

**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
Департамента здравоохранения
города Москвы
по медицинской реабилитации
и санаторно-курортному лечению
Погонченкова И.В.



« 22 » МАЯ 2025 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы № 30



2025 г.

**КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ У
ДЕТЕЙ С ТРАВМОЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА В
ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ**

Учебно-методическое пособие № 34

УДК 616-001.33; 615.82; 615.83.

ББК 53.54

К63

Организация – разработчик:

Государственное автономное учреждение здравоохранения города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины имени С. И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы» для проведения занятий с клиническими ординаторами.

Авторы:

Погонченкова И. В. – д. м. н., доцент, директор ГАУЗ МНПЦ МРВСМ им. С. И. Спасокукоцкого ДЗМ, главный внештатный специалист по медицинской реабилитации и санаторно-курортному лечению ДЗМ; Хан М. А. – д. м. н., профессор, зав.отделом медицинской реабилитации детей и подростков ГАУЗ МНПЦ МРВСМ им. С. И. Спасокукоцкого ДЗМ; Вахова Е. Л. – к. м. н., доцент, вед. научн. сотр. отдела медицинской реабилитации детей и подростков ГАУЗ МНПЦ МРВСМ им. С. И. Спасокукоцкого ДЗМ; Гоменюк Е. Ю. – мл. научн. сотр. отдела медицинской реабилитации детей и подростков ГАУЗ МНПЦ МРВСМ им. С. И. Спасокукоцкого ДЗМ

Рецензенты:

Стяжкина Е.М. – к. м. н., доцент кафедры восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» МЗ РФ; Еремушкин М.А. – д. м. н., профессор, руководитель Образовательного центра ФГБУ «ФНКЦ МРиК» ФМБА России

Комплексное применение физических факторов у детей с травмой коленного сустава в послеоперационном периоде / Учебно-методическое пособие. Погонченкова И.В., Хан М.А., Вахова Е.Л., Гоменюк Е.Ю. – М.: ГАУЗ МНПЦ МРВСМ им. С. И. Спасокукоцкого ДЗМ, 2025. – 24 с.

Предназначение:

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы медицинской реабилитации детей с повреждением капсульно-связочного аппарата коленного сустава после артроскопических операций, дифференцированные подходы к назначению физических факторов с учетом сроков послеоперационного периода. Особое внимание уделено комплексному применению физических факторов в постиммобилизационном периоде, на втором и третьем этапах медицинской реабилитации. Пособие содержит контрольные вопросы к данной теме.

Учебно-методическое пособие предназначено для клинических ординаторов по специальностям физическая и реабилитационная медицина (31.08.78), лечебная физкультура и спортивная медицина (31.08.39). Оно может быть полезно аспирантам, научным работникам научно-практических (исследовательских) организаций.

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы и не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения

Учебно-методическое пособие разработано в ходе выполнения темы НИР «Новые технологии физио- и кинезиотерапии в медицинской реабилитации детей с заболеваниями нервной системы, опорно-двигательного аппарата, соматической патологией», регистрационный номер: 123041200082-5.

ISBN:

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2025

© ГАУЗ «МНПЦ МРВСМ им. С. И. Спасокукоцкого ДЗМ», 2025

© Коллектив авторов, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
Анатомия и биомеханические особенности коленного сустава	6
Этиология и патогенез травмы коленного сустава	6
Эпидемиология травмы	8
Лечение травмы	8
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	10
Медицинская реабилитация детей после оперативного лечения травмы коленного сустава	10
- Период иммобилизации	10
- Ранний постиммобилизационный период	11
- Поздний постиммобилизационный период	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	18
Контрольные вопросы	19
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	23

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. Международная классификация болезней, травм и состояний, влияющих на здоровье, 10-го пересмотра (МКБ-10) (Всемирная организация здравоохранения), версия 2019
2. Федеральный закон Российской Федерации от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»
3. Приказ Минздрава России от 23.10.2019 № 878н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации детей»
4. Приказ Минздрава России от 08.02.2018 № 53н «Об утверждении порядка разработки стандартов медицинской помощи»
5. Приказ Минздрава РФ от 10 мая 2017 г. № 203н «Об утверждении критериев оценки качества медицинской помощи»

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем документе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Повреждение мениска – это патологическое состояние, при котором оказываются полностью или частично повреждены хрящеподобные структуры, расположенные между суставными поверхностями коленного сустава.

Вывих надколенника – это патологическое состояние коленной чашечки, при котором происходит ее смещение по отношению к дистальной части бедренной кости, сопровождающееся неприятными и болезненными ощущениями, нарушением опорности и ограничением движений в коленном суставе.

Первичный острый вывих надколенника – это смещение надколенника, возникшее у пациента впервые.

Повреждение передней крестообразной связки коленного сустава – это патологическое состояние, при котором происходит частичное или полное нарушение целостности передней крестообразной связки.

ЛФК – лечебная физическая культура

MPFL – медиальная пателлофemorальная связка

ПКС – передняя крестообразная связка

ВИМТ – высокоинтенсивная импульсная магнитная терапия

ВВЕДЕНИЕ

Анатомия и биомеханические особенности коленного сустава

Коленный сустав – один из самых сложных анатомических и динамических суставов человека. Образованный тремя самыми крупными трубчатыми и одной сесамовидной костями, имеет мощный капсульно-связочный аппарат, что позволяет выдерживать значительные динамические и статические разноплоскостные нагрузки. Повреждение хотя бы одного из стабилизаторов приводит к снижению активности человека, а травма нескольких – к невозможности опорной функции конечности и, при отсутствии адекватного лечения этих повреждений, развитию раннего артроза. Основными стабилизаторами являются передняя и задняя крестообразные связки, наружная и внутренняя боковые связки, мениски, четырехглавая мышца бедра, собственная связка надколенника, медиальный удерживатель надколенника. И в меньшей степени, если говорить о детской травме, – переднелатеральная связка и заднелатеральный комплекс.

Особое место среди травм коленного сустава занимает травма передней крестообразной связки (ПКС). Эта связка – главный стабилизатор коленного сустава. Она содержит до 50 % всех проприорецепторов связочного аппарата коленного сустава, являющихся первичным звеном кинематической цепочки. Центробежные импульсы от проприорецепторов стимулируют адекватный мышечный ответ, обеспечивая механическую стабилизацию коленного сустава. При разрыве ПКС развивается нестабильность, нарушается опороспособность конечности и процесс ходьбы [1–4].

Этиология и патогенез травмы коленного сустава

Омоложение профессионального спорта, участие детей в экстремальных видах спорта привело к увеличению количества пациентов с травмой стабилизаторов коленного сустава.

Причиной разрыва мениска является непрямая или комбинированная травма, сопровождающаяся ротацией голени наружу (для внутреннего мениска), внутрь (для наружного мениска). Кроме того, повреждение менисков возможно при резком чрезмерном разгибании сустава из согнутого положения, отведении и приведении голени, реже – при воздействии прямой травмы (удар коленным суставом о край ступеньки или нанесение удара каким-либо движущимся предметом). Повторная прямая травма (ушибы) может привести к хронической травматизации менисков (менископатия, кистозные изменения мениска) и в дальнейшем к разрыву его (после приседания или резкого поворота при фиксированной стопе). Кроме травмы, существуют факторы риска, которые могут способствовать разрыву мениска. К ним относятся избыточный вес,

мышечный дисбаланс, несостоятельность соединительной ткани (генетические особенности) и предшествующие повреждения структур коленного сустава (например, крестообразных или боковых связок). В некоторых случаях может произойти спонтанный разрыв мениска (без видимой причины или травмы). Разрывы мениска встречаются преимущественно у детей, активно занимающихся физической культурой и спортом. Наиболее травмоопасными видами спорта для повреждения менисков являются футбол, регби, баскетбол. Среди повреждений менисков преобладают разрывы внутреннего мениска, так как он тесно крепится к капсуле сустава и несет большую нагрузку при сгибании голени в коленном суставе.

Основа стабильности пателло-фemorального сочленения при сгибании в коленном суставе – это конгруэнтность дистального конца бедренной кости и надколенника. При разогнутом же коленном суставе, а также в пределах 0–30 градусов сгибания большая роль в статической стабилизации надколенника от латерального смещения принадлежит медиальной пателло-фemorальной связке (MPFL). В то же время динамическая стабильность обеспечивается в основном за счет косых волокон медиальной головки четырехглавой мышцы бедра (VMO), что определяет перспективность применения консервативных методов лечения, основанных на восстановлении мышечного тонуса стабилизаторов и динамического баланса пателло-фemorального сочленения. Первичный острый вывих надколенника – это вывих, полученный либо в результате прямой травмы, чаще спортивной, либо вследствие непрямого механизма. Вывих может сопровождаться откалыванием различных по величине остеохондральных фрагментов, не всегда определяемых на рентгенограмме. В большинстве случаев имеет место не прямой механизм. Для возникновения вывиха характерна ситуация, когда стопа фиксирована, коленный сустав находится в небольшом сгибании и происходит внутренняя ротация бедра. При этом отмечаются анатомические предпосылки в виде особенностей строения разгибательного аппарата коленного сустава и сочленяющихся с надколенником поверхностей.

Причиной повреждения связочного аппарата коленного сустава является прямая травма – удар в область коленного сустава. Большую часть повреждений ПКС составляет так называемый бесконтактный механизм травмы коленного сустава: когда при фиксированной стопе происходит вальгусная деформация коленного сустава, резкая ротация в коленном суставе и резкое сокращение четырехглавой мышцы бедра. Менее частой причиной являются переразгибание в коленном суставе, падение на спину с максимальным сгибанием коленного сустава, высокоэнергетические травмы. Чаще всего повреждение ПКС наблюдается при занятиях горными лыжами, футболом, баскетболом и регби (американский футбол) [2–6].

Эпидемиология травмы

Известно, что на долю травм коленного сустава приходится 10–25% от числа травм опорно-двигательного аппарата. При этом среди травм коленного сустава до 80% приходится на повреждения его капсульно-связочного аппарата, в структуре которых с наибольшей частотой регистрируются травмы менисков, первичный вывих надколенника.

Вывих надколенника наиболее часто наблюдается среди пациентов в возрасте 10–17 лет, распространенность его составляет от 5 до 50 случаев на 100 тыс. населения в год.

В течение последних 20 лет отмечается постоянный рост травм ПКС среди детского населения. Это обусловлено тем, что всё больше детей и подростков активно занимаются различными видами спорта, включая экстремальные. При обследовании молодых спортсменов в результате острой травмы у 47 % детей предпубертатного возраста и у 65 % подростков обнаруживают разрыв ПКС [1–7].

Лечение травмы

Реконструктивные и анатомосохраняющие операции в детской травматологической практике позволяют избежать осложнений, приводят к ранней социальной адаптации и возвращению детей на прежний уровень активности и спортивных достижений.

Консервативное лечение рекомендуется в случае разрывов менисков, не приводящих к смещению (стабильные разрывы) с отсутствием выраженной симптоматики, ограничения образа жизни при исключении повреждений связок коленного сустава. В случае первого эпизода вывиха надколенника рекомендуется консервативное лечение, если не выявлены хондральные поражения, внутрисуставные тела и массивные мягкотканые повреждения внутрисуставных структур.

При травме менисков максимально выполняются сохраняющие операции, соответствующие мировой тенденции «save the meniscus» (артроскопическая резекция мениска или артроскопическое сшивание мениска).

Разработан алгоритм обследования и операционного планирования при травматическом вывихе надколенника у детей в зависимости от возраста ребенка, вида вывиха, анатомических особенностей и характера внутрисуставных повреждений. У детей с функционирующими зонами роста рекомендуется выполнять фиксацию костно-хрящевых фрагментов, даже тех, которые лишены костной части, путем хирургического вмешательства (артроскопия – артроскопическая фиксация остеохондральных переломов коленного сустава с помощью винта / открытое лечение перелома с внутренней фиксацией, вскрытие сустава (артротомия). Восстановление MPFL хирургическим путем

(артроскопическое восстановление медиального ретинакулула надколенника с помощью анкерных фиксаторов) рекомендуется пациентам с вывихом надколенника, имеющим риск развития рецидива.

Аутосухожильная реконструкция стабилизаторов проводится с использованием сухожилия hamstring-группы, фрагмента или отибиального тракта или сухожилия m.peroneus longus. При повреждении передней крестообразной связки у детей старшей возрастной группы (старше 14 лет) проводятся классические «взрослые» полные и частичные аутосухожильные реконструкции, у детей младшей возрастной группы – аутосухожильные пластики без рассверливания костных каналов.

Лечение разрывов боковых связок чаще консервативное, но также выполняются аутосухожильные реконструкции при сочетанных, мультилигаментарных повреждениях. Повреждение задней крестообразной связки – редкая травма в детском возрасте, но при полных разрывах выполняются аутосухожильные пластики.

Оперативное лечение позволяет в большинстве случаев вернуться к прежнему уровню физической активности. Несмотря на полноценность оперативного устранения структурных повреждений сустава, санации полости сустава с удалением инородных тел и патологического выпота необходимым является послеоперационный динамический контроль за течением посттравматического воспалительного процесса, восстановлением мягкотканых структур коленного сустава с помощью неинвазивных методов исследования. Современные протоколы реабилитации направлены на максимально раннюю активацию пациентов при одновременной защите результата хирургического лечения. Алгоритм медицинской реабилитации детей с травмами коленного сустава предусматривает не только устранение структурных повреждений, воспалительной реакции сустава на травматическое воздействие, но и полное восстановление функции конечности с целью минимизации риска возникновения рецидивирующего синовита, нестабильности, контрактуры поврежденного сустава [1–4].

С целью разработки и научного обоснования эффективных технологий физиокинезиотерапии у детей с повреждением капсульно-связочного аппарата после артроскопических операций на различных этапах медицинской реабилитации были проведены специальные исследования, позволившие определить оптимальные комплексы немедикаментозных технологий медицинской реабилитации и алгоритм проведения реабилитационных мероприятий в зависимости от сроков и течения послеоперационного периода.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Медицинская реабилитация детей после оперативного лечения травмы коленного сустава

Период иммобилизации

Для иммобилизации коленного сустава после операции используется тугор в положении полного разгибания в колене, ношение которого определяется видом повреждения и объемом оперативного вмешательства.

Задачи медицинской реабилитации:

1. Профилактика послеоперационных осложнений;
2. Купирование болевого синдрома;
3. Улучшение крово- и лимфообращения, уменьшение отека;
4. Активация репарации;
5. Обучение ходьбе с дополнительной опорой на костыли.

Для решения данных задач наиболее эффективным у детей с травмой коленного сустава в раннем послеоперационном периоде является применение следующего комплекса технологий:

1. Лечение положением;
2. Локальная воздушная криотерапия;
3. Низкочастотная магнитотерапия;
4. Лечебная гимнастика.

С противоотечной целью в первые часы после операции применяется лечение положением (возвышенное положение конечности).

В эти же сроки для активации микроциркуляции, уменьшения степени выраженности болевого синдрома, отека проводится *локальная воздушная криотерапия*. Установка КриоДжет генерирует поток холодного воздуха, осушенного при помощи специальных фильтров, с температурой $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, со скоростью до 1500 л/мин. Сухой холодный воздух в отличие от других хладагентов позволяет избежать обморожений вследствие отсутствия давления на ткани, кратковременностью воздействия исключает повреждения и микротравмы кожи, позволяет воздействовать на участки с повреждением целостности кожных покровов, не доступные для других хладагентов.

Методика:

Воздействие лабильное с направлением воздушного потока с расстояния 7–15 см на область коленного сустава путем сканирующих движений от периферии к центру. Продолжительность процедуры 5–10 мин, на курс 10 процедур.

Со 2-го дня после оперативного вмешательства с целью улучшения гемо/лимфодинамики в области повреждения, предупреждения развития соединительной ткани применяется *низкочастотная низкоинтенсивная*

магнитотерапия. В педиатрии используются различные виды магнитных полей. Наиболее эффективным в этот период является применение переменного магнитного поля.

Методика:

Переменное магнитное поле, частота 50 Гц, магнитная индукция 9–25 мТл в зависимости от возраста. Продолжительность процедуры 10–15 мин в зависимости от возраста, ежедневно, на курс 10 процедур.

В эти же сроки назначается *лечебная гимнастика* с постепенным увеличением нагрузки, направленная на активацию кровотока и лимфообращения, поддержание тонуса мышц поврежденной конечности [1].

Акценты физических упражнений:

1. Тыльное и подошвенное сгибание стоп, 30 раз каждые 2 часа в течение дня;
2. Изометрическое напряжение мышц бедра в и.п. лежа на спине, животе с удержанием 3–5 сек, по 5–10–15 раз каждые 2 часа в течение дня;
3. Дыхательные упражнения;
4. Общеукрепляющие упражнения для здоровой ноги, мышц спины, живота, пояса верхних конечностей.

Комплексное применение физических факторов в раннем послеоперационном периоде способствует регрессу отека, боли в области повреждения, сохранению функционального состояния мышц оперированной конечности.

Ранний постиммобилизационный период

После окончания периода иммобилизации нижней конечности необходимым является продолжение проведения реабилитационных мероприятий вследствие сохраняющегося отека, боли в области повреждения, снижения тонуса и силы мышц нижней конечности, ограничения движений в коленном суставе.

На данном этапе меняется ортопедический режим в зависимости от вида повреждения. При выполнении шва мениска, пластики ПКС и MPFL при вывихе надколенника вместо тьютора назначается функциональный ортез с жесткой фиксацией угла сгибания от 30° с постепенным увеличением до 60° в течение двух недель; угол разгибания 0°. Ходьба с помощью костылей с частичной опорой на оперированную конечность.

Задачи медицинской реабилитации:

1. Предупреждение послеоперационных осложнений;
2. Улучшение крово- и лимфообращения, уменьшение отека;
3. Активация репарации;
4. Улучшение тонуса, силы мышц, стабилизирующих коленный сустав;
5. Разработка движений в суставе.

С учетом поставленных задач наиболее эффективным на данном этапе является применение комплекса физио- и кинезиотерапии в виде:

1. Импульсного низкочастотного электростатического поля;
2. Механотерапии (СРМ-therapy);
3. Лечебной гимнастики;
4. Подошвенного имитатора опорной нагрузки «Корвит».

С целью улучшения тонуса мышц, повышения их эластичности, активации гемо- и лимфодинамики и репаративных процессов назначается *импульсное низкочастотное электростатическое поле*. Воздействие ИНЭСП осуществляется от аппарата «Nivamat-200», («Physiomed», Германия) или «Элгос» с помощью ручного аппликатора. Возникающее между аппликатором и телом пациента пульсирующее электростатическое поле вызывает возвратно-поступательные смещения тканей: поверхность подтягивается в месте соприкосновения и опускается после прохождения аппликатора. Субъективно при этом пациент ощущает безболезненную вибрацию.

Методика:

Перед началом процедуры пациента укладывают на кушетку на живот, включают аппарат, устанавливают дозиметрические параметры на блоке управления и проводят массажные движения по ходу лимфатических сосудов с помощью ручного аппликатора на область задней поверхности бедра, голени; затем в положении на спине осуществляют воздействие на переднюю поверхность бедра. С ручным аппликатором выполняется поглаживание, разминание, растирание (аппликатор зажимается между указательным и средним или между указательным и большим пальцами). Воздействие проводят с последовательным изменением частот от 160 Гц до 70 Гц в течение 10 и 5 минут при вибрации средней степени (длительность импульса и продолжительность паузы 1:1), интенсивности 50%. На курс – 10 ежедневных процедур. Интенсивность во время процедуры подбирается по принципу минимализма: применяется наименьшее значение, которое еще вызывает глубокую вибрацию в тканях (обычно достаточно 50–60%). Давление и скорость движений зависят от используемой частоты: при низкой – движения медленные, при высокой – попеременно медленные и быстрые.

С целью увеличения подвижности коленного сустава в комплексе с ИНЭСП проводится механотерапия (СРМ-therapy) с использованием аппарата «АРТРОМОТ» К1 для пассивной разработки коленного и тазобедренного сустава (ORMED GmbH, Германия). Аппарат выполняет тренировку элементарного, жестко детерминированного движения, что не стимулирует выработку целостного двигательного навыка, но подготавливает к его осуществлению. Циклический характер нагрузки и ее малая интенсивность позволяют выполнять тренировку в аэробном

режиме. Продолжительность занятия 30 минут, на курс – 10 ежедневных процедур.

Лечебная гимнастика является неотъемлемой составляющей программ медицинской реабилитации детей с травмой коленного сустава на различных этапах. Комплексное применение ИНЭСП и СРМ-therapy в раннем постиммобилизационном периоде также проводится на фоне *лечебной гимнастики*, направленной на укрепление мышц, стабилизирующих коленный сустав с применением динамических упражнений с сопротивлением и отягощением, статических упражнений, техник миофасциального релиза и мобилизации надколенника; а также тренировки с биологической обратной связью по опорной реакции. Кроме того, используются в программе занятия ЛФК тренировки нашагивания у шведской стенки, выноса бедра, переката с пятки на носок.

По показаниям, с целью активации формирования локомоторного акта ходьбы после иммобилизации нижней конечности у детей целесообразно на данном этапе применение опорной стимуляции с помощью *подошвенного имитатора опорной нагрузки «Корвит»*, представляющего собой аппаратно-программный комплекс, предназначенный для моделирования опорных реакций в режиме циклограммы ходьбы и бега, ключевым компонентом действия которого является проприоцептивная стимуляция. В основе его работы лежит принцип импульсного пневмомеханического давления на соответствующие опорные зоны стоп (пяточная область и зона дистальных головок плюсневых костей и плюснефаланговых сочленений) с помощью двух отдельных пневмокамер.

Методика:

Положение лёжа на спине. Скорость стимуляции соответствует режиму ходьбы, быстрого шага, бега. Режим воздействия в виде последовательного чередования ходьбы, быстрого шага, бега с величиной давления в пневмокамерах 40 кПа. Продолжительность процедур 15 минут, на курс – 10 процедур.

Комплексное применение физических факторов на данном этапе способствует регрессу отека, боли в области повреждения, увеличению амплитуды движений в коленном суставе, улучшению тонуса мышц поврежденной конечности, повышению силы мышц, стабилизирующих коленный сустав.

Поздний постиммобилизационный период

Сохранение функциональных нарушений поврежденной конечности на данном этапе, через 2 недели после окончания иммобилизации, в виде гипотонии, гипотрофии мышц, стабилизирующих коленный сустав, снижения мышечной силы, ограничения амплитуды сгибания в коленном суставе обосновывают необходимость дальнейшего проведения реабилитационных мероприятий.

Через две недели после окончания иммобилизации – режим ношения функционального ортеза с прогрессией угла сгибания от 60° до 90° в течение двух недель. Ходьба с полной нагрузкой на оперированную конечность.

Задачи медицинской реабилитации:

1. Восстановление эластичности параартикулярных тканей;
2. Повышение тонуса, силы мышц бедра и голени;
3. Улучшение подвижности коленного сустава;
4. Восстановление опороспособности конечности, паттерна ходьбы, координации.

С целью решения задач данного периода актуальным является продолжение проведения двигательной реабилитации. Наиболее оптимальный комплекс немедикаментозных технологий на данном этапе включает:

1. Лечебную гимнастику;
2. Массаж;
3. Электростимуляцию (или магнитостимуляцию) мышц поврежденной конечности.
4. Ультрафонофорез гидрокортизона на область коленного сустава.

Проводится *лечебная гимнастика*, как неотъемлемая составляющая программ медицинской реабилитации с акцентами предыдущего периода.

Процедуры массажа нижней конечности потенцируют эффекты кинезиотерапевтических воздействий. Проводится *массаж* пояснично-крестцовой зоны, поврежденной конечности (тазобедренный сустав, коленный сустав, голеностопный сустав, стопа). Методика воздействия зависит от функционального состояния конечности: щадяще-стимулирующая с приемами поглаживания, растирания, разминания, вибрации; стимулирующая методика – с глубоким поглаживанием, растиранием, разминанием.

Среди физиотерапевтических воздействий на данном этапе необходимым является применение электростимуляции ослабленных мышц бедра синусоидальными модулированными токами от аппаратов серии «Амплипульс».

Методика:

СМТ на область четырехглавой мышцы бедра, режим I, РРП, ЧМ 30Гц, ГМ 100%, длительность посылки и паузы 2–3 сек, сила тока до сокращения мышц. Продолжительность процедуры 10 минут, на курс – 10 ежедневных процедур.

В случае непереносимости электропроцедур может применяться *магнитостимуляция (высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия, ВИМТ)* от аппарата «АМТ-2-АГС». Основными преимуществами магнитной стимуляции перед электрической является отсутствие

раздражения кожи, гораздо более глубокое, чем при электростимуляции, проникновение в ткани и воздействие на мембраны клеток. Воздействие может осуществляться как непосредственно на кожу, так и через одежду, эластичные ортезы. Процедуры не вызывают боли, не раздражают чувствительную послеоперационную область, что особенно важно в педиатрической практике.

Методика:

ВИМТ на область четырехглавой мышцы бедра поврежденной конечности контактно, стабильно. Амплитуда магнитной индукции 800–1000 мТл, интервал между импульсами 100 мс. Продолжительность процедуры 9 мин, на курс 10 ежедневных процедур.

При сохраняющейся болезненности, при наличии сглаженности контуров коленного сустава, снижения подвижности надколенника, с целью профилактики риска формирования хронического посттравматического синовита, предупреждения фиброза в послеоперационной области, при отсутствии металлических фиксаторов в области травмы, назначается *ультрафонофорез гидрокортизона* или электрофорез лекарственных препаратов на область коленного сустава.

Для ультрафонофореза применяются различные аппараты с непрерывным или импульсным режимом работы и мощностью воздействия от 0,1 до 0,4 Вт/см².

Методика:

Ультрафонофорез гидрокортизона проводится излучателем на околосуставные ткани по лабильной методике через контактную среду (1% гидрокортизоновая мазь). Режим непрерывный, мощность 0,2–0,4 Вт/см². Продолжительность процедуры 5–8 минут, на курс – 10 ежедневных процедур.

В постиммобилизационном периоде, **через 4 недели** после окончания иммобилизации, приоритетным является восстановление силы мышц, паттерна ходьбы, координации.

Применение кинезиотерапии с подвесной системой Экзарта позволит укрепить мышцы, стабилизирующие коленный сустав, улучшить нейромышечный контроль и равновесие. Условием для начала процедур является угол сгибания в функциональном ортезе не менее 90° (или отсутствие жесткого функционального ортеза в соответствии с ортопедическим режимом), а также активное сгибание коленного сустава не менее 90°).

Подвесная система «Экзарта» представляет собой свободностоящую рамную конструкцию, с передвижными устройствами фиксаторов, траверсов, набора троссов (жестких и эластичных) и подвесов, применение которых позволяет изменять гравитационную нагрузку так, что при выполнении физических упражнений происходит существенное

перераспределение мышечных усилий, способствующее расслаблению перегруженных мышц, устранению болевого синдрома. Метод дает возможность практически изолированно воздействовать на определенные мышцы при постепенном усложнении упражнений, прежде всего за счет нестабильной опоры. Функциональная тренировка с помощью подвесной системы «Экзарта» заключается в повторении целевых упражнений для укрепления мышц, стабилизирующих коленный сустав, улучшения регуляции межмышечной координации, обеспечивающей синхронное напряжение работающих мышц, постуральный контроль.

Методика:

Продолжительность занятия с подвесной системой «Экзарта» составляла 30 минут, на курс – 10 ежедневных процедур. Для каждого упражнения применяли 2–3 подхода по 6 повторений (одно повторение – от 10 до 20 секунд удержания позы и 3–4 секунды нахождения в и.п.), с отдыхом между подходами 30–60 секунд.

Первые 3 процедуры при выполнении упражнений использовали широкий подвес с двумя эластичными шнурами для стабилизации таза и узкий подвес – для нижней конечности, кратность подходов – 2. Дальнейшие процедуры проводили без применения подвеса для стабилизации таза, кратность подходов – 3.

Комплекс упражнений:

1. Исходное положение лежа на спине, руки вытянуты вдоль тела. Широкий подвес с двумя эластичными шнурами находится под тазом, узкий подвес размещается на уровне коленного сустава поврежденной конечности. Пациенту дается инструкция: протянуть поврежденную конечность в подвес, выпрямив ее, затем поднять таз и здоровую ногу до уровня ноги в подвесе. Инструктор контролирует: лордоз поясничной области, тело не должно быть повернуто или изогнуто, обе лопатки касаются поверхности стола. Вернуться в и.п.
2. Исходное положение лежа на спине, руки вытянуты вдоль тела. Широкий подвес с двумя эластичными шнурами находится под тазом, узкий подвес размещается на уровне коленного сустава поврежденной конечности. Пациенту дается инструкция: протянуть поврежденную конечность в подвес, выпрямив ее, затем поднять таз и здоровую ногу до уровня ноги в подвесе с последующим ее отведением и удержанием в течение 2 с. Инструктор контролирует: лордоз поясничной области, тело не должно быть повернуто или изогнуто, обе лопатки касаются поверхности стола. Вернуться в и.п.
3. Исходное положение лежа на боку, со стороны поврежденной конечности, верхняя часть туловища опирается на плечи. Широкий подвес с двумя эластичными шнурами находится под тазом, узкий подвес размещается под коленом нижней ноги (точка подвешивания над коленями). Пациенту дается инструкция: поднять прямую неопорную ногу вверх, затем поднять таз до прямого положения всего тела с опорой

прямой ноги о подвес. Инструктор контролирует: лордоз поясничной области, тело не должно быть повернуто или изогнуто, бедро опорной ноги прямое (без сгибания в тазобедренном суставе), тело от Th7 до наружной лодыжки образует прямую линию. Вернуться в и.п.

4. Исходное положение на боку, противоположном стороне поврежденной конечности, верхняя часть туловища опирается на плечи. Широкий подвес с двумя эластичными шнурами находится под тазом, узкий подвес размещается под коленом верхней ноги (точка подвешивания над коленями). Пациенту дается инструкция: поднять прямую неопорную ногу вверх, затем поднять таз до прямого положения всего тела с опорой прямой ноги о подвес. Инструктор контролирует: лордоз поясничной области, тело не должно быть повернуто или изогнуто, бедро опорной ноги прямое (без сгибания в тазобедренном суставе), тело от Th7 до наружной лодыжки образует прямую линию. Вернуться в и.п.

Оптимизация комплексной программы медицинской реабилитации детей с травмой коленного сустава после артроскопических операций с применением инновационных технологий физио- кинезиотерапии способствует профилактике послеоперационных осложнений, повторного травматизма; полному восстановлению функции поврежденной конечности; повышению эффективности медицинской реабилитации.

Заключение

Коленный сустав является одним из самых сложных анатомических суставов, имеет мощный капсульно-связочный аппарат, позволяющий выдерживать значительные динамические и статические нагрузки. Повреждение даже одной из стабилизирующих структур сустава приводит к снижению функции конечности, а травма нескольких – к утрате опорной функции с последующим развитием раннего артроза при отсутствии своевременного лечения и реабилитации.

Широкое применение артроскопии в детской травматологической практике позволяет проводить реконструктивные органосохраняющие операции, предупреждающие риск развития осложнений, способствующие ранней социальной адаптации и восстановлению прежнего уровня физической активности и спортивных достижений.

Своевременное устранение структурных повреждений обеспечивает благоприятный прогноз восстановления нарушенных функций. Комплексная медицинская реабилитация способствует сохранению результата хирургического лечения, предупреждению развития осложнений, полному восстановлению функции поврежденной конечности, обеспечивая правильный двигательный стереотип, увеличение мышечной силы

Данные результатов проведенных исследований о высокой терапевтической эффективности применения физических факторов на различных этапах медицинской реабилитации детей с травмой коленного сустава послужили основанием для определения дифференцированных подходов к медицинской реабилитации таких детей. На основании проведенных исследований разработаны эффективные комплексы немедикаментозных технологий медицинской реабилитации и алгоритм их проведения у детей с повреждением капсульно-связочного аппарата коленного сустава, перенесших оперативное лечение.

Контрольные вопросы

Инструкция: Укажите один или несколько вариантов правильных ответов

1. В большинстве случаев повреждения передней крестообразной связки коленного сустава при зафиксированной стопе происходят вследствие:
 - a) Резкого сокращения четырехглавой мышцы бедра;
 - b) Резкой ротации в коленном суставе при сгибании 10–30°;
 - c) Вальгусной деформации коленного сустава;
 - d) Варусного отклонения голени.

2. Повреждение передней крестообразной связки коленного сустава – это:
 - a) Тяжелая травма, при которой появляется щелчок в колене и болевой синдром;
 - b) Патологическое состояние, при котором происходит частичное или полное нарушение целостности передней крестообразной связки;
 - c) Травма, связанная с запредельным движением в коленном суставе;
 - d) Фрагментарное нарушение анатомической целостности коленного сустава.

3. Факторы риска повреждения капсульно-связочного аппарата коленного сустава:
 - a) Рекурвация коленных суставов;
 - b) Варусное положение коленных суставов;
 - c) Вальгусное положение коленных суставов;
 - d) Антекурвация коленных суставов.

4. Причиной травмы передней крестообразной связки при фиксированной стопе является:
 - a) Переразгибание (гиперэкстензия) в коленном суставе;
 - b) Высокоэнергетические травмы;
 - c) Падение на спину с максимальным сгибанием коленного сустава;
 - d) Повторное разгибание и сгибание голени.

5. Приоритетным видом хирургического лечения детей с повреждением связок коленного сустава является:
 - a) Артролиз;
 - b) Артроскопическая реконструкция;
 - c) Артротомия сустава;

- d) Артродез.
6. Повреждения капсульно-связочного аппарата коленного сустава происходят в результате:
- a) Насильственного превышения физиологических границ обычных движений;
 - b) Резкой ротации бедра внутрь;
 - c) Удара в область коленного сустава;
 - d) Приземления с высоты на прямые ноги.
7. Методы физиотерапии, которые применяются в послеоперационном периоде у детей с травмой коленного сустава:
- a) Ультразвук;
 - b) Магнитотерапия;
 - c) Криотерапия;
 - d) Всё вышеперечисленное.
8. Задачами медицинской реабилитации детей с травмой коленного сустава в раннем постиммобилизационном периоде являются:
- a) Предупреждение послеоперационных осложнений;
 - b) Уменьшение отёка в послеоперационной области;
 - c) Обучение ходьбе с дополнительной опорой на костыли;
 - d) Улучшение тонуса, силы мышц, стабилизирующих коленный сустав.
9. Установка для локальной воздушной криотерапии создает поток воздуха с температурой:
- a) 0–20 °С;
 - b) От -20 до -30 °С;
 - c) От -30 °С;
 - d) От 0 до -20 °С.
10. Низкочастотная магнитотерапия в послеоперационном периоде у детей с травмой коленного сустава применяется:
- a) Со 2-го дня;
 - b) С 3–5-го дня;
 - c) С 7-го дня;
 - d) Спустя 14 суток.
11. Основными задачами медицинской реабилитации детей с травмой коленного сустава в позднем постиммобилизационном периоде являются:

- a) Купирование болевого синдрома;
- b) Коррекция паттерна ходьбы и восстановление опороспособности конечности;
- c) Уменьшение отёка в послеоперационной области;
- d) Восстановление эластичности параартикулярных тканей.

12. Для улучшения подвижности коленного сустава у детей с травмой коленного сустава применяют:

- a) Подошвенный имитатор опорной нагрузки «Корвит»;
- b) Механотерапию;
- c) Стабилотренинг;
- d) Лечебную гимнастику с применением блоковых устройств.

13. Основными задачами медицинской реабилитации детей с травмой коленного сустава в период иммобилизации являются:

- a) Профилактика послеоперационных осложнений;
- b) Купирование болевого синдрома;
- c) Восстановление эластичности параартикулярных тканей;
- d) Улучшение крово- и лимфообращения, уменьшение отека.

14. Наиболее эффективные технологии в раннем постиммобилизационном периоде:

- a) Подошвенный имитатор опорной нагрузки «Корвит» ;
- b) Импульсное низкочастотное электростатическое поле (ИНЭСП) в комплексе с пассивной разработкой коленного сустава (СРМ-therapy);
- c) Стабилотренинг;
- d) Виброплатформа «Галилео».

15. С целью подготовки поврежденной конечности к ходьбе в индивидуальную программу медицинской реабилитации включают:

- a) Подошвенный имитатор опорной нагрузки «Корвит»;
- b) Виброплатформу «Галилео»;
- c) Импульсное низкочастотное электростатическое поле (ИНЭСП);
- d) Пассивную разработку коленного сустава (СРМ-therapy).

16. При электростимуляции мышц синусоидальными модулированными токами используется:

- a) I род работы;
- b) II род работы;

- c) III род работы;
- d) IV род работы.

17. Для проведения процедур импульсного низкочастотного электростатического поля используются аппараты:

- a) «АИТ-50-2»;
- b) «Хивамат 200»;
- c) «Амплипульс»;
- d) «Элгос».

18. Какова величина магнитной индукции при проведении процедур ВИМТ в позднем постиммобилизационном периоде

- a) 800–1000 мТл;
- b) 100–200 мТл;
- c) 50–100 мТл;
- d) Более 1000 мТл.

19. Первые 3 процедуры на подвесной системе «Экзарта» выполняются:

- a) С использованием только широкого подвеса под коленный сустав;
- b) С использованием узкого подвеса для коленного сустава и широкого для стабилизации таза;
- c) С использованием только широкого подвеса для стабилизации таза;
- d) С использованием только узкого подвеса для стабилизации коленного сустава.

20. С целью профилактики риска формирования хронического посттравматического синовита, предупреждения фиброза в послеоперационной области назначается:

- a) УВЧ-терапия;
- b) Ультрафонофорез гидрокортизона;
- c) УФО;
- d) Теплолечение.

Правильные ответы:

1	a,b,c	6	c	11	b,d	16	b
2	b	7	d	12	b,d	17	b,d
3	c	8	b,d	13	a,b,d	18	a
4	a,b,c	9	c	14	b	19	b
5	b	10	a	15	a	20	b

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Исаев И.Н., Коротеев В.В., Тарасов Н.И., Выборнов Д.Ю., Семенов А.В. Реконструкция мягкотканых стабилизаторов коленного сустава у детей. Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. Материалы VII Форума детских хирургов России. Том 11, Спецвыпуск, 2021: 58.
2. Клинические рекомендации. Повреждение мениска коленного сустава: S83.2, M23.0, M23.2, M23.3. Взрослые, дети. Общероссийская общественная организация «Ассоциация травматологов-ортопедов России», 2024. – 44 с. Рубрикатор клинических рекомендаций МЗ РФ.
3. Клинические рекомендации. Вывих надколенника: S83.0, M22.0, M22.1. Взрослые, дети. Общероссийская общественная организация «Ассоциация травматологов-ортопедов России», 2024. – 40 с. Рубрикатор клинических рекомендаций МЗ РФ.
4. Клинические рекомендации. Повреждение связок коленного сустава: S83.4, S83.5, S83.6, S83.7, M23.5, M23.6. Взрослые, дети. Общероссийская общественная организация «Ассоциация травматологов-ортопедов России», 2024. – 44 с. Рубрикатор клинических рекомендаций МЗ РФ.
5. Соловьева К.С., Залетина А.В. Травматизм детского населения Санкт-Петербурга. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2017. Т.5: (3): 43–49. <https://doi.org/10.17816/PTORS5343-49>.
6. Хан М.А., Вахова Е.Л., Кульчицкая Д.Б., Крестьяшин И.В., Почкин Е.О., Румянцева М.В. Физические факторы при травматической артропатии у детей. Вестник восстановительной медицины 2019: (4): 8-12.
7. Vakhova E.L., Vybornov D.Y., Turova E.A., Korchazhkina N.B., Isaev I.N., Pochkin E.O. Pulse Low-Frequency Electrostatic Field Application for Injuries of Knee Joint Capsular Ligament Apparatus in Children: a Prospective Randomized Comparative Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2022; 21 (4): 71-78.
8. Arden C.L., Ekås G., Grindem H., Moksnes H., Anderson A., Chotel F., Cohen M., Forssblad M., Ganley T.J., Feller J.A., Karlsson J., Kocher M.S., LaPrade R.F., McNamee M., Mandelbaum B., Micheli L., Mohtadi N., Reider B., Roe J., Seil R., Siebold R., Silvers-Granelli H.J., Soligard T., Witvrouw E., Engebretsen L. International Olympic Committee consensus statement on prevention, diagnosis and management of paediatric anterior cruciate ligament (ACL) injuries. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. 2018; 26(4):989-1010.
9. Ekås G.R., Moksnes H., Grindem H., Risberg M.A., Engebretsen L. Coping With Anterior Cruciate Ligament Injury From Childhood to Maturation: A Prospective Case Series of 44 Patients With Mean 8 Years' Follow-up. American Journal of Sports Medicine. 2019: 47(1):22-30.

10. Физическая и реабилитационная медицина. Национальное руководство. Под редакцией Г.Н. Пономаренко. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2017, 512 с.
11. M.A. Khan, V.M. Krestyashin, I.V., Krestyashin, O.Y. Zimina. The use of physical therapy for knee injuries in children *Archiv euromedica*. 2019 (1): 116.
12. М. А. Хан, А. Н. Разумов, Н. Б. Корчажкина, И. В. Погонченкова. Физическая и реабилитационная медицина в педиатрии. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 408 с.
13. Вахова Е.Л., Хан М.А., Крестьяшин И.В. Современные технологии физиотерапии при травмах коленного сустава у детей. *Физиотерапевт*. 2018; (6): 52-58.
14. Солодянкин Е.Е., Бурмистров А.Л., Бондарева Е.А., Мозоль В.В. Нейромышечная активация с применением подвесных систем в реабилитации пациентов. *Международные обзоры: клиническая практика и здоровье*. 2014; 4: 54-59.
15. Коновалова Н.Г., Филатов Е.В., Ляховецкая В.В., Фроленко Ю.С. Опыт применения кинезиотерапевтической установки «Экзарта» в реабилитации пациентов с патологией спинного мозга на шейном уровне. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2017; 16(2): 102-108.
16. Huang D.D., Chen L.H., Yu Z., Chen Q.J., Lai J.N., Li H.H., Liu G. Effect of suspension training on neuromuscular function, postural control, and knee kinematics in anterior cruciate ligament reconstruction patients. *World J Clin Cases* 2021; 9(10): 2247-2258.
17. Eun-Ju Song, Eun-Jung Lee, Hae-Yeon Kwon. The effects of sling exercise program on balance and body activities in children with spastic cerebral palsy. *Journal of Exercise Rehabilitation* 2021; 17(6): 410-417.