



ФМБА РОССИИ
Федеральное медико-биологическое агентство



Медико-биологический университет
инноваций и непрерывного образования
ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Адрес: г. Москва, ул. Живописная, д. 46, стр. 8
Тел.: 8 (499) 190-96-92
Сайт: www.mbufmbc.ru

**Хан А.В., Назарян С.Е.,
Петрова В.В., Круглова И.В.**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОГО БИОМЕХАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ТРАВМ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Учебное пособие

Москва, 2026

Федеральное медико-биологическое агентство
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Федеральный медицинский биофизический центр
имени А.И.Бурназяна»
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИННОВАЦИЙ И НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**ХАН А.В., НАЗАРЯН С.Е.,
ПЕТРОВА В.В., КРУГЛОВА И.В.**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
РОБОТИЗИРОВАННОГО
БИОМЕХАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ
СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ТРАВМ
КОЛЕННОГО СУСТАВА**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**Москва
2026**

УДК 615.825.6
ББК 54.58
И-88

Хан А.В., Назарян С.Е., Петрова В.В., Круглова И.В. Использование роботизированного биомеханического комплекса для оценки функционального состояния и реабилитации спортсменов после травм коленного сустава. Учебное пособие. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2026. 64 с.

Авторы:

Хан А.В. – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела МБУ ИНО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна
Назарян С.Е. – кандидат психологических наук, доцент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела МБУ ИНО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна
Петрова В.В. – доктор медицинских наук, доцент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела МБУ ИНО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна
Круглова И.В. – кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по методической работе и спортивной медицине ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна

Рецензенты:

Куликов А.Г. – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела МБУ ИНО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна

Петрова М.С. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации

В учебном пособии представлены сведения о вариантах использования роботизированного биомеханического комплекса для оценки функционального состояния и реабилитации спортсменов после травм коленного сустава, общим вопросам спортивного травматизма и особенностям травм коленного сустава в различных видах спорта; подходам к реабилитации спортсменов и ее особенностям. Учебное пособие предназначено для ординаторов и слушателей курсов повышения квалификации, обучающихся по специальности 3.1.33. Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация.

ISBN 978-5-93064-441-8

© ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна
ФМБА России, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СПОРТИВНЫЙ ТРАВМАТИЗМ	7
1.1. ТРАВМЫ КОЛЕННОГО СУСТАВА В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СПОРТА И ИХ ПРОФИЛАКТИКА	8
1.2. ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМ КОЛЕННОГО СУСТАВА.....	9
Контрольные вопросы	10
ГЛАВА 2. ПОДХОДЫ К РЕАБИЛИТАЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПОСЛЕ ТРАВМ.....	11
Контрольные вопросы	18
ГЛАВА 3. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ТРЕНАЖЁРОВ	19
3.1. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ АППАРАТОВ.....	19
3.2. РАЗВИТИЕ МЕХАНОТЕРАПИИ В XX ВЕКЕ	21
3.3. КЛАССИФИКАЦИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ.....	25
3.4. БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ	26
Контрольные вопросы	29
ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ РОБОТИЗИРОВАННОЙ БИОМЕХАНИКИ (роботизированный биомеханический комплекс КОН-ТРЕКС)	30
Контрольные вопросы	34
ГЛАВА 5. МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ (ТРЕНИРОВКИ) ПОСЛЕ ТРАВМЫ КОЛЕННОГО СУСТАВА У СПОРТСМЕНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫХ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ.....	35
Контрольные вопросы	40
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	41
КЛИНИЧЕСКИЕ СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ	45
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Травмы опорно-двигательного аппарата могут возникать при любом уровне физической активности от повседневной двигательной деятельности до спорта высших достижений. Однако именно в профессиональном спорте риск травматизации значительно выше, что связано с высокими физическими и психоэмоциональными нагрузками, интенсивным тренировочным процессом и плотным соревновательным календарем.

Среди всех повреждений у спортсменов травмы опорно-двигательного аппарата занимают ведущее место и являются одной из основных причин временного прекращения тренировочной и соревновательной деятельности. В ряде случаев они могут приводить к значительному снижению спортивных результатов или даже завершению карьеры. Несмотря на доказанное положительное влияние физической активности на здоровье человека, спорт высоких достижений сопровождается повышенным риском травм, который требует системного подхода к их профилактике и лечению.

Особое место в структуре спортивного травматизма занимают повреждения коленного сустава. По данным различных исследований, они составляют до 30–50% всех обращений спортсменов за специализированной медицинской помощью. Это обусловлено высокой нагрузкой на коленный сустав при выполнении движений, связанных с ускорениями, торможениями, прыжками и изменением направления движения.

Одной из ключевых задач современной спортивной медицины является не только лечение травм, но и максимально быстрое и безопасное восстановление функционального состояния спортсмена до уровня, необходимого для возвращения к тренировочной и соревновательной деятельности. При этом важнейшим критерием эффективности реабилитации является сокращение сроков восстановления при сохранении высокого качества функционального результата.

В последние годы в реабилитационной практике активно развиваются направления, связанные с использованием достижений механобиологии. Установлено, что механические воздействия оказывают значительное влияние на процессы восстановления

тканей, что стало основой для внедрения новых технологий восстановительного лечения. К числу таких технологий относятся роботизированные биомеханические комплексы, позволяющие более точно дозировать нагрузку и контролировать параметры движения.

Современные исследования подтверждают эффективность применения данных технологий для улучшения биомеханических характеристик, таких как мышечная сила, выносливость и координация движений, а также для снижения утомляемости и повышения качества нервно-мышечной регуляции. Включение механотерапии в программы реабилитации после травм коленного сустава способствует ускорению восстановления и сокращению сроков возвращения к физической активности.

В то же время в практической деятельности специалистов сохраняются определённые трудности, связанные с недостаточной систематизацией методов диагностики и реабилитации, а также отсутствием чётких алгоритмов применения современных технологий, в том числе роботизированных комплексов, в спортивной медицине.

Кроме того, недостаточно разработаны вопросы раннего выявления факторов риска травматизации на основе биомеханического тестирования, что ограничивает возможности профилактики травм у спортсменов.

Учитывая, что лечение спортивных травм является длительным и ресурсозатратным процессом, особую значимость приобретает разработка эффективных программ диагностики, профилактики и реабилитации, основанных на объективной оценке функционального состояния и биомеханических параметров.

Таким образом, актуальность разработки и внедрения современных, научно обоснованных и практико-ориентированных подходов к диагностике и реабилитации спортсменов с травмами коленного сустава, включая использование роботизированных биомеханических технологий, не вызывает сомнений.

Настоящее учебное пособие направлено на формирование у обучающихся системного понимания данной проблемы и освоение современных методов диагностики и реабилитации в спортивной медицине.

ГЛАВА 1. СПОРТИВНЫЙ ТРАВМАТИЗМ

Спортивный травматизм представляет собой совокупность повреждений, возникающих в процессе тренировочной и соревновательной деятельности, и является одной из ключевых проблем современной спортивной медицины. Он оказывает непосредственное влияние на уровень физической работоспособности спортсменов, продолжительность их спортивной карьеры и качество жизни.

Частота травм зависит от множества факторов, включая уровень спортивной квалификации, интенсивность тренировочных нагрузок, специфику вида спорта и качество восстановительных мероприятий. Наиболее высокий риск травматизации наблюдается при выполнении движений, связанных с резкими ускорениями и торможениями, прыжками, изменением направления движения, а также при контактном взаимодействии с соперником.

Анализ клинических данных подтверждает ведущую роль травм опорно-двигательного аппарата в структуре спортивного травматизма. Так, по результатам исследования, проведённого на базе Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России с 2021 г. по 2023 г., было установлено, что травмы нижних конечностей занимают доминирующее положение среди всех повреждений спортсменов:

- 74,6% в 2021 году;
- 68,7% в 2022 году;
- 67% в 2023 году

Таким образом, более двух третей всех обращений спортсменов за медицинской помощью связаны именно с поражением нижних конечностей, что подчёркивает их ключевую роль в структуре травматизма.

Следует отметить, что значительную долю составляют не только острые травмы, но и повреждения, связанные с хронической перегрузкой. Это обусловлено высоким объёмом тренировочных нагрузок и недостаточным восстановлением, что приводит к накоплению микротравм и формированию функциональных нарушений.

Современный подход к проблеме спортивного травматизма предполагает не только лечение уже возникших повреждений, но и активную профилактику, включающую контроль нагрузок, функциональную диагностику и коррекцию двигательных нарушений.

1.1. ТРАВМЫ КОЛЕННОГО СУСТАВА В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СПОРТА И ИХ ПРОФИЛАКТИКА

Высокая уязвимость коленного сустава обусловлена сочетанием значительной подвижности и необходимостью обеспечивать стабильность при выполнении сложных двигательных действий (рис. 1).

По данным клинического анализа историй болезни спортсменов, проходивших реабилитацию на базе ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, в структуре травм коленного сустава наиболее часто встречаются:

- бурсит и синовит коленного сустава 27,3%;
- повреждения боковых связок 19,2%;
- повреждения медиального мениска 13,0%;
- разрывы передней крестообразной связки 10,9%.

При этом установлено, что нагрузочные (перегрузочные) повреждения коленного сустава составляют 63,2%, тогда как острые травмы 36,8%. Это свидетельствует о значительной роли хронической функциональной перегрузки в формировании патологии.

Полученные данные не противоречат сведениям литературы, находящимся в открытом доступе.

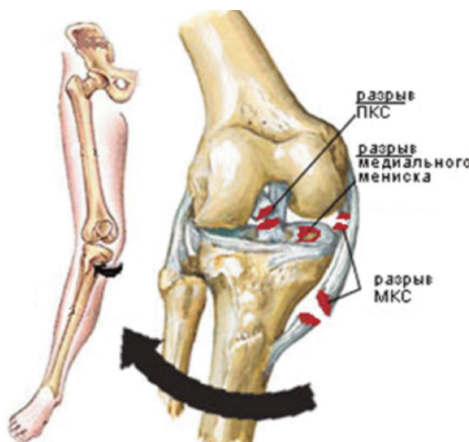


Рис. 1 Возможные локализации травмирования коленного сустава в игровых видах спорта

Почему чаще всего травмируется коленный сустав?

Высокая частота повреждений коленного сустава объясняется следующими факторами:

- сложная биомеханика, сустав участвует в сгибании, разгибании и стабилизации при ротационных движениях;
- высокие осевые и сдвиговые нагрузки при беге, прыжках и приземлениях;
- зависимость от мышечно-связочного аппарата, который обеспечивает динамическую стабильность;
- частые резкие изменения направления движения;
- высокая доля повторяющихся нагрузок, приводящих к перегрузочным повреждениям.

Таким образом, коленный сустав находится в условиях постоянного сочетания высокой нагрузки и необходимости точной координации движений. Характер травм во многом определяется спецификой двигательной активности.

Игровые виды спорта (футбол, баскетбол, гандбол, регби) характеризуются частыми травмами коленного сустава (рис. 2). Наиболее высокий риск травм связан с резкими остановками и сменой направления движения. Часто наблюдаются разрывы передней крестообразной связки, повреждения менисков, травмы боковых связок.

В зимних видах спорта (горнолыжный спорт) высокие скорости и сложные условия движения приводят к комбинированным повреждениям связочного аппарата и травмам при падениях с ротационным компонентом (рис. 3).



Рис. 2 Механизм травмирования коленного сустава в игровых видах спорта



Рис. 3 Механизм травмирования коленного сустава в лыжных видах спорта

В циклических видах спорта (бег, велоспорт) преобладают перегрузочные повреждения: пателлофemorальный болевой синдром и воспалительные изменения сухожилий и сумок.

Скоростно-силовые виды спорта связаны с высокой осевой нагрузкой, такой как перегрузка суставных структур, микроразрывы хряща и связок.

В контактных видах спорта (хоккей, борьба) основным механизмом является прямое механическое воздействие – ушибы, повреждения связочного аппарата, нестабильность сустава.

1.2. ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Учитывая высокую распространённость и значительную долю перегрузочных повреждений, профилактика должна быть комплексной и направленной на устранение факторов риска. Необходимо развивать силу мышц бедра и голени, улучшать нейромышечный контроль и координацию, обучать правильной технике движений (прыжки, приземления, повороты), контролировать тренировочные нагрузки и предотвращать перетренированность, использовать методы функциональной и биомеханической диагностики. Также особенно важно своевременное восстановление после нагрузок и микротравм.

Наиболее пристальное внимание профилактике следует уделять в видах спорта с высокой частотой травм коленного сустава, прежде всего в игровых и скоростно-силовых дисциплинах.

Таким образом, данные клинического анализа подтверждают, что коленный сустав является ключевой зоной риска у спортсменов, а преобладание перегрузочных повреждений подчёркивает необходимость ранней диагностики и системной профилактики.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под спортивным травматизмом и какие факторы влияют на его частоту?
2. Какие виды повреждений преобладают в структуре спортивного травматизма?
3. Какова роль тренировочных и соревновательных нагрузок в развитии травм у спортсменов?
4. Какова доля травм нижних конечностей в структуре общего травматизма спортсменов (по клиническим данным)?
5. Какие механизмы чаще всего приводят к травмам в спорте (ускорения, прыжки, контакт и др.)?
6. Почему коленный сустав является одной из наиболее уязвимых структур опорно-двигательного аппарата?
7. Какие анатомо-биомеханические особенности коленного сустава способствуют его травматизации?
8. Какие повреждения коленного сустава встречаются наиболее часто и какова их примерная структура?
9. Каково соотношение острых и перегрузочных (хронических) травм коленного сустава и что это означает для практики?
10. Какие виды спорта характеризуются наибольшим риском травм коленного сустава?
11. В чём особенности травматизма колена в игровых видах спорта?
12. Какие механизмы повреждений характерны для лыжных и других скоростных видов спорта?
13. Какие перегрузочные повреждения коленного сустава встречаются в циклических видах спорта?
14. Как различаются механизмы травм в контактных и неконтактных видах спорта?
15. Какие основные направления профилактики травм коленного сустава вы можете выделить?
16. Какую роль играет развитие мышечной силы и нейромышечного контроля в профилактике травм?
17. Почему важно использовать методы функциональной и биомеханической диагностики для предупреждения травматизма?
18. Как знание механизмов травмы влияет на построение программ профилактики и реабилитации?

ГЛАВА 2. ПОДХОДЫ К РЕАБИЛИТАЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПОСЛЕ ТРАВМ

Спортивный травматизм является одной из наиболее частых причин временного прекращения тренировочной и соревновательной деятельности, поэтому спортивная реабилитация в значительной степени связана именно с восстановлением после травм.

В Российской Федерации реабилитация спортсменов после травм коленного сустава традиционно подразделяется на три этапа. Первый этап проводится в условиях стационара, второй амбулаторно (в поликлинике или специализированном центре спортивной медицины), третий этап включает возвращение к начальному тренировочному процессу и осуществляется, как правило, в условиях спортивной организации. Санаторно-курортный этап в системе реабилитации спортсменов обычно не выделяется, однако к нему можно отнести этап восстановления здоровья и работоспособности.

Переход между этапами осуществляется не только с учётом сроков, но и на основании объективных показателей. Для этого используются тесты, оценивающие мышечную силу, качество выполнения движений, а также психологическое состояние спортсмена (см. Приложение Диагностические тесты, используемые в осмотре спортивного врача). Общая продолжительность послеоперационной реабилитации, в частности после реконструкции передней крестообразной связки, как правило, составляет от 6 до 12 месяцев.

В международной практике применяются различные нормативные документы и рекомендации по реабилитации в спорте. К числу наиболее известных относятся клинические рекомендации по возвращению к спортивной деятельности после травм, разработанные Американской ортопедической ассоциацией спортивной медицины (AOSSM), а также международные консенсусы по методам реабилитации. Кроме того, используются рекомендации Всемирной организации здравоохранения, в которых рассматриваются вопросы физической активности, в том числе у лиц, проходящих восстановление после травм и операций.

Несмотря на различия в подходах, ключевым принципом как для спортсменов, так и для лиц, не занимающихся спортом, остаётся восстановление повреждённых структур, поддержание функционального состояния организма и профилактика повторных травм.

Наиболее подробно в литературе изучены вопросы реабилитации на стационарном этапе. При этом существует ряд авторских программ, направленных на комплексное восстановление спортсменов, в том числе после реконструкции передней крестообразной связки. Одна из таких систем предполагает длительность реабилитации от 6 до 8 месяцев и включает мероприятия по профилактике послеоперационных осложнений, улучшению кровоснабжения и обменных процессов, а также предотвращению перегрузки зоны реконструкции. В дальнейшем основное внимание уделяется восстановлению функции сустава, двигательного стереотипа и возвращению к спортивной деятельности. По данным исследований, применение данной системы позволяет достичь положительных результатов функциональных тестов более чем у 90% спортсменов к завершению реабилитации.

Предложены также алгоритмы медицинской реабилитации, включающие последовательные этапы: оценку функционального состояния нижней конечности, определение реабилитационного потенциала, подбор индивидуальной программы и последующую оценку её эффективности.

В ряде исследований рассматриваются программы физической реабилитации спортсменов после реконструкции передней крестообразной связки, включающие использование различных средств: лечебной физической культуры, тренировок на нестабильных платформах, антигравитационных дорожек, гидрокинезотерапии, массажа, физиотерапии и кинезиотейпирования. Применение данных методов позволяет улучшить функциональное состояние оперированной конечности, включая восстановление подвижности, силы и координации.

Отдельные авторы предлагают деление реабилитационного процесса на периоды. Например, выделяют послеоперационный период (1-3 недели), функциональный (4-12 недели) и восстановительно-тренировочный (до 20 недель). Другие программы предусматривают четыре этапа с постепенным увеличением нагрузки и включением специализированных упражнений, ориентированных на вид спорта.

В некоторых работах используется понятие «физиологически оправданной» реабилитации, предполагающей поэтапное восстановление в течение примерно 6 месяцев. На ранних этапах применяются

пассивные и щадящие методы воздействия, включая аппаратную мобилизацию сустава, лимфодренаж и электростимуляцию. В дальнейшем увеличивается объём и интенсивность физических упражнений, добавляются занятия в тренажёрном зале, а на заключительном этапе используются упражнения, приближенные к спортивной деятельности.

Существуют также методики, основанные на использовании баланса-тренинга, где реабилитация подразделяется на ранний послеоперационный, поздний послеоперационный, функциональный и тренировочно-восстановительный этапы.

В федеральных клинических рекомендациях по лечению повреждений связочного аппарата коленного сустава при консервативной терапии предлагается ориентироваться на функциональное состояние пациента и результаты мануально-мышечного тестирования, а не только на сроки после травмы или операции. При этом данные рекомендации в большей степени ориентированы на лиц, не занимающихся спортом.

Согласно действующим клиническим рекомендациям, утверждённым в Российской Федерации, длительность временной нетрудоспособности после хирургического лечения повреждений связок коленного сустава составляет в среднем 3-5 месяцев, бег разрешается примерно через 4 месяца, а полная физическая нагрузка через 5-6 месяцев. Независимо от категории пациентов применяются обезболивающая терапия, лечебная физическая культура, физиотерапия и ортопедический режим.

Отдельно следует отметить клинические рекомендации по реабилитации высококвалифицированных спортсменов после оперативного лечения травм и заболеваний нижних конечностей под редакцией В. В. Уйбы, утвержденные Общероссийской общественной организацией «Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов», разработанные в системе Федерального медико-биологического агентства в 2018 году. В табл. 1 представлены этапы реабилитации в соответствии с нозологией.

Однако других нормативных документов Российской Федерации по реабилитации спортсменов в доступных источниках не обнаружено.

Таблица 1

Этапы реабилитационного процесса

Микрофрактурирование при артроскопии коленного сустава	Восстановление поврежденных разгибательного аппарата коленного сустава	Пластика передней крестообразной связки	Пластика задней крестообразной связки	Шов и трансплантация мениска
I фаза послеоперационной реабилитации (со дня операции по 6 неделю)	I фаза послеоперационной реабилитации: максимальная защита (с 1 по 6 неделю)	Необходима предоперационная реабилитация I фаза послеоперационной реабилитации (до 2 недель после операции)	Необходима предоперационная реабилитация I фаза послеоперационной реабилитации (с 1 по 6 неделю)	I фаза послеоперационной реабилитации (с 0 по 6 недели)
II фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 12 недели)	II фаза после-операционной реабилитации: умеренная защита (с 6 по 11 недели)	II фаза после-операционной реабилитации (со 2 по 6 недели)	II фаза послеоперационной реабилитации (недели с 6 по 12)	II фаза послеоперационной реабилитации (недели с 6 до 14)
III фаза послеоперационной реабилитации (с 12 по 18 недели)	III фаза послеоперационной реабилитации: ранняя функциональная (с 11 по 16 недели)	III фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 14 недели)	III фаза послеоперационной реабилитации (с 12 до 20 недели)	III фаза послеоперационной реабилитации (с 14 по 22 недели)
IV фаза послеоперационной реабилитации: возвращение в спорт (начиная с 18 недели)	IV фаза послеоперационной реабилитации: поздняя функциональная/возврата в спорт (с 16 по 24 недели)	IV фаза послеоперационной реабилитации (от 14 до 22 недель)	IV фаза послеоперационной реабилитации (с 20 недели и далее)	
		Профилактика осложнений V фаза после-операционной реабилитации (с 22 недели до момента окончания реабилитации)		

Один из основных международных документов по реабилитации для населения являются «Международные клинические рекомендации по физической активности и здоровью» (International Physical Activity and Health Guidelines), разработанные Всемирной организацией здравоохранения в 2010 году. В этом документе содержатся рекомендации по физической активности для здоровья людей всех возрастных групп, включая тех, кто находится в процессе реабилитации после травм или операций. Также в документе рассмотрены различные факторы, влияющие на физическую активность, и приведены рекомендации по их учету в процессе реабилитации. В табл. 2 представлены этапы и наполнения программ по реабилитации спортсменов и лиц, не занимающихся спортом после операции реконструкции передней крестообразной связки на основе Международных клинических рекомендаций.

По данным зарубежных исследователей, реабилитация после травмы передней крестообразной связки может включать предоперационный этап, а также три послеоперационных этапа: восстановление базовых функций, развитие специфических навыков и возвращение к спортивной деятельности.

В целом, на начальных этапах реабилитация спортсменов и лиц, не занимающихся спортом, имеет сходные принципы. Однако на последующих этапах возникают существенные различия, связанные с необходимостью восстановления специфических двигательных навыков и адаптации к высоким нагрузкам.

Реабилитация спортсменов, как правило, включает более интенсивные методы воздействия и направлена не только на восстановление функции, но и на профилактику повторных травм. Кроме того, она должна учитывать особенности конкретного вида спорта, так как требования к двигательным навыкам и нагрузкам могут существенно различаться.

Несмотря на наличие клинических рекомендаций и разработанных программ, в них недостаточно отражены вопросы применения роботизированных биомеханических комплексов, что представляет собой перспективное направление для дальнейших исследований и внедрения в практику.

Таблица 2

Этапы и наполнения программ по реабилитации спортсменов на основе Международных клинических рекомендаций

Этап	Сроки (нед.)	Наполнение (пациенты)	Наполнение (спортсмены)
Раннее восстановление	0–2	Основная цель: поддержание подвижности сустава, улучшение кровообращения и снижение отечности, охлаждение	Основная цель: уменьшение боли, отека и воспаления, а также восстановление полного диапазона движения в коленном суставе. Спортсменам назначаются упражнения на растяжку и укрепление мышц, которые не связаны с коленным суставом.
Восстановление движения	2–6	Основная цель: укрепление мышц бедра, контроль за бо- левыми ощущениями и увеличение подвижности сустава	Основная цель: продолжать работу над восстановлением полного диапазона движения в коленном суставе, а также начать укрепление мышц, которые связаны с коленным су- ставом. Спортсменам назначаются упражнения на укрепле- ние мышц и гибкость, а также на улучшение баланса, растяжку
Восстановление функции	6–12	Основная цель: укрепление мышц ног, увеличение ста- бильности сустава, улучшение баланса и координации движений	Основная цель: спортсменам назначаются упражнения на укрепление мышц коленного сустава, чтобы восстановить силу и функциональность. Это может включать упражне- ния с отягощениями, упражнения на кардиотренажерах и другие методы. Кроме того, важно продолжать работу над улучшением баланса и координации.
Восстановление формы	12 и более	Основная цель: повышение нагрузки на мышцы и сустав, развитие навыков и увеличение уровня физической под- готовки	Основная цель: спортсмен начинает постепенно возвра- щаться к спортивной деятельности. Важно, чтобы возвра- щение к тренировкам происходило постепенно, с увеличением нагрузки и под наблюдением медицинского персонала. Спортсменам также назначаются упражнения на улучшение скорости, координации и силы, растяжки и упражнения на кардиотренажерах
Профиллак- тический			После возвращения к спортивной деятельности, спорт- смену назначаются профилактические меры, направлен- ные на предотвращение повторных травм и повышение уровня здоровья. Это может включать в себя регулярные упражнения, занятия йогой или пилатесом, правильное пи- тание и другие методы.

Контрольные вопросы

1. На какие этапы подразделяется реабилитация спортсменов после травм коленного сустава в Российской Федерации?
2. Какие основные задачи решаются на стационарном этапе реабилитации?
3. В чём особенности амбулаторного этапа восстановления спортсменов?
4. Каковы цели и содержание этапа возвращения к спортивной деятельности?
5. Какие критерии используются для перехода от одного этапа реабилитации к другому?
6. Какова средняя продолжительность реабилитации после реконструкции передней крестообразной связки?
7. Какие международные рекомендации используются при планировании реабилитации спортсменов?
8. Какие различия существуют между реабилитацией спортсменов и лиц, не занимающихся спортом?
9. Какие варианты этапных моделей реабилитации представлены в научной литературе?
10. В чём заключается алгоритм построения реабилитационной программы после травм коленного сустава?

ГЛАВА 3. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ТРЕНАЖЁРОВ

Формирование представлений о целенаправленном использовании механических устройств в лечебных целях связано с именем шведского врача, инженера и изобретателя Густав Цандер (Gustav Zander, 1835-1920), который считается основоположником аппаратной механотерапии.

Во второй половине XIX века медицина активно развивалась, однако методы восстановления двигательных функций оставались ограниченными. Основное внимание уделялось массажу, гимнастике и пассивным методам воздействия. В этих условиях Цандер предложил принципиально новый подход – использование специально разработанных механических устройств для выполнения строго дозированных и воспроизводимых движений.

Научные предпосылки создания тренажёров

Работы Цандера базировались на представлениях о том, что движение является важнейшим фактором восстановления функций организма. Он исходил из следующих положений:

- мышечная деятельность подчиняется законам механики;
- нагрузка может быть количественно измерена и дозирована;
- правильное движение способно восстанавливать нарушенные функции;
- эффективность лечения повышается при систематическом и контролируемом воздействии.

Таким образом, впервые была предпринята попытка объединить медицину, механику и физиологию в единую систему реабилитации.

3.1. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ АППАРАТОВ

Цандер разработал более 70 различных устройств, каждое из которых было направлено на тренировку определённых мышечных групп или восстановление конкретных движений. Конструктивно аппараты представляли собой сложные механические системы, включающие рычаги, блоки и шкивы, пружины и грузовые системы, регулируемые опоры и фиксаторы.

Главной особенностью этих устройств была возможность точной настройки параметров движения. В отличие от традиционной гимнастики, тренажёры Цандера обеспечивали: дозирование нагрузки

за счёт изменения веса грузов или сопротивления; контроль амплитуды движения благодаря механическим ограничителям; регулировку скорости выполнения упражнений; изолированное воздействие на отдельные мышечные группы; воспроизводимость упражнений, т.е. каждый сеанс можно было повторить с одинаковыми параметрами. Это позволило перейти от субъективного подхода («по самочувствию») к более объективной и стандартизированной терапии.

В 1865 году Цандер открыл первый институт механотерапии в Стокгольме. В дальнейшем подобные учреждения, так называемые «Институты Цандера», получили широкое распространение в Европе и Северной Америке.

Занятия в таких учреждениях проводились по строго определённой программе и включали: предварительное обследование пациента, подбор комплекса упражнений, индивидуальную настройку тренажёров, контроль выполнения упражнений медицинским персоналом.

Фактически была создана одна из первых систем персонализированной реабилитации, где нагрузка подбиралась с учётом состояния пациента.

Хотя первоначально аппараты Цандера применялись преимущественно в лечебных целях, их значение оказалось значительно



Рис. 4 Тренажёры Густава Цандера в Цандеровском институте механотерапии в г. Ессентуки.

шире. Они стали основой для развития лечебной физической культуры, физиотерапии, спортивной тренировки, реабилитационной медицины.

Идея дозированной нагрузки, реализованная в механотерапии, впоследствии легла в основу современных тренировочных и реабилитационных программ. Кроме того, аппараты Цандера впервые позволили количественно оценивать нагрузку, стандартизировать тренировочный процесс, систематизировать упражнения, использовать технику для повышения эффективности лечения.

Несмотря на инновационность, системы Цандера имели ряд ограничений, таких как отсутствие точной объективной регистрации параметров (силы, скорости); невозможность автоматической адаптации нагрузки; зависимость от механических настроек; ограниченные возможности анализа результатов.

Тем не менее именно эти разработки заложили фундамент для дальнейшего развития биомеханических тренажёров. В XX веке идеи Цандера были развиты и дополнены за счёт внедрения электрических, а затем и компьютерных технологий.

Таким образом, тренажёры Густава Цандера стали первым этапом в эволюции реабилитационных технологий. Они сформировали ключевые принципы, которые сохраняют актуальность и в настоящее время: дозированность нагрузки, контролируемость движения, избирательное воздействие на мышечные группы, системность и повторяемость тренировочного процесса.

Современные роботизированные биомеханические комплексы, используемые в спортивной медицине, по своей сути являются высокотехнологичным продолжением идей, предложенных Цандером более ста лет назад.

3.2. РАЗВИТИЕ МЕХАНОТЕРАПИИ В XX ВЕКЕ

В XX веке механотерапия получила дальнейшее развитие и постепенно трансформировалась в важную составляющую комплексной медицинской реабилитации. Если в конце XIX века механотерапия представляла собой преимущественно систему аппаратных упражнений, разработанную Густавом Цандером, то в последующем она стала интегрироваться с лечебной физической культурой (ЛФК), физиотерапией и клинической медициной.

Формирование научной основы механотерапии

В начале XX века происходит активное развитие физиологии мышечной деятельности и биомеханики движения. Работы отечественных и зарубежных исследователей были направлены на изучение закономерностей мышечного сокращения, влияния нагрузки на функциональное состояние организма, механизмов восстановления после травм и заболеваний. Арчибальд Вивиен Хилл исследовал измерение теплоты, выделяющейся при мышечных сокращениях и механической работе, а также взаимосвязь биомеханических действий с биохимическими аспектами мышечной активности. Николай Александрович Бернштейн основатель учения о двигательной деятельности человека и животных, создатель концепции физиологии активности. Пётр Францевич Лесгафт в труде «Основы теоретической анатомии» рассмотрел проблемы, смежные с биомеханикой. Также в развитии биомеханики участвовали немецкие учёные братья Вебер (Вильгельм Эдуард Вебер и Эдуард Фридрих Вебер), которые изучали механику ходьбы и сформулировали принцип, что сила мышц при прочих равных условиях пропорциональна их поперечному сечению. В этот период механотерапия перестаёт рассматриваться как изолированный метод и начинает использоваться в сочетании с активными упражнениями, массажем и другими средствами восстановления.

Во второй четверти XX века механотерапия становится частью системы ЛФК. Основной акцент переносится с использования исключительно аппаратных методов на комплексное восстановление функций организма. При этом механические устройства начинают выполнять вспомогательную роль, обеспечивая дозирование нагрузки, облегчение выполнения движений при ограниченной функции, постепенное увеличение амплитуды движений, развитие мышечной силы и выносливости.

В клинической практике активно применяются различные типы устройств, такие как блоковые аппараты, маятниковые механизмы, рычажные системы, тренажёры с грузовым сопротивлением.

Такие устройства использовались в реабилитации пациентов с травмами опорно-двигательного аппарата, последствиями неврологических заболеваний, а также после хирургических вмешательств.

Значительный импульс развитию механотерапии дали мировые войны, в ходе которых возникла необходимость восстановления большого числа пациентов с травмами и повреждениями опорно-двигательного аппарата. В этот период были разработаны и внедрены стандартизированные программы восстановления, этапный подход к реабилитации, методы раннего функционального лечения.

Механотерапия активно применялась для профилактики контрaktur, восстановления подвижности суставов и мышечной силы. Практический опыт, накопленный в военной медицине, впоследствии был внедрён в гражданское здравоохранение.

Развитие аппаратных средств и методов дозирования нагрузки

Во второй половине XX века происходит совершенствование конструкций механотерапевтических устройств. Основное внимание уделяется повышению точности дозирования нагрузки, улучшению эргономики тренажёров, адаптации оборудования под различные группы пациентов. Появляются более специализированные устройства для разработки отдельных суставов, включая коленный сустав, плечевой пояс и позвоночник. В этот период начинают использоваться элементы регулировки сопротивления, позволяющие постепенно увеличивать нагрузку в процессе восстановления.

Одновременно развивается представление о необходимости индивидуализации реабилитационных программ. Подбор нагрузки и упражнений осуществляется с учётом характера травмы или заболевания, этапа восстановления, возраста и физической подготовки пациента. В конце XX и начале XXI века существенный вклад в развитие данного направления внесли представители школы лечебной физической культуры, в том числе отечественные специалисты Епифанов В. А., Разумов А. Н. и др., сформировавшие научные основы применения физических упражнений в медицине.

Несмотря на значительное развитие, механотерапия в XX веке имела ряд ограничений, обусловленных техническими возможностями того времени. К основным из них относились отсутствие объективного контроля параметров движения (скорости, силы, мощности), невозможность автоматической адаптации нагрузки,

зависимость точности выполнения упражнений от контроля специалиста, ограниченные возможности количественной оценки эффективности лечения.

В связи с этим оценка результатов реабилитации часто носила субъективный характер и основывалась на клиническом опыте врача.

Переход к биомеханическому подходу

К концу XX века развитие науки и техники привело к формированию биомеханического подхода в реабилитации. Начинают внедряться устройства, позволяющие не только выполнять упражнения, но и регистрировать количественные показатели движения. Это стало предпосылкой для появления изокинетических тренажёров и компьютеризированных систем диагностики.

Таким образом, механотерапия в XX веке прошла путь от вспомогательного метода к важному компоненту комплексной реабилитации.

Эти принципы легли в основу современных технологий реабилитации, включая использование биомеханических и роботизированных комплексов, которые обеспечивают более высокий уровень контроля, точности и эффективности восстановительного процесса.

Современные роботизированные биомеханические комплексы

Современный этап развития медицинской реабилитации характеризуется активным внедрением высокотехнологичных решений, основанных на достижениях биомеханики, робототехники, нейрофизиологии и информационных технологий. Одним из наиболее перспективных направлений является использование роботизированных биомеханических комплексов, позволяющих существенно повысить эффективность восстановительного лечения.

Понятие и основные характеристики

Роботизированные биомеханические комплексы представляют собой устройства, предназначенные для выполнения, контроля и анализа движений пациента с использованием автоматизированных систем управления. В отличие от традиционных механотерапевтических тренажёров, данные системы обеспечивают не только выполнение упражнений, но и непрерывную регистрацию параметров движения.

К ключевым характеристикам современных комплексов относятся:

- высокая точность дозирования нагрузки;
- возможность программирования параметров движения (амплитуды, скорости, сопротивления);
- использование биологической обратной связи;
- адаптация нагрузки в режиме реального времени;
- интеграция с программным обеспечением для анализа результатов.

Таким образом, данные системы позволяют перейти от субъективной оценки состояния пациента к объективному количественному контролю процесса реабилитации.

3.3. КЛАССИФИКАЦИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

В зависимости от конструктивных особенностей и функционального назначения выделяют несколько основных типов роботизированных биомеханических систем:

1. Экзоскелетные системы

Представляют собой внешние механические конструкции, фиксируемые на теле пациента и повторяющие анатомические оси движения суставов. Они применяются преимущественно для восстановления ходьбы и координации движений нижних конечностей.

2. Стационарные роботизированные тренажёры

Используются для разработки отдельных суставов, в том числе коленного. Позволяют выполнять как пассивные, так и активные движения с заданными параметрами.

3. Изокинетические комплексы

Обеспечивают выполнение движений с постоянной скоростью при изменяющемся сопротивлении. Широко применяются для оценки мышечной силы и выносливости, а также для тренировочных целей.

4. Системы с биологической обратной связью (Biofeedback)

Позволяют пациенту получать информацию о качестве выполнения движения в реальном времени (визуально или аудиально), что способствует более эффективному формированию двигательных навыков.

3.4. БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Теория работы в изокинетическом режиме объясняет атравматичность упражнений на данном типе тренажеров, позволяет получить объективную информацию о кинетике и кинематике в каждой точке траектории движения в поврежденном суставе, работа на роботизированных биомеханических комплексах в изокинетическом режиме приводит к улучшению стабильности миоэнтезического аппарата травмированной области, восстановлению полноты движения в соответствующем суставе, а также обеспечению сенсомоторного контроля в управлении движениями

Эффективность роботизированных комплексов обусловлена их способностью реализовывать ключевые принципы современной реабилитации:

- повторяемость движений (многократное выполнение заданных движений способствует формированию устойчивых двигательных стереотипов);
- дозированность нагрузки (нагрузка подбирается индивидуально и может изменяться в зависимости от состояния пациента);
- специфичность воздействия (тренируются именно те движения и мышечные группы, которые необходимы для восстановления функции);
- обратная связь (обеспечивает контроль и коррекцию двигательной активности);
- нейропластичность (регулярная стимуляция способствует восстановлению нарушенных нейромышечных связей).

В спортивной медицине особое значение имеет возможность точного контроля биомеханических параметров, таких как сила, скорость, мощность и симметрия движений.

Роботизированные комплексы активно применяются при восстановлении после травм и операций на коленном суставе, включая повреждения связочного аппарата (например, передней крестообразной связки), менисков и суставного хряща (рис. 5).

Использование биомеханических комплексов, в том числе модуля MJ (Кон-Трекс) позволяет:

- безопасно разрабатывать сустав на ранних этапах реабилитации;
- контролировать объём движений и предотвращать перегрузку;

- восстанавливать мышечную силу и выносливость;
- улучшать координацию и стабильность сустава;
- оценивать динамику восстановления на основе объективных данных.

Особенно важным является возможность постепенного перехода от пассивных движений к активным и далее к функциональным нагрузкам, приближенным к условиям спортивной деятельности.

Преимущества по сравнению с традиционными методами

По сравнению с классической механотерапией роботизированные комплексы обладают рядом существенных преимуществ:

- высокая точность и воспроизводимость параметров движения;
- снижение влияния человеческого фактора;
- возможность длительной и интенсивной тренировки без потери качества;
- объективизация результатов лечения;
- индивидуализация программ реабилитации.

Кроме того, использование цифровых технологий позволяет сохранять и анализировать данные пациента, что облегчает контроль эффективности лечения и корректировку программы.



Рис. 5 Тренировка на модуле МЖ биомеханического комплекса Кон-Трекс

Ограничения и перспективы развития

Несмотря на очевидные преимущества, применение роботизированных комплексов имеет и определённые ограничения. Это и высокая стоимость оборудования, необходимость специальной подготовки персонала, ограниченная доступность в ряде медицинских учреждений, а также необходимость сочетания с традиционными методами реабилитации.

Перспективы развития данного направления связаны с дальнейшей интеграцией робототехники, искусственного интеллекта и нейротехнологий. Ожидается расширение возможностей адаптации нагрузки, улучшение интерфейсов взаимодействия с пациентом и повышение доступности оборудования.

Таким образом, роботизированные биомеханические комплексы представляют собой современный этап эволюции механотерапии, обеспечивающий высокий уровень точности, контроля и эффективности реабилитационного процесса. Их использование в спортивной медицине позволяет не только ускорить восстановление после травм коленного сустава, но и повысить качество функционального результата, что имеет принципиальное значение для возвращения спортсменов к профессиональной деятельности.

Контрольные вопросы

1. Кто является основоположником механотерапии и в чём заключалась основная идея его подхода?
2. Какие конструктивные и функциональные особенности отличали тренажёры Густава Цандера от традиционных методов лечебной гимнастики XIX века?
3. Какие принципы, сформулированные Цандером, сохраняют актуальность в современной реабилитации?
4. Как изменилась роль механотерапии в первой половине XX века?
5. В чём заключалась интеграция механотерапии с лечебной физической культурой (ЛФК)?
6. Какие основные типы роботизированных биомеханических систем выделяются и в чём заключаются их различия по назначению?
7. Какие особенности изокинетических комплексов делают их эффективными для оценки и тренировки мышечной функции?
8. Какую роль играют системы с биологической обратной связью в процессе реабилитации?
9. Какие ключевые принципы современной реабилитации реализуются при использовании роботизированных биомеханических комплексов?
10. Какие биомеханические параметры можно объективно контролировать при работе на роботизированных комплексах и при каких повреждениях коленного сустава они применяются?
11. Какие основные задачи решает использование биомеханических комплексов (в том числе модуля MJ «Кон-Трекс») в реабилитации коленного сустава?
12. В чём заключаются преимущества роботизированных биомеханических комплексов по сравнению с традиционными методами механотерапии?
13. Какие ограничения существуют при применении роботизированных комплексов и каковы основные перспективы их дальнейшего развития?

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ РОБОТИЗИРОВАННОЙ БИОМЕХАНИКИ (роботизированный биомеханический комплекс КОН-ТРЕКС)

Роботизированный биомеханический диагностический и тренажерный комплекс с биологической обратной связью (далее РБК Кон-Трекс) применяется для оценки и тренировок функционального состояния опорно-двигательного и нейромышечного аппарата спортсмена. Измеряется объем выполняемого движения, усилие и оптимальные скоростные характеристики движения. Различные модули РБК Кон-Трекс представлены на рис. 6–8.

Перед назначением и разработкой индивидуальной программы тренировок, в первый день занятий спортсмену проводится диагностика исходного состояния на РБК Кон-Трекс. После серии занятий проводится заключительная диагностика, полученные динамические показатели позволяют оценивать эффективность проведенных тренировок.

Интегральными показателями оценки эффективности тренировок с использованием РБК Кон-Трекс являются: силовые (максимальная, средняя, удельная сила), скоростные (максимальная и средняя скорость), время достижения максимального усилия (сек).

Для более точного проведения тестирования и анализа полученных результатов, спортсменов должен предоставить следующую информацию (от врача команды): данные последнего УМО; недавно перенесенные острые заболевания, травмы.



Рис. 6 Модуль ТР/МД РБК Кон-Трекс

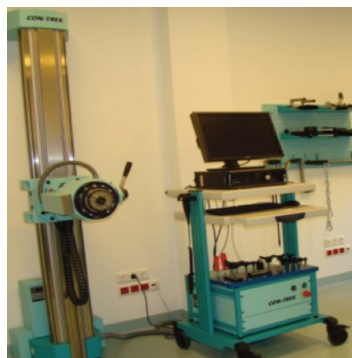


Рис. 7 Модуль WS РБК Кон-Трекс

Критерии допуска спортсмена к тестированию на РБК Кон-Трекс:

- отсутствие жалоб на состояние здоровья;
- отсутствие на момент обследования острых воспалительных заболеваний (ангина, гайморит, ринит, синусит и т.д.);
- последний прием пищи не менее чем за 2 часа до исследования;
- наличие спортивной формы, спортивной обуви (кроссовки).

Показания к проведению тестирования на РБК Кон-Трекс:

- определение силовых, скоростных и мощностных показателей;
- определение выносливости и утомляемости;
- определение внутри- и межмышечной координации;
- определение уровня восстановления после травмы.

Противопоказания к проведению тестирования на РБК Кон-Трекс:

- наличие в анамнезе оперативных вмешательств на опорно-двигательном аппарате сроком до 1 месяца;
- лихорадочные состояния;
- отказ от проведения обследования;
- травмы не совместимые с проведением предполагаемой нагрузки;
- наличие выраженного болевого синдрома;
- беременность.

Критерии прекращения нагрузочного тестирования на РБК Кон-Трекс:

- ухудшение самочувствия в ходе тестирования;
- субъективное ощущение невозможности более продолжать тестирование;



Рис. 8 Модуль LP РБК Кон-Трекс

- резкий болевой синдром, не позволяющий проведение дальнейшего тестирования.

Обеспечение безопасности проведения нагрузочного тестирования на РБК Кон-Трекс:

- непрерывный контроль медицинского персонала (врач, инструктор), имеющего допуск к работе на РБК;
- 3-уровневая система безопасности РБК Кон-Трекс.

Форс-мажорные обстоятельства, возможные в ходе тестирования на РБК Кон-Трекс и способы их решения:

При падении или отсутствии напряжения в электробытовой сети, нарушение работы управляющего персонального компьютера проведение теста прекращается до восстановления электроснабжения и работоспособности системы в целом.

Инструктаж для спортсменов, участвующих в тестировании на РБК Кон-Трек.

Перед началом тестирования на роботизированном биомеханическом комплексе «Кон-Трекс» пациенту необходимо разъяснить правила проведения исследования и требования к выполнению упражнений.

Во время тестирования не допускаются посторонние разговоры. Общение возможно только в случае уточнения самочувствия пациента или оценки переносимости физической нагрузки.

Тестирование проводится поэтапно.

Первый подход носит ознакомительный и разминочный характер. Движение выполняется в пассивном режиме за счёт работы аппарата. Цель данного этапа ознакомить пациента с характером движения, его амплитудой и особенностями выполнения.

После этого проводится основная часть тестирования, которая включает серию самостоятельных подходов. Упражнения выполняются на различных скоростях и с разным количеством повторений. Пациент должен выполнять движения с максимально возможным усилием и максимально доступной скоростью, соблюдая заданную технику.

Диагностическое тестирование проводится в начале и по завершении реабилитационно-восстановительного курса.

Протокол диагностики сгибание/разгибание в коленном суставе на модуле МЖ приведен в табл. 3.

В ходе исследования оцениваются показатели как повреждённой, так и здоровой конечности, включая силу, скорость, мощность, амплитуду движения, уровень утомления, общий уровень функции двигательного комплекса.

Полученные данные используются для объективной оценки функционального состояния коленного сустава и анализа эффективности проведённых реабилитационных мероприятий.

Таблица 3

**Протокол диагностики на модуле МЖ РБК Кон-Трекс
по протоколу сгибание/разгибание в коленном суставе**

№.№	Режим	Кол-во подходов	Кол-во повторений	Скорость, °/сек	Пауза между подходами, сек
1	Изокинетический-баллистический, кон-кон	1	8	60	60
2	Изокинетический-баллистический, кон/кон	1	10	120	60
3	Изокинетический-баллистический, кон/кон	1	12	180	60
4	Изокинетический-баллистический, кон/кон	1	6	30	-

Анализируют значения следующих показателей: крутящий момент максимальный (Н·м.), удельная средняя мощность (Вт/кг), удельный средний крутящий момент (Н·м/кг) на различных скоростях. Работа на скорости $V=300^\circ/\text{сек}$ оценивает профиль силы, $V=60^\circ/\text{сек}$ оценивает уровень межмышечной координации, $V=120^\circ/\text{сек}$ – показатели внутримышечной координации, $V=180^\circ/\text{сек}$ – скоростная выносливость.

Контрольные вопросы

1. Какие функциональные показатели оцениваются с помощью РБК «Кон-Трекс»?
2. Когда проводится диагностическое тестирование на РБК «Кон-Трекс» в процессе реабилитации?
3. Какие интегральные показатели используются для оценки эффективности тренировок на РБК?
4. Какие данные должен предоставить пациент перед проведением тестирования?
5. Какие основные критерии допуска пациента к тестированию на РБК «Кон-Трекс»?
6. Перечислите основные показания к проведению тестирования на РБК «Кон-Трекс».
7. Какие противопоказания необходимо учитывать перед проведением тестирования?
8. В каких случаях необходимо немедленно прекратить нагрузочное тестирование?
9. Как обеспечивается безопасность при проведении тестирования на РБК «Кон-Трекс»?
10. Какие показатели оцениваются при работе на различных скоростях (60°/с, 120°/с, 180°/с, 300°/с)?
11. Какова цель ознакомительного (пассивного) подхода перед основным тестированием?
12. Какие требования предъявляются к выполнению движений пациентом во время основной части теста?
13. Какие показатели сравниваются при оценке повреждённой и здоровой конечности?
14. Какие действия необходимо предпринять при возникновении форс-мажорных обстоятельств (например, отключение электроэнергии)?
15. Какую роль играет биологическая обратная связь в процессе тестирования и тренировки на РБК «Кон-Трекс»?

ГЛАВА 5. МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ (ТРЕНИРОВКИ) ПОСЛЕ ТРАВМЫ КОЛЕННОГО СУСТАВА У СПОРТСМЕНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫХ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

При проведении реабилитации спортсменов после травм и операций на коленном суставе на третьем этапе восстановления применяется роботизированный биомеханический комплекс (РБК) «Кон-Трекс». Работа на данном оборудовании строится по определённому алгоритму, который позволяет выбирать режим тренировки в зависимости от исходного функционального состояния спортсмена (рис. 9).

Разработанный алгоритм позволяет не думать каждый раз заново, а следовать ему; снижает риск ранней перегрузки конечности; упрощает принятие решений для молодых специалистов; делает методику воспроизводимой



Рис. 9 Алгоритм работы на РБК Кон-Трекс
(*СРМ – продолженное пассивное движение)

Стандартная структура занятия на РБК «Кон-Трекс» предусматривает распределение нагрузки: около 40% времени отводится на пассивную разработку сустава, 60% на активную работу, из которых до 10% составляет силовая нагрузка, выполняемая в различных режимах.

Методика основана на использовании изокинетического режима, который обеспечивает выполнение движения с постоянной скоростью при изменяющемся сопротивлении. Это позволяет безопасно нагружать сустав, контролировать движение по всей траектории и получать точные данные о работе мышц.

Выбор режима тренировки определяется результатами предварительного диагностического обследования.

Если у спортсмена выявлены нарушения функции двигательного комплекса, занятия начинают с режима продолженного пассивного движения (СРМ), который используется для увеличения амплитуды движений в суставе. После этого переходят к изометрическому режиму, направленному на активацию мышц и формирование полноценного мышечного сокращения. При достижении примерно 70% восстановления функции двигательного комплекса переходят к работе в изокинетическом режиме.

Если выраженных нарушений функции не выявлено (уровень восстановления не менее 70%, отсутствуют выраженный отёк, болевой синдром и признаки воспаления), тренировка сразу проводится в изокинетическом режиме.

Работа в изокинетическом режиме выполняется в концентрическом варианте (сокращение мышц в обе фазы движения) и строится поэтапно с постепенным увеличением нагрузки.

Методика работы в изокинетическом режиме на РБК Кон-Трекс на 3 этапе реабилитационно-восстановительного лечения представлена в табл. 4.

В первые 5 дней выполняется несколько подходов:

- работа на средних скоростях (60–90°/с) – для адаптации и включения мышц в работу;
- работа на скорости 120°/с – для увеличения объёма нагрузки;
- завершающий подход на низкой скорости (30–45°/с) – для развития силы.

После этого предусмотрен период отдыха (2 дня).

Таблица 4

**Методика тренировки в изокинетическом режиме
с использованием РБК Кон-Трекс
на 3 этапе реабилитационно-восстановительного лечения.**

День	Режим	Подход	Кол-во повторений, сек	Скорость, °/сек	Пауза между подходами, сек
1–5	Изокинетический-баллистический, кон-кон	1	10–12	60–90	60
		2	10–12	60–90	60
		3	12–15	120	60
		4	12–15	120	60
		5	8–10	30–45	-
6–7	Отдых				
8–12	Изокинетический-баллистический, кон-кон	1	10–12	60–90	60
		2	10–12	60–90	60
		3	12–15	120	60
		4	12–15	120	60
		5	15–20	180	60
		6	15–20	180	60
		7	8–10	30–45	-
13–14	Отдых				
15–19	Изокинетический-баллистический, кон-кон	1	10–12	60–90	60
		2	10–12	60–90	60
		3	12–15	120	60
		4	12–15	120	60
		5	15–20	180	60
		6	15–20	180	60
		7	8–10	30–45	60
		8	8–10	30–45	60
		9	8–10	30–45	-
20–21	Отдых				

С 8 по 12 день увеличивается общий объём нагрузки:

- добавляются подходы на высокой скорости (до 180°/с);
- увеличивается количество повторений;
- сохраняется структура занятия с переходом от средних скоростей к высоким и завершением на низкой скорости.

После данного блока также следует период отдыха.

С 15 по 19 день нагрузка дополнительно увеличивается:

- возрастает количество подходов;
- увеличивается время работы на низких скоростях;
- сохраняется работа на высоких скоростях для развития координации и контроля движений.

Далее предусмотрен заключительный период отдыха.

Все упражнения выполняются в максимально возможной или физиологически допустимой амплитуде движения.

Работа на средних скоростях (60–90°/с) используется для адаптации к нагрузке; формирования базового мышечного тонуса.

Работа на высоких скоростях (120–180°/с) направлена на развитие контроля движения; стабилизацию сустава; улучшение межмышечной и внутримышечной координации.

Работа на низких скоростях (30–45°/с) используется для развития силы; формирования силовой выносливости.

Перед началом занятия проводится обязательная подготовка: суставная разминка; работа на велоэргометре в аэробном режиме (60–70 об/мин) в течение 10 минут.

Продолжительность занятий увеличивается по мере адаптации к нагрузке:

- в первые 5 дней около 17–18 минут;
- с 8 по 12 день 21–23 минуты;
- с 15 по 19 день до 30 минут.

Конкретная продолжительность занятия и выбор режима определяются клиническим состоянием спортсмена и выраженностью симптомов.

В процессе реабилитации проводится как минимум два диагностических обследования – до начала и после завершения курса, что позволяет оценить динамику восстановления.

Применение данной методики позволяет одновременно воздействовать на основные компоненты двигательной функции: силу, скорость, выносливость, координацию и стабильность сустава. Это обеспечивает подготовку спортсмена к возвращению к тренировочной деятельности с учётом требований конкретного вида спорта.

Возможные ошибки при работе на РБК «Кон-Трекс» и способы их коррекции представлены в табл. 5.

Таблица 5

**Типичные ошибки при работе на РБК «Кон-Трекс»
и способы их коррекции**

Ошибка	Возможная причина	Как исправить
Боль во время выполнения упражнения	Слишком высокая нагрузка или скорость; работа вне физиологической амплитуды	Снизить скорость, уменьшить амплитуду движения, вернуться к предыдущему этапу
Появление или усиление отёка после занятия	Перегрузка сустава; недостаточный отдых	Уменьшить объём тренировки, увеличить интервалы отдыха, контролировать нагрузку
Уход колена внутрь (вальгус) при движении	Слабость мышц бедра, нарушение контроля движения	Снизить скорость, добавить упражнения на контроль движения и стабилизацию
Асимметрия работы конечностей	Недостаточная сила повреждённой конечности	Уменьшить нагрузку, увеличить акцент на слабую сторону
Рывковые, неравномерные движения	Плохой контроль, слишком высокая скорость	Снизить скорость, отработать движение на 60–90°/с
Быстрая утомляемость	Недостаточная подготовка, избыточная нагрузка	Сократить количество повторений, увеличить паузы
Отсутствие прогресса	Неправильно подобран режим нагрузки	Пересмотреть программу, изменить скорость или объём
Боязнь выполнения движения	Психологический фактор после травмы	Начать с низких скоростей, постепенно увеличивать нагрузку
Ограничение амплитуды движения	Боль, ригидность сустава	Использовать СРМ-режим, выполнять мягкую разработку
Перегрузка мышц (болезненность после тренировки)	Чрезмерный объём или интенсивность	Снизить нагрузку, увеличить восстановительный период
Неправильная посадка на тренажёре	Ошибка настройки оборудования	Перенастроить РБК под антропометрию спортсмена
Смещение таза или корпуса во время упражнения	Попытка компенсировать слабость мышц	Зафиксировать положение, контролировать технику
Работа через выраженную боль	Игнорирование сигналов организма	Немедленно остановить упражнение, снизить нагрузку
Недостаточная вовлечённость мышц	Пассивное выполнение движения	Объяснить задачу, увеличить активное участие спортсмена
Слишком быстрый переход к высоким скоростям	Нарушение этапности	Вернуться к средним скоростям, соблюдать прогрессию

Контрольные вопросы

1. Какова структура занятия на РБК «Кон-Трекс» (соотношение пассивной и активной работы)?
2. На основании каких данных принимается решение о выборе режима тренировки?
3. С какого режима начинается работа при выраженных функциональных нарушениях и какова его задача?
4. В какой последовательности используются режимы СРМ, изометрический и изокинетический?
5. При каком уровне восстановления функции можно переходить к изокинетическому режиму?
6. В каких случаях допускается немедленный переход к изокинетической тренировке?
7. В каких условиях выполняются упражнения в изокинетическом режиме (тип сокращения, амплитуда)?
8. Какова роль работы на средних скоростях ($60\text{--}90^\circ/\text{с}$) в структуре тренировки?
9. Какие задачи решаются при использовании высоких скоростей ($120\text{--}180^\circ/\text{с}$)?
10. Для чего применяется работа на низких скоростях ($30\text{--}45^\circ/\text{с}$)?
11. Как изменяется структура и объём нагрузки в течение 1–5, 8–12 и 15–19 дней тренировки?
12. Какие мероприятия обязательны перед началом работы на РБК «Кон-Трекс»?
13. Какие показатели необходимо контролировать во время выполнения упражнений?
14. Какие типичные ошибки могут возникать при работе на РБК и чем они обусловлены?
15. Какие действия должен предпринять специалист при появлении боли, отёка или ухудшения функции в процессе тренировки?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Кто считается основоположником механотерапии?
 - А) И. П. Павлов
 - Б) Густав Цандер
 - В) Н. И. Пирогов
 - Г) В. А. Епифанов
2. Основная идея тренажёров Цандера заключалась в:
 - А) увеличении массы тела
 - Б) выполнении хаотичных движений
 - В) дозированном и контролируемом движении
 - Г) полной иммобилизации
3. Что является основным принципом механотерапии?
 - А) Полный покой
 - Б) Дозированная нагрузка
 - В) Только медикаментозное лечение
 - Г) Исключение движений
4. Какая доля травм у спортсменов приходится на нижние конечности?
 - А) менее 30%
 - Б) около 50%
 - В) более 65%
 - Г) менее 10%
5. Наиболее часто травмируемый сустав у спортсменов:
 - А) плечевой
 - Б) локтевой
 - В) коленный
 - Г) лучезапястный
6. Основной механизм травмы коленного сустава в игровых видах спорта:
 - А) статическая нагрузка
 - Б) резкое изменение направления движения
 - В) длительное сидение
 - Г) медленное сгибание

7. Наиболее частый тип повреждения коленного сустава:
- А) перелом
 - Б) повреждение связок и менисков
 - В) ожог
 - Г) инфекция
8. Какой тип травм коленного сустава преобладает?
- А) острые
 - Б) хронические перегрузочные
 - В) инфекционные
 - Г) врождённые
9. Сколько этапов реабилитации спортсменов принято в РФ?
- А) 2; Б) 3; В) 4; Г) 5
10. На каком этапе происходит возвращение к тренировкам?
- А) 1 этап
 - Б) 2 этап
 - В) 3 этап
 - Г) не предусмотрено
11. Какой метод используется для измерения объёма движений?
- А) пальпация
 - Б) гониометрия
 - В) перкуссия
 - Г) аускультация
12. Тест Лахмана используется для оценки:
- А) мениска
 - Б) мышц
 - В) передней крестообразной связки
 - Г) сухожилий
13. При каком угле выполняется тест «переднего выдвижного ящика»?
- А) 30°; Б) 45°; В) 90°; Г) 120°

14. По какой шкале оценивается мышечная сила?
- А) 3-балльной
 - Б) 5-балльной
 - В) 10-балльной
 - Г) 100-балльной
15. Что оценивается при функциональных тестах (приседания, выпады)?
- А) только боль
 - Б) только сила
 - В) качество движения и стабильность
 - Г) только внешний вид
16. С какого режима начинается работа при выраженных нарушениях функции?
- А) изокинетического
 - Б) изометрического
 - В) СРМ (пассивного)
 - Г) силового
17. При каком уровне восстановления можно переходить к изокинетике?
- А) 30%; Б) 50%; В) 70%; Г) 100%
18. Что характеризует изокинетический режим?
- А) постоянная сила
 - Б) постоянная скорость
 - В) отсутствие движения
 - Г) случайная нагрузка
19. Для чего используется скорость 60–90°/с?
- А) развитие максимальной силы
 - Б) адаптация и обучение
 - В) отдых
 - Г) растяжка
20. Для чего используется скорость 120–180°/с?
- А) увеличение массы тела
 - Б) развитие координации и контроля
 - В) снижение нагрузки
 - Г) расслабление

21. Для чего используется скорость 30–45°/с?
- А) координация
 - Б) растяжка
 - В) развитие силы
 - Г) отдых
22. Что обязательно выполняется перед тренировкой на РБК?
- А) сон
 - Б) разминка и велоэргометр
 - В) массаж
 - Г) только отдых
23. Что является причиной боли во время тренировки?
- А) правильная нагрузка
 - Б) недостаточная нагрузка
 - В) перегрузка или неправильная техника
 - Г) отдых
24. Какое действие необходимо при появлении отёка?
- А) увеличить нагрузку
 - Б) продолжить без изменений
 - В) снизить нагрузку
 - Г) прекратить диагностику
25. Основное преимущество РБК:
- А) увеличение массы тела
 - Б) отсутствие нагрузки
 - В) точный контроль движения и нагрузки
 - Г) только пассивная работа

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Задача 1

Спортсмен (футболист, 24 года) после реконструкции передней крестообразной связки. Срок после операции — 3 месяца.

Жалобы: умеренная слабость в ноге, нестабильность при выполнении приседаний.

Объективно: объём движений почти полный, незначительная гипотрофия четырёхглавой мышцы.

Функция оценена на уровне ~65%.

Вопросы:

С какого режима следует начать тренировку на РБК?

Какие этапы работы необходимо последовательно пройти?

Когда можно переходить к изокинетическому режиму?

Ответ:

Начать с СРМ и изометрического режима.

СРМ → изометрия → изокинетика.

После достижения уровня функции около 70%.

Задача 2

Баскетболист, 21 год. Срок после травмы коленного сустава — 5 месяцев.

Жалоб нет. Отека нет. Объём движений полный. Сила снижена незначительно. Функция оценена на уровне 80%.

Вопросы:

Какой режим тренировки следует выбрать?

Нужно ли использовать СРМ или изометрию?

Какие скорости следует использовать в начале тренировки?

Ответ:

Изокинетический режим.

Нет, можно сразу начинать с изокинетики.

60–90°/с с последующим увеличением.

Задача 3

Лыжник, 27 лет. На тренировке при работе на РБК отмечает боль в коленном суставе при выполнении упражнений на скорости 180°/с.

Вопросы:

В чём вероятная причина?

Какие действия необходимо предпринять?

Ответ:

Перегрузка или преждевременный переход к высокой скорости.

Снизить скорость до 60–90°/с, уменьшить объём нагрузки.

Задача 4

Спортсмен (гандбол), 23 года. При выполнении приседаний и работы на РБК наблюдается уход колена внутрь (вальгус).

Вопросы:

О чём это свидетельствует?

Как скорректировать тренировку?

Ответ:

Нарушение нейромышечного контроля, слабость мышц бедра.

Снизить скорость, добавить упражнения на стабилизацию и контроль движения.

Задача 5

Спортсмен, 25 лет. После занятия на РБК отмечается выраженный отёк коленного сустава.

Вопросы:

В чём причина?

Как изменить программу?

Ответ:

Избыточная нагрузка.

Уменьшить объём тренировки, увеличить отдых, снизить интенсивность.

Задача 6

Футболист, 22 года. Жалуется на быструю утомляемость при работе на тренажёре.

Вопросы:

Возможные причины?

Как корректировать тренировку?

Ответ:

Недостаточная подготовка или слишком высокий объём нагрузки.

Снизить количество повторений, увеличить паузы.

Задача 7

Спортсмен выполняет упражнения на РБК, но движения носят рывковый характер.

Вопросы:

В чём причина?

Как исправить?

Ответ:

Слишком высокая скорость или недостаточный контроль.

Снизить скорость, отработать движения на 60–90°/с.

Задача 8

Спортсмен избегает активной работы на тренажёре, выполняет движения пассивно.

Вопросы:

Возможная причина?

Действия специалиста?

Ответ:

Недостаточная вовлечённость или страх движения.

Объяснить задачу, повысить активное участие, начать с лёгких режимов.

Задача 9

При диагностике выявлена значительная асимметрия силы конечностей.

Вопросы:

Как это влияет на тренировку?

Что необходимо изменить?

Ответ:

Повышается риск повторной травмы.

Увеличить нагрузку на слабую конечность, контролировать симметрию.

Задача 10

Спортсмен завершил курс реабилитации. Необходимо оценить его готовность к возвращению в спорт.

Вопросы:

Какие показатели необходимо оценить?

Какие критерии являются ключевыми?

Ответ:

Объем движений, сила, стабильность, функциональные тесты.

Отсутствие боли, симметрия, полноценный контроль движения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абуталимова С. М., Костюк Е. В., Корягина Ю. В. Применение роботизированного комплекса Cop-trex MJ для диагностики и коррекции дисбаланса мышц голени у спортсменов легкоатлетов. 2018.
2. Анализ уровня и структуры травм коленного сустава в различных видах спорта / А. А. Пучко и др. 2019.
3. Башкиров В. Ф. Комплексная реабилитация спортсменов после травм опорно-двигательного аппарата. Москва, 1984.
4. Бернштейн Н. А. Биомеханика и физиология движений. Москва; Воронеж, 2008.
5. Восстановительное лечение после артроскопических вмешательств на коленном суставе при повреждениях капсульно-связочного аппарата / А. В. Епифанов и др. Москва, 2011.
6. Гершбург М. И., Попов С. Н., Хайдари М. Проприоцептивная тренировка в реабилитации спортсменов после операций и травм нижней конечности. 2013.
7. Епифанов В. А., Епифанов А. В. Восстановительное лечение при повреждениях опорно-двигательного аппарата. Москва, 2009.
8. Епифанов В. А., Епифанов А. В. Реабилитация в травматологии. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010.
9. Зацюрский В. М., Аруин А. С., Селуянов В. Н. Биомеханика двигательного аппарата человека. Москва, 1981.
10. Клинические рекомендации по реабилитации высококвалифицированных спортсменов после оперативного лечения травм и заболеваний нижних конечностей / под ред. В. В. Уйба. Москва: ФМБА России, 2018.
11. Колышенков В. А., Фесюн А. Д., Яковлев М. Ю. Оценка эффективности метода медицинской реабилитации с использованием роботизированной механотерапии у пациентов с повреждением передней крестообразной связки коленного сустава. 2023.
12. Котельников Г. П., Чернов А. П., Измалков С. Н. Нестабильность коленного сустава. Самара, 2001.
13. Лечебная физическая культура в системе медицинской реабилитации: национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022.
14. Миронова З. С. Повреждение менисков, боковых и крестообразных связок коленного сустава при занятиях спортом. Москва, 1962.
15. Миронова З. С., Морозова Е. М. Спортивная травматология. Москва, 1976.
16. Недостаточность проприоцептивного контроля после пластики ПКС как причина повторных травм коленного сустава у профессиональных спортсменов / П. П. Чекерес и др. 2015.

17. Орджоникидзе З. Г., Гершбург М. И., Кузнецова Г. А. Проприоцептивная тренировка в системе реабилитации футболистов с патологией опорно-двигательного аппарата. 2006.
18. Попов С. Н., Хайдари М., Гершбург М. И. Проприоцептивные и плиометрические упражнения в реабилитации спортсменов после реконструкции передней крестообразной связки. 2013.
19. Применение изокинетических динамометров в реабилитации и восстановлении высококвалифицированных спортсменов после травм и операций коленного сустава / В. В. Петрова, А. В. Хан и др. 2023.
20. Реабилитация в спорте высших достижений / С. М. Разинкин, А. С. Самойлов, В. В. Петрова и др. Москва, 2022.
21. Реабилитация при повреждении капсульно-связочного аппарата коленного сустава: федеральные клинические рекомендации / С. П. Миронов, М. Б. Цыкунов, Т. В. Булова. Москва, 2015.
22. Спортивная медицина / Э. И. Аухадеев, В. А. Бадтиева, Р. А. Бодрова и др. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023.
23. Спортивная медицина: национальное руководство / под ред. С. П. Миронова, Б. А. Поляева, Г. А. Макаровой. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013.
24. Система реабилитации спортсменов после реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава / Ю. В. Осипов и др. 2022.
25. Федулова Д. В., Бердюгин К. А. Физическая реабилитация спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга. Екатеринбург, 2022.

Нормативно-правовые документы

Федеральный закон от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» (действующая редакция).

Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (действующая редакция).

Приказ Минздрава России от 23.10.2020 № 1144н «Об утверждении порядка организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом...» (с изменениями).

Приказ ФМБА России от 08.09.2023 № 178 «Об утверждении порядка организации медико-биологического обеспечения спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации».

Приказ Минздрава России от 22.09.2023 № 489н «О признании утратившим силу приказа Минздрава России от 30.05.2018 № 288н».

Профессиональный стандарт «Врач по спортивной медицине» (Приказ Минтруда России от 30.08.2018 № 565н).

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Диагностические тесты,
используемые в осмотре спортивного врача**

1. **Общий осмотр в положении стоя:**
визуальное изучение постуральных линий и плоскостей.

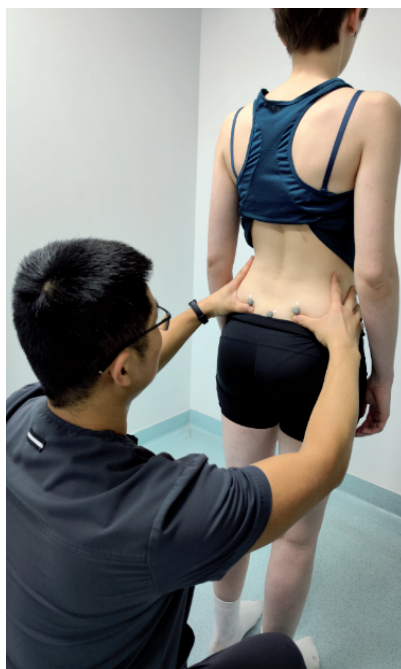


2. Оценка положения таза:

подушечки больших пальцев располагаются под крестцово-подвздошными суставами (КПС) с 2-х сторон.

2,3 пальцы рук располагаются на гребнях подвздошных костей с 2-х сторон.

Оценивается уровень и симметрия расположения пальцев.



3. Флексионный тест из положения стоя.

И.П. как при оценке положения таза.
Пациент совершает наклон вперед, максимально сохраняя прямые нижние конечности.

Врач сопровождает наклон пациента вперед, удерживая руки на тазу (большие пальцы под КПС, 2-3 пальцы рук на гребнях подвздошных костей).

Оценка результата:
смещение одной из рук вверх говорит о наличии функциональной патологии нижней конечности с этой стороны и о восходящем типе дисфункции.



4. Тест определения подвижности крестцово-подвздошного сочленения (КПС).

И.П. стоя, врач располагает большой палец правой руки на остистом отростке позвонка S2, левая рука располагается, как при оценке положения таза (подушечка большого пальца под КПС, 2,3 пальцы располагаются на гребне подвздошной кости).

Пациент совершает сгибание левой нижней конечности в коленном и тазобедренном суставах до 90 градусов.

Оценка результата: если большой палец левой руки опускается при сгибании и возвращается в исходное положение при разгибании нижней конечности, то КПС слева мобильный, в противном случае заблокирован.

Аналогично тестируется правый КПС.



5. Флекссионный тест из положения сидя.

И.П. сидя на табурете, ноги разведены шире плеч.

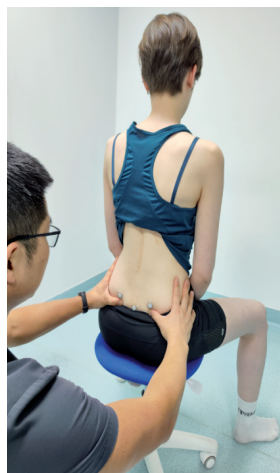
Руки врача, как при оценке положения таза.

Пациент совершает наклон вперед с руками между ног.

Врач сопровождает наклон пациента вперед, удерживая руки на тазу

(большие пальцы под КПС, 2-3 пальцы рук на гребнях подвздошных костей).

Оценка результата: смещение одной из рук вверх говорит о наличии функциональной патологии со стороны позвоночника и о нисходящем типе дисфункции.



6. Оценка растяжимости поясничного отдела позвоночника.

И.П. стоя,
проводится измерение
расстояния между остистыми
отростками L1-L5,
далее пациент наклоняется вперед,
проводится повторный замер расстояния
между остистыми отростками L1-L5.
Оценка результата:
при увеличении расстояния
на 4 см и более – растяжим,
в интервале 2-4 см –
плохорастяжим,
менее 2 см – нерастяжим.



7. Тест разновеликости ног:

- По пяткам
- По лодыжкам



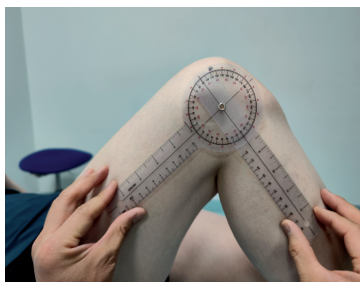
8. Измерение объемов нижней конечности с 2-х сторон:

- На уровне в/3 голени
- На уровне коленного сустава
- На уровне н/3 бедра
- На уровне с/3 бедра



9. Измерение амплитуды движения в коленном суставе в активном режиме с помощью гониометра:

- В разгибании
- В сгибании



10. Измерение амплитуды движения в коленном суставе в сгибании в пассивном режиме:

- На спине



- На животе



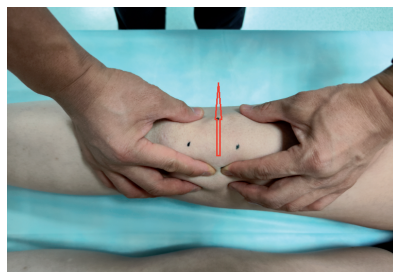
11. Тест подвижности надколенника:

И.П. пациент на спине, нижняя конечность в расслабленном состоянии. Врач располагает руки на надколеннике таким образом, что 1 и 2 пальцы одной руки располагаются выше суставной щели, 1, 2 пальцы другой руки ниже.

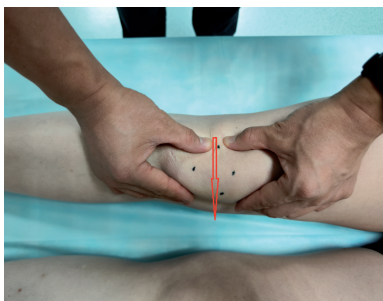
- Медиальная – смещаем внутрь



- Латеральная – смещаем наружу



- Краниальная – смещаем вверх



- Каудальная – смещаем вниз



12. Тесты определения повреждения крестообразных связок:

И.П. пациент лежит на спине, нога согнута под углом 90 градусов в коленном суставе, врач фиксирует стопу на столе, руками обхватывает голень с 2-х сторон максимально близко к коленному суставу.



- ЗВЯ (задний выдвижной ящик) – смещение голени внутрь относительно бедра



- ПВЯ (передний выдвижной ящик) – смещение голени кнаружи относительно бедра

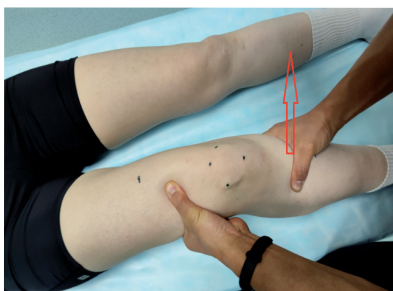


13. Тест повреждения передней крестообразной связки (ПКС) – тест Лахмана.

И.П. пациент лежит на спине, нога согнута под углом 20-30 градусов. Врач стоит со стороны тестируемой



- Проведение теста – врач совершает тракцию голени вверх относительно фиксированного бедра



15. Тесты определения повреждения менисков:

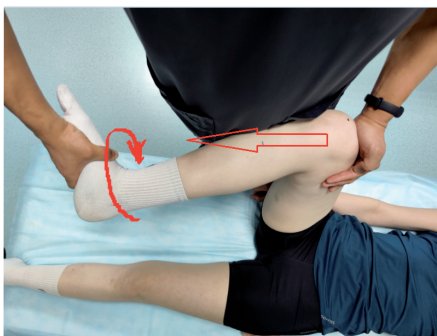
• Тест Мак Мюррея (McMurray Test)

И.П. пациент лежит на спине, нога согнута под 90 градусов в коленном и тазобедренном суставах.

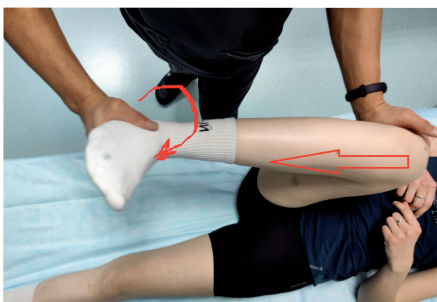
Врач стоит с тестируемой стороны, одной рукой придерживает за стопу, второй пальпирует с медиальной или латеральной стороны большеберцово-малоберцового сустава.



– тестирование медиального мениска – врач пальпирует заднемедиальную поверхность колена, одновременно разгибает колено и вращает большеберцовую кость наружу.



– тестирование латерального мениска – врач пальпирует заднелатеральную поверхность сустава, одновременно разгибает колено и вращает большеберцовую кость внутрь.



• **Тест Эпли (Apley's Test) – компрессионно-дистракционный тест.**

- Компрессионный тест:

И.П. пациент лежит на животе, коленный сустав согнут под углом 90 градусов, врач стоит с тестируемой стороны, одна рука фиксирует пятку, другая стопу.



– тестирование медиального мениска – врач создает давление через пятку, вторая рука совершает наружное вращение голени через стопу.



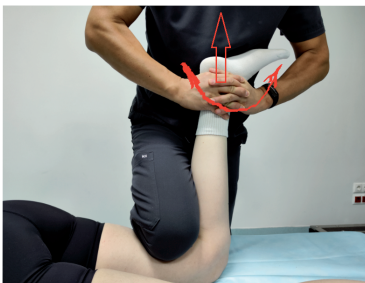
– тестирование латерального мениска – врач создает давление через пятку, вторая рука совершает внутреннее вращение голени через стопу.



- Дистракционный тест:

И.П. пациент лежит на животе, нога согнута под 90 градусов в коленном суставе. Врач фиксирует бедро пациента, руками обхватывает лодыжки с двух сторон.

– тестирование производится путем вытягивания голени вверх с одновременным поворотом ее кнутри и кнаружи. Возникновение болевого синдрома говорит о повреждении связочного аппарата и капсулы



Формат 60х90/8, Объем: 4.5 п.л.,
Бумага 80 г/м² офсетная, Гарнитура Times New Roman,
Тираж 1000 экз., Заказ № 433-2026-н

Отпечатано в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России
123098, г. Москва, ул. Живописная, д. 46
тел.: 8 (499) 190-94-09, 190-93-90
rcdm@mail.ru, lochin59@mail.ru
www.fmbafmbc.ru

