузкой</p> <p>Увеличение нагрузки на велотренажере, имитаторе ходьбы по лестнице, противонаправленной лестнице</p> <p>Продолжение тренировки проксимальной группы мышц нижних конечностей с прогрессивным сопротивлением</p>
Критерии перехода к следующей фазе реабилитации
Безболезненный бег

<p>Усредненное значение пикового крутящего момента при изокинетическом тестировании равно 75%</p> <p>Нормализация гибкости</p> <p>Восстановление силы (5 баллов из 5 для всех мышц области голеностопного сустава)</p> <p>Выполнение спорт-специфических сессий без предчувствия боли и нестабильности</p>
--

### **V фаза послеоперационной реабилитации: возвращения в спорт (с 28 недели до 1 года)**

Заключительная фаза реабилитации может продлиться от 28 недель до года, в зависимости от целевого уровня активности и изначальной тренированности пациента. Во время этой фазы, следует устранить оставшиеся силовые дефициты и ограничения подвижности. С учетом вида спорта, приступают к соответствующим плиометрическим тренировкам, упражнениям на телесную ловкость и спорт-специфическим двигательным сессиям. Продолжают выполнение изокинетических упражнений для восстановления выносливости до уровня, необходимого для занятий конкретным видом спорта. Плиометрические упражнения можно усложнить, выполняя их на одной ноге. Выполняют одноопорные подпрыгивания и прыжки, боковые прыжки на одной ноге, прыжки на одной ноге по квадрантам функциональной разметки. Перед возвращением к спортивным нагрузкам, для оценки готовности пациента переносить динамические нагрузки можно использовать тест с вертикальным прыжком. Было доказано, что тест с вертикальным прыжком является объективным инструментом оценки эффективной мышечной силы нижней конечности, и позволяет выявить имеющиеся функциональные дефициты [17,18]. Необходимо, чтобы по результатам тестирования конечности были симметричны на 85%. Приступить к занятиям спортом можно только после получения допуска от хирурга.

#### **Профилактика осложнений**

Следует внимательно следить за тем, чтобы пациент, приступающий к плиометрике и спорт-специфическим тренировкам обладал адекватной мышечной силой, диапазоном движений, и гибкостью. Перед переходом к более интенсивным и сложным функциональным нагрузкам, а в последующем, к спорту, пациент не должен предъявлять жалоб на предчувствие боли и нестабильности. Выбор функциональных тестов перед допуском к спорту должен отражать его специфику. Все это необходимо для обеспечения безопасного возвращения к полноценным спортивным нагрузкам.

<p>V фаза послеоперационной реабилитации: возвращения в спорт (с 28 недели до года)</p>
<p>Цели</p>
<p>Отсутствие предчувствия боли и нестабильности при занятиях спортом</p> <p>Увеличение силы и гибкости до уровня адекватного запросам конкретного вида спорта</p>

<p>Симметричность между конечностями не менее 85% при выполнении теста с вертикальным прыжком</p> <p>Симметричность между конечностями не менее 85% по усредненным значениям пикового крутящего момента при изокинетическом тестировании подошвенного/тыльного сгибания, инверсии/эверсии</p>
<p><b>Меры предосторожности</b></p>
<p>Избегать боли во время выполнения упражнений, функциональных тренировок и занятия спортом</p> <p>Занятия спортом в полном объеме запрещены до полного восстановления силовых показателей и гибкости</p>
<p><b>План лечения</b></p>
<p>Программа продвинутых функциональных тренировок и спорт-специфических тренировочных сессий на телесную ловкость</p> <p>Плиометрия</p> <p>Спорт-специфические упражнения</p> <p>Изокинетическое тестирование</p> <p>Функциональное тестирование, например тест с вертикальным прыжком</p>
<p><b>Критерии завершения реабилитационной программы</b></p>
<p>Параметры гибкости и силы, адекватные спортивным запросам</p> <p>Отсутствие предчувствия нестабильности и боли при выполнении спорт-специфических движений</p> <p>Симметричность конечностей при выполнении функциональных тестов не менее чем на 85%</p> <p>Различие по усредненному показателю пикового крутящего момента при изокинетическом тестировании подошвенной/тыльной флексии, инверсии/эверсии не более 15%</p> <p>Автономное продолжение занятий в спортзале/дома</p>

### Литература

1. Myerson, M.S. Achilles Tendon Ruptures. InstrCourseLect 1999;48: 219-230.
2. Schepesis, A.A., Jones, H., Haas, A.L. Achilles Tendon Disorders in Athletes. Am J SportsMed 2002;30(2):287-305
3. Aoki, M., Ogiwara, N., Ohta, T., Nabeta, Y. Early Motion and Weightbearing After Cross-Stitch Achilles Tendon Repair. Am J Sports Med 1998;26(6):794-800.
4. Motta, P., Errichiello, C, Pontini, I. Achilles Tendon Rupture. A New Technique for Easy Surgical Repair and Immediate Movement of the Ankle and Foot. Am J Sports Med 1997;25(2): 172-176.
5. Mandelbaum, B., Gruber, J., Zachazewski, J. Rehabilitation of the Postsurgical Orthopedic Patient: Achilles Tendon Repair and Rehabilitation. Mosby, St. Louis, 2001.
6. Maffulli, N. Current Concepts Review: Rupture of the Achilles Tendon. J Bone Joint Surg 1999;81:1019-1036.

7. Nicholas, J.A., Hershman, E.B. *The Lower Extremity and Spine in Sports Medicine*, 2nd ed. Mosby, St. Louis, 1995.
8. Soldatis, J.J., Goodfellow, D.B., Wilber, J.H. End-to-end Operative Repair of Achilles Tendon Ruptures. *Am J Sports Med* 1997;24(1):90-95.
9. Cetti, R., Christensen, S.E., Ejsted, R., Jensen, N.M., Jorgensen, U. Operative Versus Nonoperative Treatment of Achilles Tendon Rupture: A Prospective Randomized Study and Review of the Literature. *Am J Sports Med* 1993;21(6):791-799.
10. Maffuli, N., Tallon, C., Wong, J., Lim, K.P., Bleakney, R. Early Weightbearing and Ankle Mobilization after Open Repair of Acute Midsubstance Tears of the Achilles Tendon. *Am J Sports Med* 2003;31 (5):692-700.
11. Mandelbaum, B.R., Myerson, M.S., Forester, R. Achilles Tendon Ruptures. A New Method of Repair, Early Range of Motion, and Functional Rehabilitation. *Am J Sports Med* 1995;23:392-395.
12. Bates, A., Hanson, N. *The Principles and Properties of Water*. In *Aquatic Exercise Therapy*. WB Saunders, Philadelphia, 1996, pp. 1-320.
13. Threlkeld, J., Horn, T.S., Wojtowicz, G.M., Rooney, J.G., Shapiro, R.S. Kinematics, Ground Reaction Force, and Muscle Balance Produced by Backward Running. *J Orthop Sports Phys Ther*, American Physical Therapy Association, 1989.
14. Norkin, C.C., Levangie, P.K. *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*. FA Davis, Philadelphia, 1992.
15. Kendall, F., McCreary, E. *Muscles Testing and Function*, 4th ed., chap 7. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.
16. Davies, G. Open Kinetic Chain Assessment and Rehabilitation, *Athletic Training*. *Sports Health Care Perspect* 1995;1(4):347-370.
17. Thomas, M., Fiatarone, M., Fielding, R. Leg Power in Young Women: Relationship to Body Composition, Strength, and Function. *MedSci Sports Exerc* 1996;28(10):1321-1326.
18. Petschnig, R., Baron, R., Albrecht, M. The Relationship Between Isokinetic Quadriceps Strength Tests and Hop Tests for Distance and One-Legged Vertical Jump Test Following ACL Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28(1):23-31.
19. Curwin, S. Tendon Injuries: Pathology and Treatment. In Zachazewski, J.E., Magee, D.J., Quillen, W.S. (Eds). *Athletic Injuries and Rehabilitation*. WB Saunders, Philadelphia, 1996.
20. Leadbetter, W.B. Cell Matrix Response in Tendon Injury. *Clin Sports Med* 1992;11(3):533
21. Середа А.П. Травмы и заболевания ахиллова сухожилия Автореф. дис. док. мед наук

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛАТЕРАЛЬНЫХ СВЯЗОК ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

У спортсменов наиболее часто встречаются травмы латеральных связок голеностопного сустава [1]. К ним относят переднюю таранно-малоберцовую (ПТМС), пяточно-малоберцовую (ПМС) и заднюю таранно-малоберцовую связки (ЗТМС). Повреждение этих связок особенно характерно для видов спорта связанных с бегом и прыжками, например, для футбола, баскетбола или спортивных танцев [2]. До 80-85% острых повреждений связочного аппарата голеностопного сустава успешно лечатся консервативно [3,4]. Исследования показали, что пациенты, перенесшие травму связочного аппарата голеностопного сустава, в последующем примерно на 10%-20% более подвержены развитию хронической наружной нестабильности сустава, появлению болей при физической нагрузке или рецидивирующему синовиту [2,5,6].

Хронической называют нестабильность, которая сохраняется с присущими ей клиническими проявлениями, дольше 6 месяцев [2,7]. Эти клинические проявления могут быть обусловлены механической и функциональной нестабильностью. Механическая нестабильность, вызванная связочной недостаточностью, диагностируется, если голеностопный сустав может быть смещен за пределы физиологического объема движений [8]. Истинная механическая нестабильность клинически может быть обнаружена тестами переднего выдвижного ящика и супинационным тестом. Ее аппаратная диагностика возможна с помощью рентгенографии и стресс-рентгенографии, магнитно-резонансной томографии (МРТ), компьютерной томографии (КТ) и сцинтиграфии [11]. Но сама по себе механическая нестабильность еще не показание к операции. Существует понятие “функциональная нестабильность”, термин, который впервые предложил Freeman с соавт. [10]. Функциональная нестабильность подразумевает субъективное ощущение подвывиха в суставе, или наличие серии доказанных клинически значимых “растяжений” связок. При этом установлено, что наличие механической нестабильности автоматически не означает наличие функциональной [6,11,12,13]. Исследования показали наличие у пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава значительных расстройств суставного чувства и кинестетических расстройств в целом. Это в свою очередь ведет к повторным инверсионным травмам латеральных связок [3,4]. Другие кинестетические нарушения также могут влиять на степень клинических проявлений нестабильности. Так, к дополнительным причинам функциональной нестабильности относят расстройства колебаний центра давления, постуральную нестабильность, ограничение объема движений в суставе, а также слабость мышц, ответственных за эверсию и инверсию стопы [6,13,14]. Консервативное лечение для этой группы пациентов должно быть сосредоточено на методиках исследования и коррекции постурального контроля, укреплении мышц, увеличении гибкости и восстановлении объема движений в суставах.

Независимо от наличия сопутствующей механической недостаточности, хирургическое лечение может потребоваться у 10%-20% пациентов с симптомами функциональной нестабильности [15]. Это те пациенты, у которых консервативное лечение под контролем специалиста не увенчалось успехом, и сохраняются субъективные жалобы и повторные эпизоды нестабильности.

Для лечения латеральной нестабильности голеностопного сустава предложено более 50 видов хирургических вмешательств. Все эти операции можно разделить на анатомические и неанатомические реконструкции. В своей практике мы чаще применяем анатомическую реконструкцию наружных связок по Brostrom



инверсию в голеностопном суставе. Ограничение инверсии считается приемлемым “побочным эффектом”, так как операция выполняется по поводу наружной нестабильности, т.е. избытка инверсии. Голень и стопу фиксируют обычной короткой или двусторонней гипсовой повязкой и запрещают нагружать ногу. Исследования свидетельствуют об успешности такой операции как минимум у 85% пациентов [7,15,22].

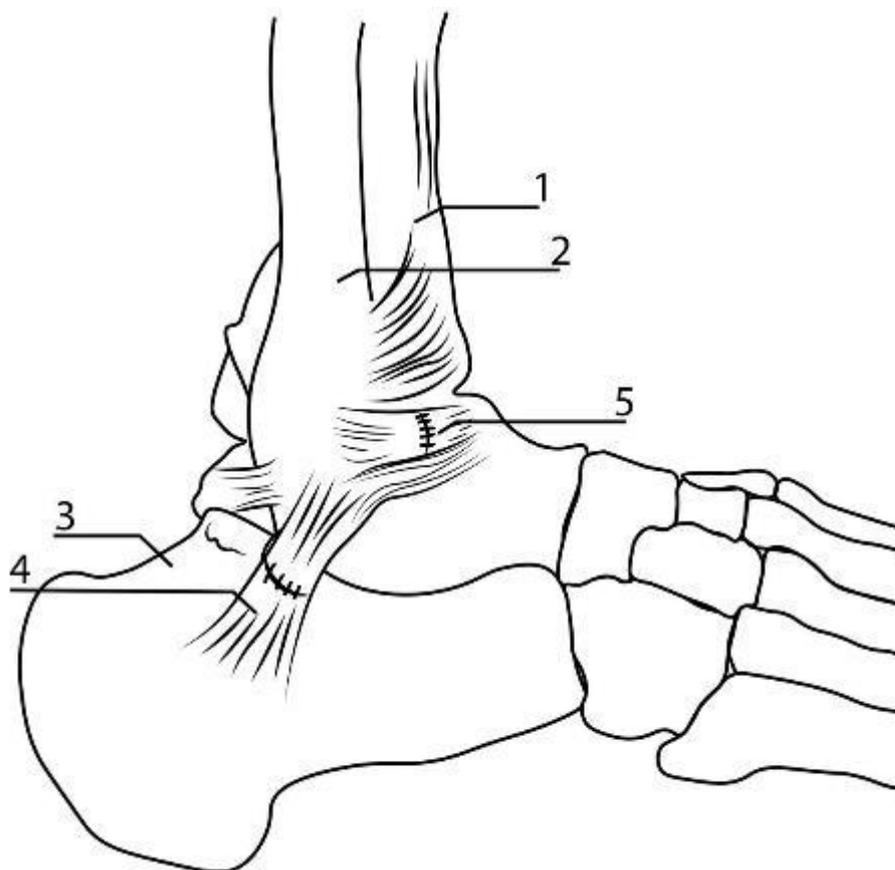


Рис.39-1 Оригинальная методика Brostrom, разработанная для восстановления наружного связочного аппарата.

- 1- Большеберцовая кость
- 2- Малоберцовая кость
- 3- Пяточная кость
- 4- Пяточно-малоберцовая связка
- 5- Удерживатель сухожилий разгибателей

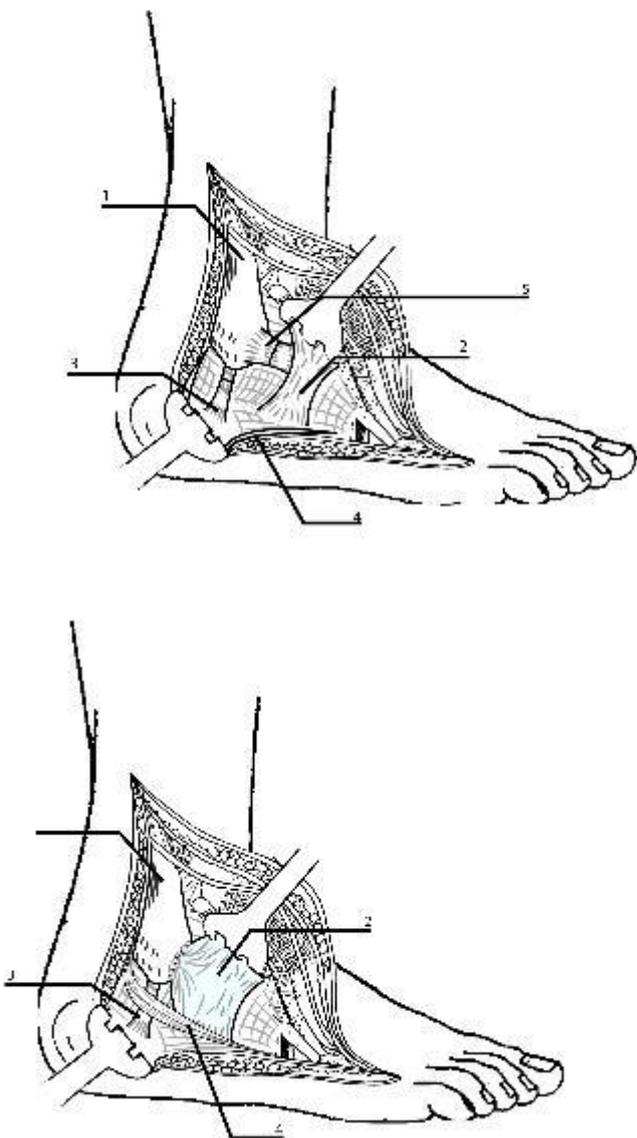


Рис. 39-2 Модифицированная методика Brostrom-Gould: операция Brostrom, модифицированная Nathaniel Gould, который предложил фиксировать удерживатель сухожилий мышц-разгибателей к латеральной лодыжке для усиления шва связок.

- 1 – Латеральная лодыжка
- 2 - Удерживатель сухожилий разгибателей
- 3 – Пяточно-малоберцовая связка
- 4 – Сухожилие малоберцовой мышцы
- 5 – Передняя таранно-малоберцовая связка

### Обзор реабилитации

Программа реабилитации после модифицированной операции Brostrom, начинается сразу после вмешательства. Она сопровождается обучением навыкам ходьбы, разъяснительной работой, а также составлением индивидуальной программы

домашних упражнений. Непосредственно после операции пациент передвигается при помощи костылей, без опоры на оперированную конечность. Голеностопный сустав фиксирован в нейтральном положении гипсовой лонгетой. В ранних фазах реабилитации, сразу после разрешения выполнять активные движения в суставе, следует особое внимание уделить ограничению инверсии. Избыточное растягивающее усилие на область шва связок может привести к несостоятельности шва. Стандартная программа лечебной физкультуры начинается через 6 недель после операции. К этому времени пациент ходит в ортезе жесткой фиксации с опорой на трость или костыли и нагружает ногу, ориентируясь на болевые ощущения. На начальном этапе, реабилитация будет заключаться в закреплении пройденной домашней программы, повторной разъяснительной работе, разработке объема движений во всех плоскостях. Во время осмотра, перед проведением амбулаторных занятий, необходимо оценить механические составляющие присущие анатомии конкретного пациента. Так, нужно обратить внимание на присутствие варусной установки пятки и общей гипермобильности суставов, так как это влияет на нагрузку, которой подвергнется область реконструкции и может стать определяющим фактором в выборе реабилитационной стратегии. Основанием для перехода на следующий этап реабилитации должно быть улучшение функции конечности. Важно отметить, что описанная ниже программа реабилитации в основном базируется на научных исследованиях, относящихся к лечению функциональной нестабильности. Однако состояние после восстановления латеральных связок и функциональная нестабильность близки по своей сути. У этой группы пациентов очень важное значение имеют проприоцептивные тренировки и укрепление мышц обеспечивающих эверсию и инверсию стопы. Полное восстановление и возвращение в спорт возможны примерно через 3-6 месяца после операции. Однако, первостепенное значение при определении сроков восстановления будут иметь данные функционального тестирования и субъективная оценка пациента, а не временной фактор.

В разъяснительной работе с пациентами принципиально важно представлять целевые двигательные задачи и возможности их освоения конкретным индивидом. При возвращении в спорт, атлетам рекомендуют на протяжении 4-6 месяцев после операции пользоваться ортезом на шнуровке или тейпировать голеностопный сустав.

#### **Рекомендации в ближайшем послеоперационном периоде и домашняя программа лечебной физкультуры (недели с 0 по 6).**

Сразу после операции пациент должен быть обучен мероприятиям по уменьшению послеоперационного отека, включая возвышенное положение конечности, сидя и лежа. До момента выписки из больницы, пациента инструктируют о необходимости ограничения осевой нагрузки на ногу и отрабатывают с ним навык правильной ходьбы с помощью костылей.

В спортивной среде принципиально важно включить в программу самостоятельных упражнений, тренировки укрепляющие проксимальные мышцы конечностей, увеличивающие стабильность корпуса, а также кардио- и силовые тренировки изолированно для верхнего плечевого пояса. Целью этих занятий является предотвращение общей де-тренированности и подготовка проксимальных мышц конечностей к опорной нагрузке. Результатом де-тренированности может стать появление замещающих движений, осуществляемых не предназначенными для этого мышцами. Например, пациент может пытаться осуществить отведение бедра за счет наружных ротаторов, особенно если у него имеется слабость задней порции средней ягодичной мышцы. Осевая нагрузка на оперированную ногу

запрещена до 2 недель после операции. На третьей неделе разрешают постепенное увеличение осевой нагрузки в специальном ортезе-сапожке жесткой фиксации. Пациент ходит с дополнительной опорой на костыли или трость и нагружает оперированную ногу, ориентируясь на субъективные ощущения. Через 4 недели после операции врач может рекомендовать выполнение в домашних условиях самостоятельных активных упражнений на увеличение объема движений. Объем движений при этом должен быть ограничен тыльным сгибанием и эверсией стопы из нейтрального положения. Подошвенное сгибание и инверсию стопы ограничивают до 6 недель после операции. Через 4 недели после операции на фоне подробных разъяснений могут быть назначены субмаксимальные изометрические упражнения для всех групп мышц, окружающих голеностопный сустав. Через шесть недель после операции, травмированная конечность помещается в опорный тугор-сапог с различной степенью фиксации, что способствует дальнейшей нормализации походки с опорой на ногу.

### **I фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 8 недели)**

Многочисленными исследованиями доказано, что на 3 неделе после операции, фаза созревания рубца сменяет фазу пролиферации [26,27,28]. В свою очередь, фаза созревания завершается к 42 дню. При этом известно, что пяточно-малоберцовая связка напрягается при инверсии с тыльным сгибанием, а передняя таранно-малоберцовая натягивается при подошвенном сгибании. Именно поэтому до 6 недель запрещено подошвенное сгибание более 0 градусов и инверсия стопы из нейтрального положения. Через 6 недель возможна разработка объема движений во всех плоскостях без ограничений. Доказано, что контролируемые циклические нагрузки способствуют процессам пролиферации и увеличению прочности рубцовой ткани в срастающихся связках [29]. Поэтому, сначала пациент должен выполнять активные движения в суставе в каждой из плоскостей по отдельности, и лишь затем переходить к многоплоскостным упражнениям. Работа в сидячем положении на тренажерах для голеностопного сустава, типа биомеханических балансировочных платформ со сферическим упором в основании, также называемых “гимнастический волок” (англ. BAPS – Biomechanical Ankle Platform System), является эффективным средством увеличения объема движения и восстановления проприоцепции. Также для восстановления объема движения и нормализации походки безопасна и эффективна тренировка в бассейне или на подводной беговой дорожке. Изометрические упражнения к этому моменту уже проводятся в составе домашних реабилитационных занятий. Изотонические упражнения начинают после того, как достигнуто 50% объема движения для каждой из плоскостей без боли. Эти упражнения можно проводить с использованием эластических лент, утяжелителей на конечности, или просто против силы тяжести. Все пациенты должны увеличивать объем движения ориентируясь на субъективные ощущения, не допуская персистирувания отека и боли.

Wilkerson [30] доказал, что избыточный отек капсулы сустава ведет к снижению проприоцептивной чувствительности, и, как следствие, кинестетическим нарушениям более высокого уровня. Таким образом, уменьшение отека посредством различных методик поможет не только восстановить объем движений, но и ограничить проприоцептивные дефициты. Контрастные ванны у данной группы пациентов являются примером безопасной и эффективной восстановительной методики. За счет смены вазодилатации и вазоконстрикции достигается эффект “выдаивания” области суставного отека. Рекомендуется начинать процедуру с погружения в холодную воду температурой 10С-15С,

которую сменяет теплая вода температурой 35С-38С. Соотношение длительности погружения в холодную и теплую воду в минутах составляет 1:3 соответственно. Выполняют четыре повторения, заканчивая погружением в холодную воду [11].

В 1960-е годы, Freeman [11,12,28,32] был первым ученым, который обнаружил существование механорецепторов в связках голеностопного сустава. Он был убежден, что дефицит проприоцепции ведет к подвывихам в суставе и негативно влияет на постуральный контроль. С тех пор было проведено множество исследований по сравнению скорости двигательного ответа малоберцовых мышц и проксимальной мускулатуры конечности. Результаты этих исследований оказались неопределенными. \*

Ryan [12] исследовал механическую стабильность большеберцово-таранного сочленения, силу мышц, осуществляющих эверсию и инверсию стопы, а также механизмы динамического контроля голеностопного сустава. Он выявил, что при проведении инверсионного теста у 50% людей можно зафиксировать разницу между конечностями. Это поддерживает идею о низкой корреляции между механической и функциональной нестабильностью [11]. Исследования показали, что (1) связь между ухудшением постурального контроля и функциональной нестабильностью неопределенна, (2) наличие механической нестабильности не имеет прямой корреляции с наличием функциональной, (3) функциональная нестабильность может быть следствием нарушения двигательного контроля на уровне центральных отделов нервной системы, а не периферических проприорецепторов.

Riemann [12] также исследовал связь между хронической нестабильностью голеностопного сустава и постуральной нестабильностью. Он пришел к выводу, что до сих пор непонятно, в какой степени при хронической нестабильности нарушается постуральный контроль, так как заместительная работа ягодичных мышц может нормализовать поддержание равновесия тела. Но при этом улучшение стабилизирующей работы малоберцовых мышц приводит к более оптимальному позно-тоническому контролю. Это исследование вывело на первый план важность упражнений на развитие динамической стабильности малоберцовых мышц, тренировку общей мышечной силы, а также проприоцептивные тренировки всей кинематической цепи в целом. Все это необходимо для возвращения пациента на высший спортивный и функциональный уровень. Приведенные выше принципы актуальны как для случаев хронической нестабильности голеностопного сустава, так и для послеоперационного периода при восстановлении связок.

\*Ссылки. 2,5,6,11,13,14,33.

Таким образом, I фаза начинается с проприоцептивных упражнений с опорой на две конечности. Сперва их выполняют на относительно устойчивых приспособлениях с одной сагиттальной или фронтальной плоскостью для баланса. В дальнейшем вводят многоплоскостные балансировочные тренажеры со сферической опорой. Тренировочные задачи на многоплоскостных тренажерах следует ставить, исходя из имеющегося уровня боли и объема движений. Хорошую помощь в оценке проприоцептивных дефицитов и фиксации полученных улучшений оказывают компьютерные балансировочные системы. Параллельно с включением в программу всего многообразия нестабильных платформ, для усиления вестибулярной и проприоцептивной активации, необходимо применять различные варианты визуальной обратной связи.

I фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 8 недели)
Цели
<p>Обучение пациента, оценка заживления раны, профилактика инфицирования</p> <p>Контроль отека</p> <p>Восстановление объема движений с постепенным увеличением инверсии и подошвенной флексии. Достижение 75% от функционального объема движения.</p> <p>Предотвращение де-тренированности</p> <p>Уменьшение болевого синдрома</p> <p>Сведение к минимуму формирования внутрисуставных рубцовых сращений/ миофасциальных адгезий</p> <p>Походка без вспомогательных устройств по ровной поверхности</p>
Меры предосторожности
<p>Избегать длительного стояния и ходьбы</p> <p>Исключить форсированные нагрузки при разработке подошвенного сгибания и инверсии. Избегать активной ассистенции и пассивной мобилизации для данных движений</p>
План лечения
<p>Контроль отека: криотерапия, контрастные ванны, приподнятое положение конечности, электролечение интерференционными токами, лимфодренажный массаж</p> <p>Объем движений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ активный объем движений в эверсию, инверсию, подошвенное сгибание</li> <li>▪ движения в сагиттальной плоскости, круговые движения, рисование букв алфавита от А до Я</li> <li>▪ сидя: тренировки на биомеханических балансировочных платформах со сферическим упором в основании (BAPS) – гимнастических волчках, на досках-качалках, валиках из вспененной резины</li> </ul> <p>Увеличение гибкости: икроножной и камбаловидной мышц</p> <p>стретчинг при помощи полотенца или ремня, мануальная растяжка специалистом</p> <p>Комплексные тренировки: бассейн, эргометр для верхнего плечевого пояса, стабилизация мышц корпуса</p> <p>Восстановление походки</p> <p>для визуального контроля используйте зеркало. Если необходимо, пользуйтесь дополнительными средствами опоры.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ходьба в бассейне или по подводной беговой дорожке</li> </ul> <p>Укрепление мышц</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ собственные мышцы стоп: упражнения на захват полотенца пальцами, захват и перекладывание стопами мелких камней</li> <li>▪ изометрические упражнения: на тренировку мышц, осуществляющих эверсию, инверсию, тыльное и подошвенное сгибание</li> <li>▪ упражнения с прогрессивным сопротивлением: с эластичной лентой, утяжелителями, против мануального сопротивления</li> <li>▪ укрепление проксимальных мышц конечностей: тренировка мышц бедра в открытых кинематических цепях, жим ногами с малыми весами, приседания с физиотерапевтическим мячом за спиной</li> </ul>

<p>Мобилизация мягких тканей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ работа с рубцом</li> <li>▪ мобилизация подошвенной фасции и межкостных мышц</li> </ul> <p>Проприоцепция: занятия с опорой на две ноги</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ доска-качалка, гимнастический волчок, компьютерные балансировочные системы</li> </ul>
<p><b>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</b></p>
<p>Восстановление безболезненной походки, без вспомогательных устройств</p> <p>Безболезненное выполнение активной эверсии стопы с силой в 4/5 от максимума при полном объеме движения</p> <p>Объем движения: подошвенное сгибание 15 градусов</p>

### **Профилактика осложнений**

В этой фазе реабилитации могут появиться сложности, связанные с восстановлением объема движений после длительной иммобилизации. Для этого, помимо работы непосредственно с суставом, необходимо устранить фасциальные адгезии. Например, если существует ограничение активного тыльного сгибания, это может быть следствием рестрикции на уровне переднего фасциального ложа голени или удерживателей сухожилий разгибателей [34]. В такой ситуации помогает выполнение миофасциального релиза. Четкое понимание типа выполненного хирургического вмешательства и взаимодействие с хирургом помогут задать верные параметры для начала мобилизации сустава. Для уменьшения боли очень эффективна дистракция в большеберцово-таранном сочленении [35]. Необходимо уделить особое внимание упражнениям на увеличение длины и эластичности икроножной мышцы, естественно, с учетом послеоперационных ограничений. Укорочение икроножной мышцы может служить фактором, предрасполагающим к повторным инверсионным травмам голеностопного сустава и, на послеоперационном этапе, должно быть вовремя диагностировано.

После пластики связок сухожилием малоберцовой мышцы (неанатомическая реконструкция) особую осторожность следует соблюдать при выполнении изометрических упражнений и упражнений с прогрессивным сопротивлением, так как присутствует изменение положения анатомических структур. Реабилитацию следует выполнять с ориентиром на субъективный комфорт. После операции по Brostrom имеется вероятность появления ограничения инверсии стопы. Тугоподвижность голеностопного сустава не единственное осложнение после восстановления связок. Многочисленные исследования говорят о том, что в частности, для тенодезов более характерны повреждения нервов и сложности заживления раны. Так, повреждение нервов различной тяжести при этих операциях может достигать 52% с более частым вовлечением икроножного нерва [20,22,33].

### **II фаза послеоперационной реабилитации (с 8 по 12 недели)**

Объем движений в голеностопном суставе должен быть полностью восстановлен в сроки 8-10 недель после операции. Нередко после операций по восстановлению связок пациенты предъявляют жалобы на чувство скованности при инверсии и подошвенном сгибании. Объективные измерения углов движения в суставе могут фиксировать некоторый дефицит движения в указанных

плоскостях. Но целью реабилитационных усилий является функционально достаточный объем движений без боли. Для спуска по лестнице достаточно 25 градусов тыльного, а для подъема 20 градусов подошвенного сгибания [36]. Проблемы с разработкой тыльного сгибания возникают, только если пациент не соблюдал домашние рекомендации и не выполнял упражнения на растяжку икроножной и камбаловидной мышц.

У субъектов с функциональной нестабильностью и пациентов после хирургического восстановления наружных связок голеностопного сустава, упражнения для увеличения силы традиционно концентрировались на мышцах, ответственных за эверсию стопы. Вопрос, однако, состоит в том, какие мышцы в большей степени страдают при функциональной нестабильности: ответственные за эверсию или инверсию? Было показано, что в норме при изокинетическом тестировании величины крутящего усилия и общей работы, выполняемой этими двумя группами мышц, сопоставимы или имеется небольшое преимущество мышц ответственных за эверсию [37]. Ryan с соавт. [11] обнаружил, что у пациентов с односторонней функциональной нестабильностью нет статистически значимой слабости эверсионных мышц, но, к удивлению, есть значимая разница в силе мышц, ответственных за инверсию. Он объяснил этот факт феноменом рефлекторной ингибиции мышц, при котором они снижают свою активность, чтобы не усугублять имеющееся повреждение связок. В рамках этого исследования в качестве причины слабости мышц, ответственных за инверсию рассматривалось нарушение нервной проводимости по глубокому малоберцовому и большеберцовому нервам. Аналогичные выводы о значительном преобладании слабости мышц ответственных за инверсию стопы при функциональной нестабильности голеностопного сустава были получены и Wilkerson с соавт. [38]. Можно предположить, что относительная слабость мышц, выполняющих инверсию, может быть связана с тем, что на протяжении 6 месяцев реабилитации акцент делается на тренировку мышц выполняющих эверсию в ущерб тренировкам активной инверсии. Таким образом, при реабилитации после операции по восстановлению наружных связок, принципиально важно уделить внимание упражнениям не только на активную эверсию, но и на инверсию. Это же правило относится к сбалансированной тренировке сгибателей и разгибателей стопы. Увеличение силы вышеперечисленных мышц достигается за счет концентрических и эксцентрических нагрузок с использованием изокинетических и изотонических упражнений. Занятия в открытой кинематической цепи позволяют укрепить нужные группы мышц изолированно. Изотонические упражнения выполняют против мануального сопротивления, а также с помощью эластических лент и утяжелителей на конечности. Упражнения с мануальным сопротивлением следует начинать с усилием 60% от максимального, выводя стопу из нейтрального положения в одну из плоскостей. Позже, сопротивление может быть увеличено, а объем движений доведен до полного в данной плоскости с проходом через нейтральное положение. Например, начните выполнять упражнение из положения крайней инверсии. Сохраняйте мануальное сопротивление движению до достижения максимальной эверсии. Выполните обратное движение, снова пройдя через нейтральное положение стопы в голеностопном суставе. Изокинетические тренировки начинают со скоростей 60 и 90 градусов в секунду для наработки силовой составляющей. Использование тренажера на более высоких скоростях (180 градусов в секунду для сгибания/разгибания стопы и 120 градусов в секунду для инверсии/эверсии) позволит повысить выносливость мышц.

При тренировках внимание не должно смещаться в сторону увеличения мышечной силы. Следует тщательно оценить и восстановить мышечный баланс для всех суставов нижней конечности. Для этого подходят функциональные

занятия в замкнутых кинематических цепях, приводящие к коактивации агонистов и антагонистов и позволяющие проработать все группы мышц, окружающие сустав. Коактивация мышц дает суставам дополнительную защиту. Жим ногами выполняется как раз в замкнутой кинематической цепи. При этом передачу вертикальной нагрузки через голеностопный сустав следует выстроить так, чтобы не было боли и ощущения нестабильности. Жим прогрессивно усложняют, увеличивая веса. Постепенно возможен переход к упражнениям против силы тяжести, т.е. к приседаниям с опорой на стену через физиотерапевтический мяч или стоя спиной у стены. Далее возможны стандартные приседания. Другими упражнениями, выполняемыми двумя ногами в замкнутой кинематической цепи, являются подъемы на носки. Их начинают в начале II фазы реабилитации, как только позволит болевой синдром и сила мышц.

Проприоцептивные упражнения в течение II фазы выполняются сначала с опорой на две ноги, затем с опорой только на травмированную конечность. Упражнения прогрессивно усложняют по мере перехода от более стабильных тренажеров (доски-качалки), к менее стабильным (гимнастические волчки). Чтобы увеличить сложность выполняемых упражнений убирают элемент визуального подкрепления через зеркало, добавляют активное выведение из равновесия, работу с эластической лентой, броски/перекидывание мяча (рис. 39-3-39-4). В это время, объединяют проприоцептивные тренировки и упражнения в замкнутой кинематической цепи для формирования серии комбинированных тренировок на развитие динамической устойчивости. Это согласуется с функциональным принципом построения реабилитационной программы. Упражнения на сопротивление с эластичной лентой, впервые разработанные Tomaszewski [39], являются эффективным средством динамической тренировки мышц всей нижней конечности в нескольких плоскостях и на различных опорных поверхностях (рис. 39-5). При выполнении этих упражнений настоятельно рекомендуется балансировать на оперированной ноге, как в положении ее полного разгибания, так и в полусогнутом положении. Небольшое сгибание ноги в коленном суставе при выполнении упражнения, будет способствовать динамической стабилизации всей нижней конечности. Выполнение того же упражнения при разогнутом коленном суставе подвергнет нагрузку стабилизаторы голеностопного сустава, способствуя укреплению дистальных отделов конечности [40] (рис. 39-6). Упражнения могут быть усложнены, помещением пациента на нестабильные платформы (рис. 39-7). Движения должны быть функционально обоснованными. Примером могут быть упражнения имитирующие пинок по футбольному мячу в соответствующих видах спорта (рис. 39-8). Любой способ увеличить нестабильность опоры, на которой пациент выполняет упражнения, полезен для проприоцепции. Причем испытанию должна подвергаться вся кинематическая цепь. Примером может быть выполнение приседания, на основании перевернутой полусферы BOSU (рис. 39-9). Это упражнение увеличивает мышечную силу, стабильность нижних конечностей и корпуса.

К концу второй фазы реабилитации пациент должен иметь возможность выполнить подъем на носок, стоя на одной ноге. Дополнительно нагрузить мышцы, ответственные за эверсию, можно поместив оперированную стопу в петлю из эластической ленты, другой конец которой закреплен неподвижно за ступень шведской стенки. При этом лента во время подъема на носок будет стремиться придать стопе положение инверсии. Аналогичным образом, поменяв направление тяги можно тренировать мышцы, ответственные за инверсию (рис. 39-10). Другим эффективным упражнением для стабилизаторов голеностопного сустава в замкнутой цепи является выполнение приставных шагов с эластичной петлей на уровне лодыжек. Выполняют 6 повторений, шагая в сторону на 5-6 метров (рис. 39-

11). Выполнение упражнения в полу-приседе способствует стабилизации корпуса и тазобедренных суставов.

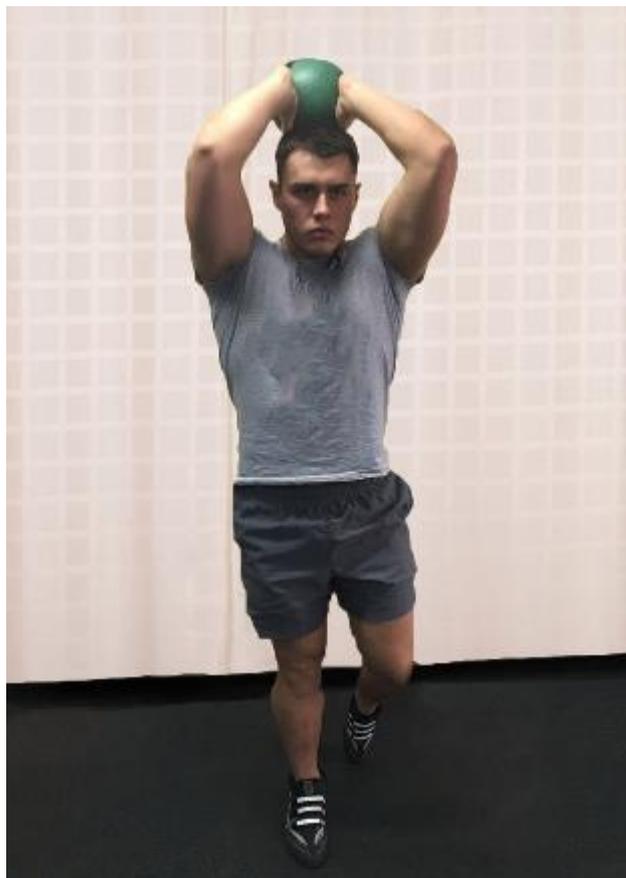


Рис. 39-3 Броски мяча стоя на одной ноге



Рис. 39-4 Броски мяча, балансируя на одной ноге на круглой балансировочной подушке.



Рис. 39-5 Упражнения против сопротивления эластической ленты, перекинутой через здоровую ногу.



Рис. 39-6 Балансирование на оперированной ноге. Упражнения выполняют не оперированной конечностью с эластичной лентой. Данное упражнение позволяет сделать акцент на тренировке динамических стабилизаторов голеностопного сустава.



Рис. 39-7 Упражнения с лентой на здоровой конечности. Поддержание баланса усложняют вставанием на нестабильную платформу.



Рис. 39-8 Упражнения против сопротивление эластической лентой с имитирующие пинок по мячу.



Рис. 39-9 Приседания на полусфере требуют хорошо развитой стабильности корпуса и нижних конечностей. Упражнение улучшает проприоцепцию.

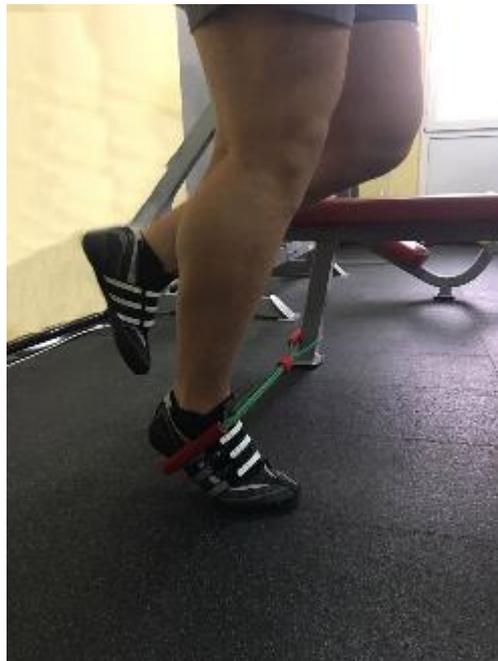


Рис. 39-10 Подъемы на носок на одной ноге с инверсионным усилием, осуществляемым эластической лентой. Аналогичное упражнение необходимо провести и с эверсионным усилием.

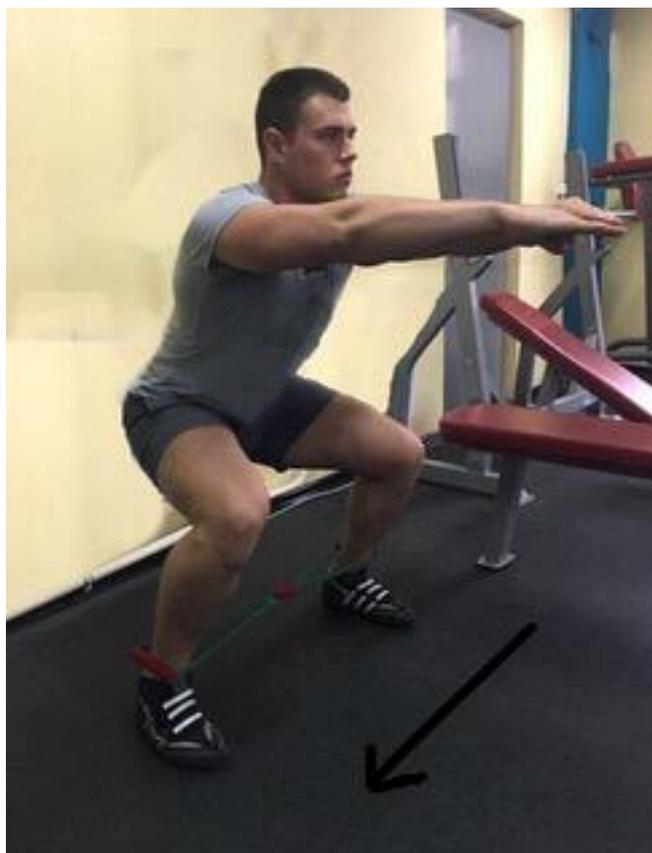


Рис. 39-11 Ходьба приставным шагом с эластической лентой на уровне голеностопных суставов вовлекает в работу мышцы корпуса и бедер.

Плиометрические упражнения можно включать в реабилитационную программу после того как восстановлен полный объем движений в голеностопном суставе и пациент способен выполнить на оперированной ноге 10 хорошо контролируемых подъемов на носок с последующей эксцентрической нагрузкой при опускании на пятку. Упражнение должно быть выполнено без боли и ощущения нестабильности (вставание на носки выполняется обеими ногами, опускание на пятки контролируется только оперированной). Плиометрические упражнения должны вводиться не ранее 11 недели после операции, чтобы дать связкам достаточное количество времени на заживление. Плиометрические упражнения в идеале следует начинать на горизонтальном тренажере для жима ногами, в котором подвижным элементом является скамья для тела, а не платформа для ног. Начинают с прыжков двумя ногами с весами равными 30% от массы тела. При этом усилие легко регулируется, а вертикальная нагрузка весом тела частично нивелируется. Выполняют запрыгивание двумя ногами на платформы высотой 10 см. и 15 см. Запрыгивание на платформу уменьшает величину вертикального смещения в сравнении с обычным подпрыгиванием, и таким образом, снижает ударную нагрузку на голеностопный сустав. При выполнении упражнения следует сфокусироваться на правильном приземлении. Оно должно быть мягким с максимальным поглощением ударной нагрузки. При выполнении данных упражнений следует ориентироваться на уровень дискомфорта в области операции и выраженность отека. Любой намек на боль или ощущение нестабильности в суставе при выполнении указанных упражнений говорит о неготовности пациента к данному уровню нагрузок. Схема прогрессивного увеличения плиометрических нагрузок отражена в таблице 39-1.

Способность выполнить серию из 15 подъемов на носок на 1 ноге является верным критерием для начала упражнений на беговой дорожке. Принято начинать

с 3 интервалов по 30 секунд, на комфортной для пациента скорости без наклона полотна. Если при данных параметрах пациент не предъявляет жалоб и бежит без хромоты, продолжительность интервалов можно увеличивать, добавляя по 30 секунд.

Программа упражнений в домашних условиях, должна включать упражнения на поддержание гибкости икроножной и камбаловидной мышц, одноопорных проприоцептивных упражнений, упражнений на динамическую стабилизацию в замкнутой кинематической цепи с эластической лентой, изотонических упражнений с лентами, подъемов на носки. Следует продолжать кардиотренировки и упражнения для укрепления проксимальных мышечных групп конечностей. Все тренировки можно формально разделить на 2 группы: домашние и выполняемые в спортзале. После введения в программу тренировок плиометрических упражнений, важно провести разъяснительную работу с пациентом для предотвращения невольной перегрузки. Плиометрические упражнения следует выполнять 2-3 раза в неделю. В эти дни специалист по реабилитации и пациент должны особенно тщательно контролировать объем силовых тренировок. Критерием завершения II фазы реабилитации является способность пациента вернуться к своему повседневному уровню активности. При этом, не должно быть предчувствия нестабильности и боли. Явления остаточного отека допускаются только после экстремальных физических нагрузок. По окончании этой фазы пациент еще не способен выполнять сложные прыжковые упражнения, бегать на максимальной скорости и заниматься спортом. При больших физических нагрузках целесообразно ортезирование голеностопного сустава. В ранней фазе преимущество отдают U-образным ортезам полу-жесткой фиксации, которые лучше стабилизируют сустав. При начале активных функциональных тренировок переходят от более громоздких, менее комфортных U-образных ортезов к фиксаторам на шнуровке, которые в целом комфортнее и свободнее помещаются в обуви.

### **Профилактика осложнений**

Существуют 2 основных типа осложнений, с которыми придется столкнуться в этой фазе: резидуальный отек и боль в наружных отделах сустава. Принципиально важно вести с пациентом разъяснительную работу на всем протяжении реабилитационного процесса. Он должен быть осведомлен о возможности модифицировать нагрузку в сторону ее снижения, при необходимости. Также, пациент должен внимательно отнестись к появлению любой боли и отечности после занятий. Особенно важно не допустить перегрузки с началом плиометрических упражнений. Если при выполнении плиометрических нагрузок возникает дискомфорт, это означает, что пациент к ним не готов. Работа через боль может привести к воспалению и механическому повреждению области реконструкции, что приведет к регрессу реабилитации. Плиометрические нагрузки лучше начинать с выполнения одного подхода по 10 повторений для выбранного типа упражнений. Далее необходимо постепенно осуществлять переход к выполнению максимум 3 разных типов плиометрических упражнений с двумя подходами по 10 повторений для каждого. Плиометрические упражнения выполняются в начале тренировки после активной разминки. Не следует перегружать пациента, сочетая в один день большое количество плиометрических упражнений и силовых занятий. Это также может привести к воспалению в области операции и механическим повреждениям восстановленных связок. Каждый тренировочный день необходимо соблюдать безопасный баланс данных нагрузок.

II фаза послеоперационной реабилитации (с 8 по 12 недели)
Цели
<p>Восстановление полного объема движений  Обучение пациента самостоятельному надеванию ортеза  Отсутствие отека после физической нагрузки  Устранение анталгической походки при подъеме и спуске по лестнице и передвижении по неоднородным поверхностям.  Поддержание общего тонуса  Возможность выполнить на одно ноге 10 подъемов на носок (с силой 5/5)  Введение плиометрических упражнений  Переход от пробежек трусцой к полноценному бегу</p>
Меры предосторожности
<p>Разъяснительная работа с пациентом о необходимости постоянной динамической коррекции программы реабилитации с целью недопущения перегрузки</p>
План лечения
<p>Защита сустава: ношение ортеза полу-жесткой фиксации  Контроль отека: криотерапия  Объем движений: полный объем движений (не позднее 12 недель после операции); сосредоточиться на многоплоскостных движениях</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ использование гимнастических волчков</li> <li>▪ мобилизация: различные методики мобилизации суставов, методика мобилизации с помощью движения по Маллиган (Mulligan)</li> </ul> <p>Гибкость:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ растяжка икроножной и камбаловидной мышц из положения стоя</li> <li>▪ мобилизация и миофасциальный релиз задней группы мышц голени и ее собственной фасции (т.е. икроножной, камбаловидной, задней большеберцовой мышц)</li> </ul> <p>Проприоцепция:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ стояние на одной ноге с открытыми глазами и закрытыми глазами</li> <li>▪ тренировка динамического нейромышечного баланса на автоматизированных платформах</li> <li>▪ поддержание баланса на 1 ноге на проприоцептивных досках, досках-качалках, гимнастических волчках, блоках вспененной резины.</li> <li>▪ добавить элемент активного выведения из равновесия или другие режимы тренировки динамической устойчивости с увеличением сложности двигательного ответа (т.е. перекидывание или броски мяча. Дотянуться мячом до одной и другой стопы с сохранением баланса)</li> </ul> <p>Укрепление мышц: акцент на тренировку мышц, ответственных за эверсию и инверсию стопы, а также на всех мышцах, стабилизирующих голеностопный сустав</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ритмическая стабилизация голеностопного сустава</li> <li>▪ концентрические и эксцентрические упражнения</li> <li>▪ работа в открытой кинематической цепи (т.е. упражнения с эластическими лентами и против мануального сопротивления, изокинетические тренировки)</li> <li>▪ работа в замкнутой кинематической цепи (т.е. приставные шаги с эластической петлей на уровне лодыжек, занятия с эластической лентой на контралатеральной конечности (разгибания в коленном и</li> </ul>

<p>тазобедренном суставах), жим ногами, шаг на степ и с него, занятия со спортивным резиновым жгутом (движение назад, в стороны, скрестный бег)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ выносливость: имитатор ходьбы по лестнице, эллиптический тренажер</li> </ul> <p>Плиометрические упражнения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ прыжки на двух ногах, прыжки на одной ноге</li> </ul> <p>Беговая дорожка</p> <p>Сердечно-сосудистые тренировки: эллиптический тренажер, имитатор подъема по лестнице, тренажер “противонаправленная лестница”</p>
<p>Критерии перехода к следующей фазе реабилитации</p>
<p>Полный объем движений</p> <p>Отсутствие отека после физической нагрузки</p> <p>Отсутствие боли после нагрузки</p> <p>Отсутствие анталгической походки и предчувствия нестабильности во время занятий на беговой дорожке</p>

### III фаза послеоперационного периода (с 12 по 16 недели)

Сутью III фазы является продвинутая подготовка желающих заниматься рекреационным спортом и профессиональных атлетов. Задачи данной фазы реализуются посредством усложненных прогрессивных плиометрических тренировок, упражнений на развитие динамической стабильности, увеличение силы, тренировок телесной ловкости и маневренности, а также с помощью специально-подготовительных спортивных упражнений.

Эффективность тренировок, сочетающих упражнения на баланс, проприоцепцию и силовые упражнения доказана многочисленными исследованиями [11,13,37,41]. Обратная ситуация с научной информацией по технологии возвращения в спорт. На сегодняшний момент недостаточно сведений о специфике применения тех или иных методик, их сочетаниях и объеме в привязке к эффективному достижению конечной цели. Важно, что конечные цели высоко специфичны, и упражнения должны соответствовать индивидуальным функциональным требованиям.

Анализ функции конечности в этой фазе должен включать оценку спортивных результатов и симметричности. В 1982 году Daniel с соавт. [42] изучая коленный сустав, описал метод оценки функциональной симметрии, основанный на прыжке в длину на одной ноге. В привязке к лечению патологии коленного сустава, нормой было принято считать симметрию между конечностями равную или превышающую 85% [43]. В 1990 году Barber с соавт. [43] описал для коленного сустава четыре прыжковых функциональных теста: прыжок на одной ноге в длину, тройной прыжок на одной ноге в длину, прыжки на одной ноге в шахматном порядке на максимальное расстояние и прыжок на одной ноге на время. При этом ученым еще только предстоит определить валидность и надежность этих тестов для оценки функциональных дефицитов голеностопного сустава. На сегодняшний день ни в одном исследовании не описана методика эффективного функционального тестирования после восстановления латеральных связок голеностопного сустава. Worrell с соавт. [44] в 1994 году, сообщил, что посредством прыжкового теста им не удалось обнаружить различий между травмированной и здоровой конечностями

у пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава. Munn с соавт. [45] также не удалось зафиксировать различий между конечностями у пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава при выполнении тройного прыжка в шахматном порядке и выполнении теста с челночным бегом. Надежнее всего о функциональных возможностях сустава можно судить по субъективным жалобам пациента на нестабильность [28,44,45]. Поэтому при разработке программы прироста функциональных достижений, необходимо учесть специфические потребности пациента, а затем иметь возможность постоянно получать обратную связь о субъективных жалобах на боль и предчувствие нестабильности.

Однако, прыжковые тесты до сих пор используются в качестве контрольных показателей функционального состояния голеностопного сустава. В идеале, при оценке функции посредством прыжковых тестов нужно чтобы разница между конечностями не превышала 15%.

Изокинетическое тестирование является объективным средством измерения прироста силы и выносливости. Целевым значением при этом должно быть соотношение силы эверсионных мышц к инверсионным равное 1-1.3, как это уже было описано выше по тексту. При изокинетическом тестировании разница между конечностями также не должна превышать 15%. При этом во время изокинетических тренировок необходимо фиксировать полученные значения для эверсии, инверсии, тыльной и подошвенной флексии. Для объективизации результатов такое же тестирование необходимо проводить и на заключительном этапе реабилитации.

Полезным ориентиром в разработке программы функциональных тренировок является принцип специфической адаптации к предъявляемой нагрузке. Реализация этого принципа модифицирует программу под вид спорта и другие персональные запросы атлета. На этом этапе реабилитации, акцент должен быть сделан на оптимизацию мощности, выносливость и развитие многоплоскостной телесной ловкости и маневренности за счет всей кинематической цепи. Это повысит спортивную результативность и минимизирует риск повторных травм.

Программа должна эволюционировать из упражнений в одной плоскости в многоплоскостные занятия. Увеличение скорости выполнения упражнений и вариации на тему смены траектории движения дают новые спорт-специфические двигательные навыки (таблица 39-2). Для построения правильного тренировочного режима специалист по реабилитации должен разбираться в особенностях энергетического обеспечения разных видов спорта. Например, бег по пересеченной местности и занятия волейболом требуют разной тренировочной стратегии, обусловленной отличиями в преимущественном использовании аэробного и анаэробного механизмов энергообеспечения.

При вхождении в тренировочный процесс настоятельно рекомендуется использование ортеза. Ортез обеспечивает механическую стабильность голеностопного сустава и стимулирует проприоцепцию. Ортез должен быть стременивого типа на липучках (U-образный) или на шнуровке. Rovere с соавт. [47], и Sitler с соавт. [48], доказали, что использование стабилизирующего ортеза на шнуровке и полужесткого ортеза стременивого типа (Aircast) снижает частоту повторных повреждений связок голеностопного сустава. Дополнительное исследование Восchinfuso с соавт. [44] показало, что использование ортеза не влияет на скорость движений, координацию и высоту прыжков, и таким образом, не может приводить к ухудшению спортивных результатов.

Приверженность ортезированию имеет положительную зависимость от удобства ношения, эстетической привлекательности ортеза, его устойчивости к износу, возможности ношения в обуви, и финансовой доступности.

## Профилактика осложнений

Целью операции является устранение хронической нестабильности. Не редко у пациентов остаются жалобы на ощущения скованности в голеностопном суставе, даже после окончания всех реабилитационных мероприятий. И это можно считать приемлемым. Пациенту настоятельно рекомендуется носить ортез или бандаж на срок от 4-х до 6-ти месяцев после операции т.е. на весь период увеличения физической активности. Это обеспечивает дополнительную механическую поддержку и проприоцептивную обратную связь. Несмотря на остаточную тугоподвижность и необходимость носить ортез, имеется достаточно хороший прогноз для возвращения спортсмена к прежнему уровню спортивного мастерства.

III фаза послеоперационной реабилитации (с 12 по 16 недели)
<b>Цели</b>
Переход от обычного бега к спринтерскому Возможность совершать многоплоскостные движения Тренированная сердечно-сосудистая система и полностью восстановленная мышечной выносливости Симметричность конечностей более 85% при силовом изокинетическом тестировании Отсутствие предчувствия нестабильности в суставе при интенсивных физических нагрузках с изменением направлений движения Симметричность конечностей равная или превышающая 85% при функциональном тестировании Совершенствование спорт-специфических навыков без боли и предчувствия нестабильности Возвращение к занятиям спортом и функциональным нагрузкам высокого уровня
<b>Меры предосторожности</b>
Ношение ортеза во время занятий спортом в течение 6 месяцев При возвращении в спорт не должно быть предчувствия нестабильности и боли в суставе Обращайте внимание на объем тренировки при выполнении занятий высокой интенсивности и серийных упражнениях
<b>План лечения</b>
Защита: ортез на шнуровке во время физических нагрузок Увеличение силы: <ul style="list-style-type: none"><li>тестирование: изокинетическое, динамометрия, функциональное тестирование.</li><li>увеличение объема занятий, весов и интенсивности при тренировках с прогрессивным сопротивлением</li></ul> Увеличение выносливости <ul style="list-style-type: none"><li>прыжки через скакалку: двумя ногами, ногами попеременно, на одной ноге.</li><li>изокинетические упражнения</li></ul> Проприоцепция

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ упражнения стоя на одной ноге со сменой опорных поверхностей (от более устойчивой к наименее стабильным)</li> <li>▪ усложнить выполнение упражнений активным выведением из равновесия, или другими режимами тренировки динамической устойчивости с увеличением сложности двигательного ответа и модификацией визуальной обратной связи</li> <li>▪ броски мяча, упражнения на баланс с мячом с необходимостью дотянуться до нужного положения, ходьба, бег со сменой скорости и направлений движения, увеличение частоты смены направлений</li> <li>▪ начало отработки спорт-специфических навыков</li> </ul> <p>Усложнение плиометрических упражнений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ прыжки в глубину, серии прыжков, прыжки по разметке на функциональных покрытиях</li> </ul> <p>Тренировка для достижения спортивных результатов, возврат к системе контроля спортивных достижений</p> <p>Спорт-специфические тренировки</p> <p>Моно тренировка на отработку одного навыка (например, броски мяча в корзину из статичного положения)</p> <p>Добавление многозадачности (серии из ведения мяча руками с последующим броском, бег с ведением мяча ногами, бросать и ловить мяч)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ прогресс от линейного перемещения к движению со сменой направлений</li> </ul> <p>Добавить игрока / тренера для тренировки</p> <p>Участие в тренировках с командой</p> <p>Тренировочные игры в команде</p> <p>Возвращение в спорт</p>
<p>Критерии завершения программы реабилитации и возвращения к занятиям спортом</p>
<p>Полное восстановление сердечно-сосудистой системы и достижение адекватной мышечной выносливости</p> <p>При силовом изокINETическом тестировании симметрия конечностей должна быть не менее 85%</p> <p>Отсутствие предчувствия нестабильности при высоком уровне физической активности со сменой направления движений</p> <p>При функциональном тестировании симметрия между конечностями не менее 85%</p> <p>Рост спортивных результатов на фоне отсутствия боли и предчувствия нестабильности</p> <p>Интеграция в спортивную деятельность в полном объеме на высоком уровне</p>

Таблица 39-1

Усложнение плиометрических упражнений: II фаза реабилитации

Прыжки на тренажере для жима ногами

Прыжки двумя ногами:

Запрыгивания на 10 см. и затем на 15 см. платформу

Прыжки в высоту на месте

Запрыгивания и спрыгивания с 10см и, затем, 15 см. платформы.

Серии прыжков в высоту

Прыжки в глубину с запрыгиванием и спрыгиванием на 20 см. и 25 см. платформы.

Прыжки в сторону на двух ногах через линию разметки.

Боковые прыжки на 10 см. платформу, перепрыгивание через 10 см. платформу.

Серии прыжков в разных направлениях, например, прыжки в пределах четырехзонной разметки внутри квадрата.

После этого можно начинать прыжки на одной ноге по той же прогрессивной схеме.

#### Таблица 39-2

Наращивание функциональных возможностей и методики клинического тестирования при возвращении в спорт

1. Бег задом наперед
2. Челночный бег приставными шагами
3. Бег скрестным шагом
4. Глубокие прыжки вперед/назад, затем из стороны в сторону
5. Бег
6. Прыжки по квадрантам напольной разметки на одной ноге.
7. Последовательная смена режимов бега: бег трусцой>спринт>бег трусцой.
8. Смена режимов бега: спринт>бег трусцой
9. Режим: спринт>остановка
10. Бег по восьмиобразной траектории с огибанием 2 напольных меток
11. Перепрыгивания с ноги на ногу. Вперед/назад, затем из стороны в сторону.
12. Резкая смена направления бега на 45 градусов
13. Прыжковый тест на одной ноге на время и расстояние
14. Резкая смена направления бега на 90 градусов
15. Тест с челночным бегом

#### Литература

1. Garrick, J.G. The Frequency of Injury, Mechanism of Injury, and Epidemiology of Ankle Sprains. *Am J Sports Med* 1977;5(6): 241-242.
2. Karlsson, J., Eriksson, B.I., Bergsten, T., Rudholm, O., Sward, L. Comparison of Two Anatomic Reconstructions for Chronic Lateral Instability of the Ankle Joint. *Am J Sports Med* 1997; 25(1):48-53.
3. Karlsson, J., Lansinger, O. Lateral Instability of the Ankle Joint. Non-surgical Treatment Is the First Choice, 20% Need Ligament Surgery. *Lakartidningen* 1991;88:1399-1402.
4. Konradsen, L., Holmer, P., Sondergaard, L. Early Mobilizing Treatment for Grade III Ankle Ligament Injuries. *Foot Ankle* 1991;12(2):69-73.
5. Louwerens, J.W., Snijders, C.J. Lateral Ankle Instability: An Overview. In Ranawat, C.S., Positano, R.G. (Eds). *Disorders of the Heel, Rearfoot, and Ankle*, chap 24. Churchill Livingstone, New York, 1999, pp. 341-353.
6. Bernier, J.N., Perrin, D.H. Effect of Coordination Training on Proprioception of the Functionally Unstable Ankle. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;27(4):264-275.
7. Messer, T.M., Cummins, C.A., Ahn, J., Kelikian, A.S. Outcome of the Modified Brostrom Procedure for Chronic Lateral Ankle Instability Using Suture Anchors. *Foot Ankle Int* 2000;21(12): 996-1003.

8. Tropp, H. Commentary: Functional Ankle Instability Revisited. *J Athl Train* 2002;37:512-515.
9. Clanton, T.O. Lateral Ankle Sprains. In Coughlin, M.J., Mann, R.A. (Eds). *Surgery of the Foot and Ankle*, 7th ed., vol 2. Mosby, St. Louis, 1999, pp. 1891-1210.
10. Freeman, M.A., Dean, M.R., Hanham, I.W. The Etiology and Prevention of Functional Instability of the Foot. *J Bone Joint Surg Br* 1965;47:678-685.
11. Ryan, L. Mechanical Stability, Muscle Strength and Proprioception in the Functionally Unstable Ankle. *Aust J Physiother* 1994;40(1):41-47.
12. Riemann, B.L. Is There a Link Between Chronic Ankle Instability and Postural Instability? *J Athl Train* 2002;37(4):386- 393.
13. Tropp, H. Pronator Muscle Weakness in Functional Instability of the Ankle Joint. *Int J Sports Med* 1986;7:291-294.
14. Riemann, B.L., Caggiano, N.A., Lephart, S.M. Examination of Clinical Method of Assessing Postural Control During a Functional Performance Task. *J Sports Rehabil* 1999;8:171-183.
15. Baumhauer, J.F., O'Brien, T. Surgical Considerations in the Treatment of Ankle Instability. *J Athl Train* 2002;37(4):458- 462.
16. Hollis, J.M., Blasler, R.D., Flahiff, C.M., Hofmann, O.E. Biomechanical Comparison of Reconstruction Techniques in Simulated Lateral Ankle Ligament Injury. *Am J Sports Med* 1995; 23(6):678-682.
17. Girard, P., Anderson, R.B., Davies, W.H., Isear, J.A., Kiebzak, G.M. Clinical Evaluation of the Modified Brostrom-Evans Procedure to Restore Ankle Stability. *Foot Ankle Int* 1999;20(4):246- 252.
18. Hamilton, W.G., Thompson, F.M., Snow, S.W. The Modified Brostrom Procedure for Lateral Ankle Instability. *Foot Ankle* 1993;14(1):1-7.
19. Sammarco, G.J., Idusuyi, O.B. Reconstruction of the Lateral Ankle Ligaments Using a Split Peroneus Brevis Tendon Craft. *Foot Ankle Int* 1999;20(2):97-103.
20. Rosenbaum, D., Engelhardt, M., Becker, H.P, Claes, L., Gerngro, H. Clinical and Functional Outcome after Anatomic and Nonanatomic Ankle Ligament Reconstruction: Evans Tenodesis Versus Periosteal Flap. *Foot Ankle Int* 1999;20(10):636- 639.
21. Schmidt, R., Cordier, E., Bertsch, C., Eils, E., Neller, S., Benesch, S., Herbst, A., Rosenbaum, D., Claes, L. Reconstruction of the Lateral Ligaments: Do the Anatomical Procedures Restore Physiologic Ankle Kinematics? *Foot Ankle Int* 2004; 25(1):31-36.
22. Sammarco, V.J. Complications of Lateral Ankle Ligament Reconstruction. *ClinOrthopRelat Res* 2001;391:123-132
23. Brostrom, L. Sprained Ankles. *ActaOrthopScand* 1966;132(6): 551-565.
24. Gould, N., Seligson, D., Gassman, J. Early and Late Repair of Lateral Ligament of the Ankle. *Foot Ankle* 1980;1(2):84- 89.
25. Hamilton, W.G. Ankle Instability Repair: The Brostrom- Gould Procedure. In Johnson, K.A. (Ed). *The Foot and Ankle*. Raven Press, Ltd., New York, 1994, pp. 437-446.
26. Woo, S.L., Hildebrand, K., Watanabe, N., Fenwick, J.A., Papa- georgiou, C.D., Wang, J.H. Tissue Engineering of Ligament and Tendon Healing. *ClinOrthopRelat Res* 1999;1(367S):S312- S323.
27. Martinez-Hernandez, A., Amenta, P.S. Basic Concepts in Wound Healing: Clinical and Basic Science Concepts. In Leadletter, W.B., Buckwalter, J.A., Gordan, S.L. (Eds). *Sports- Induced Inflammation*. American Association of Orthopaedic Surgeons, Park Ridge, IL, 1990, pp. 55-102.

28. Mattacola, C.G., Dwyer, M.K. Rehabilitation of the Ankle after Acute Sprain or Chronic Instability. *J Athl Train* 2002;37(4):413- 429.
29. Frank, C.B. *Ligament Injuries: Pathophysiology and Healing*. WB Saunders, Philadelphia, 1996.
30. Wilkerson, G.B. Mechanical Versus Functional Ankle Instability. Paper presented at National Athletic Trainers Association, 48th Annual Meeting and Clinical Symposium, June 18-21, 1997, Salt Lake City, UT.
31. Cooper, D. W., Fair, J. Contrast and Pressure Treatments of Lateral Ankle Sprains. *Phys Sports Med* 1979;7:143.
32. Freeman, M.A. Instability in the Foot after Injuries to the Lateral Ligament of the Ankle. *J Bone Joint Surg* 1965;47B: 678-685.
33. Kleinrensink, G.J., Snijders, C.J., Stoeckart, R. The Chronically Unstable Ankle: Anatomic, Biomechanical, and Neurological Considerations. In Ranawat, C.S., Positano, R.G. (Eds). *Disorders of the Heel, Rearfoot, and Ankle*, chap 25. Churchill Livingstone, New York, 1999, pp. 354-360.
34. Myers, T.W. *Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists*. Churchill Livingstone, New York, 1995.
35. Prentice, W.E. *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*, 3rd ed. McGraw-Hill, Boston, 1999.
36. Norkin, C.C., Leverage, P.K. *The Ankle-Foot Complex*, 2nd ed., chap 12. FA Davis, Philadelphia, 1992.
37. Davies, G.J., Wilk, K.E., Ellenbecker, T.S. *Assessment of Strength*, 3rd ed. Mosby, St. Louis, 1997.
38. Wilkerson, G.B., Pinerola, J.J., Caturano, R.W. Invertor vs. Evertor Peak Torque and Power Deficiencies Associated with Lateral Ankle Ligament Injury. *J Orthop Sports PhysTher* 1997;26(2):78-86.
39. Tomaszewski, D. "T Band Kicks" Ankle Proprioception Program. *Athletic Trainer: J Natl Athl Train Assoc* 1991;26:216, 217, 219, 227.
40. Bernier, J.N. Ankle Proprioception and Neuromuscular Control. Paper presented at National Athletic Trainers Association: 51st Annual Clinical Symposia, 2000, Nashville, TN.
41. Wilkerson, G.B. Functional Rehabilitation. A Protocol for Management of the Lateral Ankle Sprain. *Rehab Manag* 1996;9(4): 54-60.
42. Daniel, D., Malcom, L., Stone, M., Perth, H., Morgan, J., Riehl, B. Quantification of Knee Stability and Function. *Contemp Orthop* 1982;5:83-91
43. Barber, S., Noyes, F., Mangine, R., McCloskey, J., Hartman, W. Quantitative Assessment of Functional Limitations in Normal and Anterior Cruciate Deficient Knees. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 225:204-214.
44. Worrell, T.W., Booher, L.D., Hench, K.M. Closed Kinetic Chain Assessment Following Inversion Ankle Sprain. *J Sports Rehabil* 1994;3:197-203.
45. Munn, J., Beard, D.J., Refshauge, K.M., Lee, R.W. Do Functional Performance Tests Detect Impairment in Subjects with Ankle Instability? *J Sports Rehabil* 2002;11:40-50.
46. Allman, F.L. *Sports Medicine*. Academic Press, New York, 1974.
47. Rovcre, G.D., Clarke, T.J., Yates, C.S., Burley, K. Retrospective Comparison of Taping and Ankle Stabilizers in Preventing Ankle Injuries. *Am J Sports Med* 1988;16:228-233
48. Si tier, M., Ryan, J., Wheeler, B. The Efficacy of a Semirigid Ankle Stabilizer to Reduce Acute Ankle Injuries in Basketball. A Randomized Clinical Trial at West Point. *Am J Sports Med* 1994; 22:454-461.
49. Bocchinfuso, C, Sitler, M.R., Kimura, I.F. Effects of Two Semirigid Prophylactic Ankle Stabilizers on Speed, Agility, and Vertical Jump. *J Sports Rehabil* 1994;3:125-134.