

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ПАССИВНОЙ РАЗРАБОТКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ — ВЛИЯЕТ ЛИ РЕЖИМ СКОРОСТИ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ПАССИВНОЙ РАЗРАБОТКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА НА ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ?

Якоубкова Я., Швейцарова М., Бейвлова М.¹, Елен К., Лопот Ф.,
Кубовы П., Томшовский Л., Проуза О.², Панек Д., Павлу Д.³
АО Mělník Hospital, 276 01, г. Мельник, ул. Пражская, д. 528¹
Карлов университет, Факультет физического воспитания и спорта,
Кафедра анатомии и биомеханики, Прага 6, ул. Хосе Марти, д. 31²
Карлов университет, Факультет физического воспитания и спорта,
Кафедра физиотерапии, Прага 6, ул. Хосе Марти, д. 31³

АННОТАЦИЯ

Предпосылки:

СРМ-терапия (*continuous passive motion*, терапия с использованием непрерывного пассивного движения) является предпочтительным методом лечения особенно после имплантации тотального эндопротеза коленного сустава или замены тазобедренного сустава. Метод заключается в применении непрерывного пассивного движения на пострадавшей конечности.

Цель:

Оценка влияния скорости устройства для СРМ-терапии на терапевтический эффект, а также на конкретный объем движений и восприятие боли (в состоянии покоя).

Методика:

Лечение получали 50 произвольно выбранных пациентов после артропластики коленного сустава с использованием протеза. Пациенты проходили 10 сеансов терапии, проводимых 5 раз в неделю в течение 20 минут в соответствии с назначением врача. 26 пациентов проходили терапию с применением аппарата VTL, 24 пациента — с применением прибора «Ормед». Для определения объема движения мы использовали метод SFTR (метод измерения движения в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскостях). Для определения анальгетического эффекта мы использовали сочетание Визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) и Вербальной цифровой рейтинговой шкалы (ВЦРШ).

Результаты:

Увеличение объема движения и уменьшение боли были значительными в обеих группах. У пациентов, проходивших терапию с помощью аппарата VTL-СРМotion, было достигнуто более значительное увеличение объема движений (в среднем на 20%) и уменьшение боли (в среднем на 15%). Двое пациентов были исключены из исследования.

Вывод:

Мы продемонстрировали положительное воздействие более высокой скорости непрерывного пассивного движения на увеличение объема движений в коленном суставе, а также на уменьшение боли.

Ключевые слова:

СРМ, пассивное движение, объем движения, коленный сустав.

ВВЕДЕНИЕ

СРМ-терапия (терапия с использованием непрерывного пассивного движения) используется при лечении нижних и верхних конечностей. Наиболее часто лечение требуется после артропластики основных суставов с использованием эндопротезов и пластики крестообразных связок коленного сустава.

В настоящем исследовании мы сосредоточим наше внимание только на состояниях после артропластики коленного сустава с использованием тотального эндопротеза. Ограничение объема движения является серьезным осложнением после операции и часто наблюдается у пациентов при вы-

писке из больницы. В связи с этим актуален поиск решений, которые могут помочь ускорить увеличение объема движения. До настоящего времени не публиковались исследования, описывающие влияние скорости различных аппаратов СРМ-терапии (различных производителей) на эффект терапии. Мы оценили рабочую гипотезу о том, что чем выше скорость аппарата СРМ-терапии, тем лучше терапевтические результаты, которые мы получаем, по сравнению с устройствами, в которых используются более низкие скорости. В некоторых исследованиях использование СРМ-терапии рассматривается с финансовой стороны (16, 24), некоторые исследования сосредоточиваются на воздействии на метаболизм хондроцитов (18, 22), сравнении консервативной физиотерапии с использованием и без использования устройств СРМ-терапии (11, 12, 25). Можно также найти систематические обзоры (3, 7, 17), которые описывают эффективность использования устройств СРМ-терапии и др.

ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

Начиная с 1970 г. проводились исследования биологического воздействия аппаратов непрерывного пассивного движения на суставной хрящ (22, 23). Создание самого первого устройства СРМ-терапии, разработанного для людей в 1978 году, проходило при участии Роберта Брюса Солтера (21), знаменитого канадского профессора ортопеда. С тех пор СРМ-терапия стала неотъемлемой частью работы кафедр ортопедии и лечебной реабилитации. Как уже упоминалось ранее, наиболее часто лечение требуется после артропластики коленного сустава с использованием тотального эндопротеза. Например, Беннет и др. исследовали различные параметры настройки устройства СРМ-терапии и их воздействие на диапазон сгибания коленного сустава (2). Еще одно исследование демонстрирует увеличение объема движения и уменьшение боли (8). Существует также исследование, которое заостряет внимание на эффектах применения устройства СРМ-терапии после пластики передней крестообразной связки — с использованием трансплантатов из связки надколенника (13, 14). Фасо и Стиллз (6) представили интересную статью о включении устройства СРМ-терапии в терапию после ортопедических операций. Из статистики ОЭСР (20) мы можем видеть, что в 2012 г. было произведено около 1 000 000

операций по протезированию коленного сустава среди населения Европейского Союза. Почти 154 000 операций по протезированию коленного или тазобедренного сустава было произведено в 2011 г. в Германии (26), в Канаде было сделано почти 50 000 операций по протезированию коленного сустава и около 60 000 операций по протезированию тазобедренного сустава (5). Эти цифры растут с каждым годом, а что касается роста численности населения, в будущем мы можем ожидать, что послеоперационная реабилитация с использованием СРМ-терапии будет использоваться чаще.

ВЛИЯНИЕ ПАССИВНОГО ДВИЖЕНИЯ НА УМЕНЬШЕНИЕ БОЛИ И ПОСЛЕДУЮЩЕЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА ДВИЖЕНИЯ

Восприятие происходит прежде всего через свободные нервные окончания, которые диффузно распределены в коже по всему телу, и передается через безмиелиновые С-волокна в задние рога спинного мозга. Здесь они соединяются в спиноталамические пути у промежуточных нейронов. Спиноталамические пути проводят информацию о боли в таламические ядра мозга. Несмотря на то, что этот процесс считается идеальным на уровне задних рогов спинного мозга, мы обнаруживаем конкурентную взаимосвязь не только между ноцицептивной информацией, но и всей сомато-сенситивной информацией из других экстеро-, проприо- и интерорецепторов. Часть информации от этих прочих рецепторов переносится миелиновыми нервными волокнами, которые могут входить в задние рога спинного мозга раньше, чем ноцицептивная информация, и, следовательно, блокируют ее попадание в центральную нервную систему. Если информации запрещается вход, она далее не оценивается. Этот механизм был описан «теорией ворот», которая объясняет уменьшение боли конкурентной взаимосвязью на позвоночном и таламическом уровне, где эмоциональные связи вступают в управление процессом (10).

Из вышеупомянутой точки зрения становится ясно, что возросший афферентный поток информации во время движения снизит количество болезненных восприятий уже на спинальном уровне (10).

МЕТОДИКА

Методология

Для терапии были использованы два устройства для СРМ-терапии коленного сустава от различных производителей (BTL-CRMotion K PRO, производитель BTL Industries Ltd., и Artromot K1 от «Ормед»). Эффективность терапии оценивалась в Mělník Hospital в стационарном отделении медицинской реабилитации. Mělník Hospital аккредитован как образовательный отдел Министерства здравоохранения в области реабилитации и физиотерапии. Он также сотрудничает с Клиникой терапевтической реабилитации и Реабилитационной клиникой Факультетской больницы Motol.

Экспериментальная группа

Исследование проводилось с 1го октября 2015 г. по 30е октября 2015 г. на произвольно выбранных пациентах после артропластики коленного сустава с использованием тотального эндопротеза. Пациенты были произвольно разделены на две группы, одна из которых проходила терапию с помощью устройства BTL CRMotion K PRO (Группа 1), а вторая — с использованием устройства Artromot K1 (Группа 2). Мы не сравнивали эффект от воздействия с контрольной группой, проходящей терапию с использованием плацебо или другого типа физиотерапии. До начала терапии мы внимательно просмотрели истории болезни пациентов, принимая во внимание противопоказания, а также провели тщательное клиническое приемное испытание в соответствии со стандартами клиники. Критерии включения были следующими: возраст старше 50 лет, выявленный гонартроз 4го типа, классификация рентгенограммы по Kellgren-Lawrence, отсутствие инфекций и добровольное согласие. В течение одного месяца были протестированы пациенты, общее количество которых составляло 50 человек (32 женщины / 18 мужчин). Средний возраст женщин составлял 68 лет (+6/-14), средний возраст мужчин также составлял 68 лет (+7/-8). Был определен следующий критерий результата: 10 законченных сеансов терапии. 2 пациента (1 женщина/1 мужчина) не отвечали критериям результата. Они были исключены из исследования.

Пациенты подвергались в среднем пяти сеансам терапии еженедельно, по 30 минут каждый. Они не проходили никакой другой физической терапии. Тестирование проводилось в разных кабинетах с постоянной температурой $22^{\circ} \pm 1^{\circ}$.

Измерения

Аппарат СРМ-терапии устанавливался на кровати пациента или на терапевтической кушетке в зависимости от места проведения терапии. Для оценки объема движения в суставе до и после каждого сеанса терапии применялись гониометр и микроволновый радиометр с дискретной частотой. Для активного и пассивного движений измерения проводились в положении лежа на животе, с тем чтобы исключить синхронное движение тазобедренного сустава. Для оценки боли до и после каждого сеанса терапии использовалась шкала ВАШ (Визуальная аналоговая шкала) в сочетании со шкалой ВЦРШ (Вербальной цифровой рейтинговой шкалой). Протокол микроволнового радиометра с дискретной частотой, шкалы ВАШ и ВЦРШ являются частью протокола ведения больного, куда включаются данные по возрасту, полу, диагнозу, а также учет индивидуальных сеансов терапии.

Сбор данных

Объем движения регистрировался микроволновым радиометром с дискретной частотой и вносился в журнал пациента. Боль оценивалась по субъективному суждению пациентов перед каждым сеансом терапии. Значения вносились в протокол пациента.

Анализ данных

Анализ выполнялся путем вычисления среднего и срединного значений отдельных объемов данных. Диапазон движения в суставе был разделен на активные и пассивные значения. Наблюдалось общее увеличение объема движения во всех сеансах терапии и каждого последующего сеанса терапии. Помимо вышеупомянутых значений боли, измерялось ее среднее снижение, среднее количество выполненных сеансов терапии и общее уменьшение боли по всей выборке пациентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

50 пациентов прошли 490 сеансов терапии. После исключения из исследования 2 пациентов, которые прошли менее 10 сеансов терапии, общее количество сеансов терапии сократилось до 480. Величина отклонения между минимальным

и максимальным активным диапазоном движения при сгибании колена до первого и после последнего сеансов терапии для Группы 1 была в среднем $44,83^\circ$, а для Группы 2 — в среднем $21,66^\circ$ (см. Графики 1 и 2).

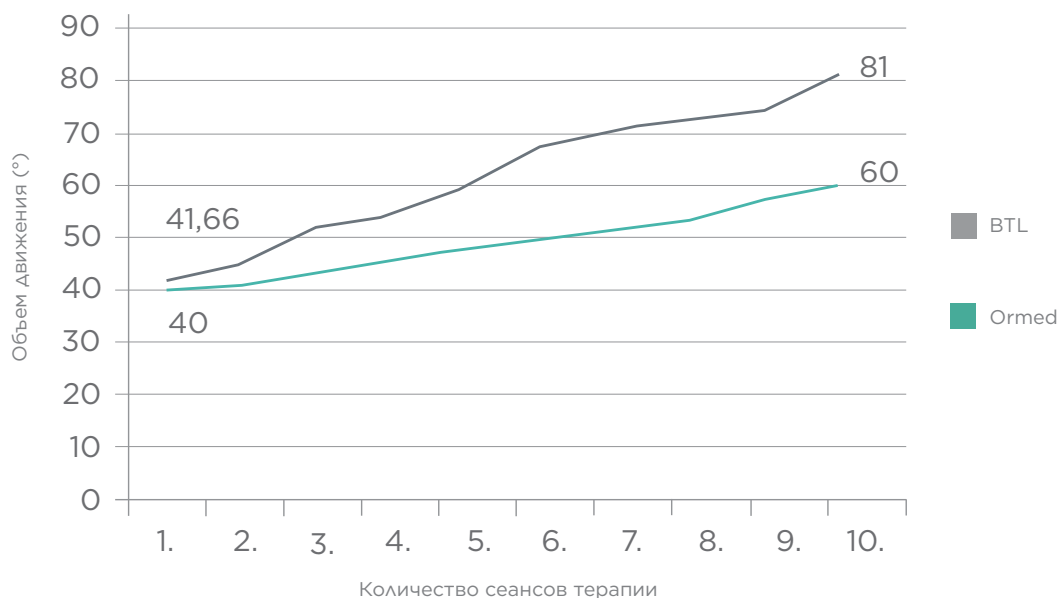


График 1: величина отклонения между минимальным и максимальным активным диапазоном движения при сгибании коленного сустава до первого и после последнего сеанса терапии.

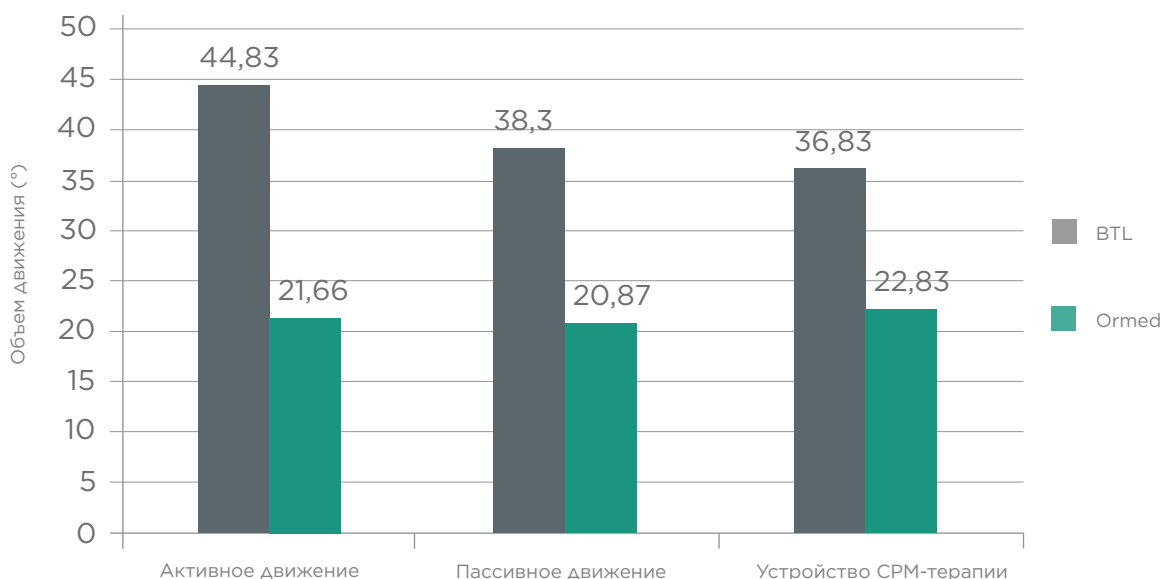


График 2: величина отклонения между минимальным и максимальным диапазоном движения для активного движения, пассивного движения и движения с использованием устройства СРМ-терапии при сгибании коленного сустава до первого и после последнего сеанса терапии.

Величина отклонения между минимальным и максимальным пассивным диапазоном движения при сгибании колена до первого и после последнего сеанса терапии для Группы 1 была в среднем $38,30^\circ$, а для Группы 2 — в среднем $20,87^\circ$ (смотри График 2). Величина отклонения между минимальным и максимальным диапазоном значений на устройстве СРМ-терапии при сгибании коленного сустава до первого и после

последнего сеанса терапии для Группы 1 была в среднем $36,83^\circ$, а для Группы 2 — в среднем $22,83^\circ$ (см. График 2).

Величина отклонения между максимальным значением боли до первого сеанса терапии и минимальным значением боли после последнего сеанса терапии была для Группы 1 в среднем 4,66, а для Группы 2 — в среднем 3,33 (см. График 3).

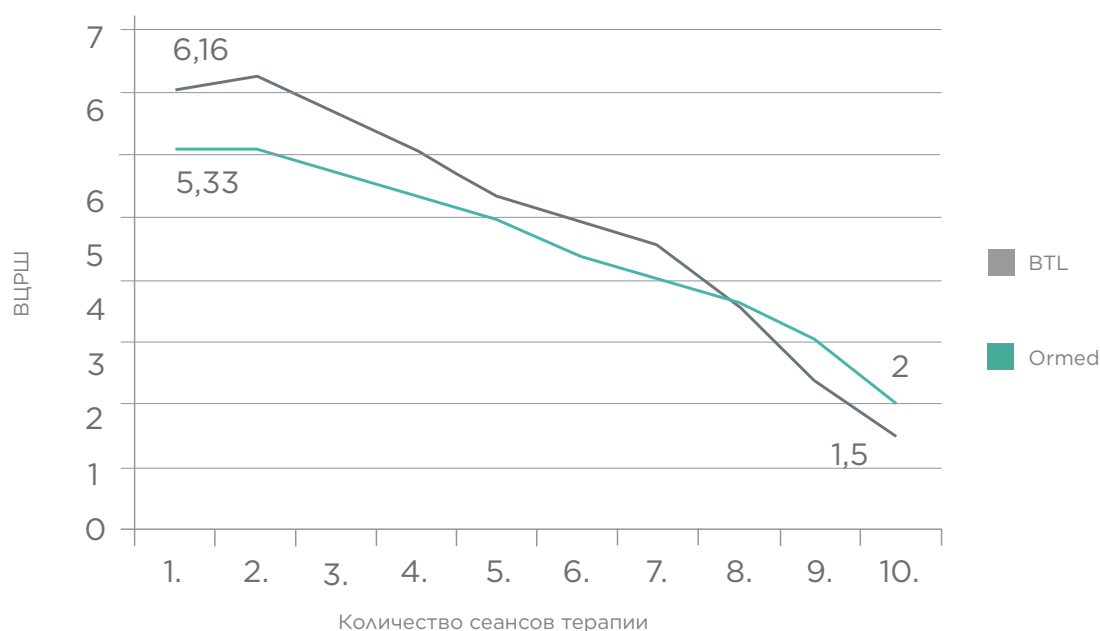


График 3: величина отклонения между максимальным значением боли до первого сеанса терапии и минимальным значением боли после последнего сеанса терапии.

В целом среднее значение боли перед первым сеансом терапии для обеих групп было 5,92 (срединное значение — 5), общее процентное отношение среднего уменьшения боли после последнего сеанса терапии для Группы 1 было

77,50%, а для Группы 2 — 62,5% (см. Таблицу 1). Ни одному из пациентов не был причинен вред. Помимо уменьшения боли и увеличения объема движений мы заметили уменьшение отека и улучшение перетяжки рубца.

	BTL	Ormed
среднее значение боли до первого сеанса терапии	6,16	5,33
среднее значение боли после последнего сеанса терапии	1,50	2,00
% уменьшения боли	75,65	62,48

Таблица 1: сравнение среднего уменьшения боли в соответствии со шкалой ВЦРШ до первого и после последнего сеанса терапии.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем исследовании, демонстрируя влияние скорости устройства СРМ-терапии на увеличение объема движения и уменьшение боли в более короткое время, мы подтвердили нашу рабочую гипотезу. У большинства пациентов наблюдалось увеличение объема движения и анальгетический эффект. Во время проведения терапии, которая продолжалась две недели, наблюдалось увеличение объема как в активном, так и в пассивном диапазонах движения и линейное уменьшение боли у всех пациентов.

В обеих группах скорость устройства СРМ-терапии была установлена на максимальное значение. Для Группы 1 это значение составило 380°/мин, а для Группы 2 — 210°/мин. В исследовании, проведенном Джонсоном и Иствудом (11), использовалось устройство СРМ-терапии с максимальной скоростью 155°/мин. Однако в отличие от нашего исследования, его целью не являлась оценка влияния скорости устройства СРМ-терапии, и время терапии отличалось от нашего стандарта. Мы продемонстрировали положительный эффект СРМ-терапии по сравнению с иммобилизацией. Влияние скорости устройства СРМ-терапии на терапевтический эффект также изучается группой специалистов Факультета физического воспитания и спорта. Предварительное тестирование 28 здоровых субъектов (возраст 22–24) показывает, что самая высокая скорость (в данном исследовании 525°/мин) оценивается для всех тестируемых субъектов как наиболее приятная. Скорость при проведении испытания примерно на 27% выше скорости устройства СРМ-терапии в Группе 1 в нашем исследовании. Тестирование проводилось на здоровых субъектах. Таким образом, можно предположить, что в Группе 1 максимальная скорость является вполне достаточной. И наоборот, скорость, достигающая 200°/мин, субъективно воспринимается как наименее приятная. Поэтому можно также предположить, что терапевтический эффект в Группе 2 будет хуже из-за очень медленного движения устройства СРМ-терапии по сравнению со скоростью движения устройства СРМ-терапии в Группе 1, где оно работало на более высоких скоростях. Этот факт мы подтвердили в данном исследовании. Василевский (25) сравнивал СРМ-терапию с использованием активно поддерживаемых упражнений. В группе, проходившей терапию с использованием устройства СРМ-терапии, был достигнут больший диапазон движения при сгибании коленного сустава и лучшие результаты по другим аспектам (боль, тест на поднятие вытянутой ноги). В исследовании не рассматривалось влияние скорости устройства СРМ-терапии. В нашем исследовании мы

использовали диапазон движения от 0° до 110° в зависимости от предписания врача. Джонсон и Иствуд работали с диапазоном от 0° до 90°. Бопре и др. (1) начинали испытания в диапазоне 0–30° и увеличивали диапазон в соответствии с индивидуальной переносимостью обследуемых субъектов. Ленссен и др. (12) описывают стандарт для отклонения пассивного диапазона 10°–80°. Беннет и др. (2) начинали с диапазона от 0° до 40° с постепенным увеличением на 10° в сутки и сравнивали его с группой с указанным диапазоном от 90° до 50°. Макдональд и др. (15) сравнивали свою группу с заданным диапазоном от 0° до 50° и от 70° до 110° с группой, которая не проходила СРМ-терапию. Чен и др. (9) регулировали диапазон от 0° до значения на 10° меньше, чем составляло измеренное значение пассивного диапазона движения при первом осмотре. Среднее значение входного значения составило 71°. Мы не наблюдали значительного снижения в расширении, и вышеупомянутые диапазоны из других исследований более или менее соответствуют диапазонам движения, которые применялись нами.

Исследование, посвященное обезболиванию эффекту СРМ-терапии с точки зрения снижения потребности в обезболивающих препаратах, проводилось Маккарти (13, 14). Брюн Олсен отмечал уменьшение боли по ВАШ с 52 до начала терапии до 20 после 3 месяцев терапии (4).

В качестве дополнительного эффекта мы зафиксировали уменьшение отека. Механизм влияния внешнего движения на уменьшение отека описывают, например, О’Дрисколл и Джиори (19).

На основании существующих исследований невозможно определить, каков общий стандарт с точки зрения достигнутого расширения диапазона движения коленного сустава. Возможность самостоятельной ходьбы по лестнице после проведения СРМ-терапии, а также возможность осуществления другой повседневной деятельности, такой, как сесть на унитаз и т.д., были важны. Частым выводом сравнительных и других исследований является то, что СРМ-терапия не приносит никакой пользы, однако результаты сопоставимы, и ясно обратное: если использование СРМ-терапии сопоставимо с эффектом мануальных методик, выполняемых терапевтом, это значительно облегчает его работу, а также позволяет экономить его физические и моральные силы. Если терапевт добавляет СРМ-терапию к своим мануальным методикам, достигаемые результаты значительно улучшаются.

ВЫВОД

В данном исследовании мы продемонстрировали положительное воздействие скорости работы устройства СРМ-терапии на терапевтический результат после выполнения артропластики коленного сустава с использованием протеза. Большой диапазон движения и уменьшение боли были зафиксированы в Группе 1, которая проходила терапию с использованием устройства VTL-CRMotion. Работа устройства СРМ-терапии с более высокой скоростью помогает сделать больше повторений движения в заданное время выполнения терапии. Более частое движение приводит к более быстрому заживлению и раннему возвращению пациента домой, что является немаловажным с экономической и социальной точки зрения. Теоретически с применением более высокоскоростных устройств

можно лечить большее число пациентов, чем с применением устройств, работающих на более низких скоростях. Тем не менее, это должно быть подтверждено дальнейшими исследованиями. Данная терапия имеет явное преимущество с учетом простоты использования как для терапевта, так и для пациента. Она безопасна, и пациент может продолжать лечение в домашних условиях. Настоящая терапия не требует сильной физической активности пациента.

На протяжении всего исследования не наблюдалось никаких побочных эффектов. Для того чтобы подтвердить результаты и пр., необходимо провести дополнительные исследования.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Л. А. БОПРЕ, Д. М. ДЭВИС, К. А. ДЖОНС, ДЖ. Г. СИНАТС. Упражнение в сочетании с непрерывным пассивным движением или терапия с помощью подвижной доски по сравнению только с упражнением: рандомизированное контролируемое исследование пациентов после полной артропластики коленного сустава. *Физиотерапия*. 2001, го. 81, с. 4, стр. 1029-1037.
2. Л. А. БЕННЕТ, С. К. БРИРЛИ, ДЖ. А. ХАРТ, М. ДЖ. БЭЙЛИ. Сравнение 2 протоколов пассивного движения после артропластики коленного сустава: контролируемое и рандомизированное исследование. *Журнал артропластики*. 2005, го. 20, с. 2, стр. 225-233.
3. Л. БРОССО, С. МИЛН, ДЖ. УЭЛЛС, П. ТИГУЭЛЛ, В. РОБИНСОН, КАЗИМРОЛ, Л. ПЕЛЛЭНД, М. ДЖ. НОЭЛЬ, ДЖ. ДЭВИС, Х. ДРОИИ. Эффективность непрерывного пассивного движения после тотальной артропластики коленного сустава: метаанализ. *Журнал ревматологии*. 2004, го. 31, с. 11, стр. 2251-2264.
4. В. БРЮН-ОЛСЕН, К.Э. ГЕЙБЕРГ, А.М. МЕНГШОЕЛ. Непрерывное пассивное движение как дополнительное средство к активным упражнениям в ранней реабилитации после полной артропластики коленного сустава — рандомизированное контролируемое исследование. *Потеря трудоспособности и реабилитация*. 2009, го. 31, с. 4, стр. 277-283.
5. КАНАДСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ О ЗДОРОВЬЕ. Эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов в Канаде: Канадский реестр эндопротезирования суставов. *Годовой отчет за 2014 г.*
6. Д. Р. ФАСО, М. СТИЛЛЗ. Пассивная мобилизация: Обзор ортопеда. *Клиническое протезирование и техника применения ортопедических аппаратов*. 1985, с. 9, стр. 7-19.
7. ДЖ. К. ГОЗЕ. Непрерывное пассивное движение при послеоперационной терапии пациентов с полной заменой коленного сустава. *Журнал Американской ассоциации физиотерапии*. 1987, с. 67, стр. 39-42.
8. М. ХАРМС, Б. ЭНГСТРОМ. Непрерывное пассивное движение как дополнительное средство терапии при применении физиотерапии у пациентов с тотальной артропластикой коленного сустава. *Физиотерапия*. 1991, с. 77, стр. 301-307.
9. Б. ЧЕН, ДЖ. Р. ЦИММЕРМАН, Л. СОУЛЕН, ДЖ. А. ДЕЛИСА. Непрерывное пассивное движение после тотальной артропластики коленного сустава: Проспективное исследование. *Американский журнал физиотерапии и реабилитации*. 2000, го. 79, 4, 5, стр. 421-426.
10. ЕЛЕН К., ЛОПОТ Ф., ПАВЛУ Д., КУБОВЫ П., ТОМШОВСКИЙ Л. Промежуточный доклад о влиянии скорости устройства непрерывного пассивного движения на физиотерапевтический эффект. *Прага, 2015.*
11. П. ДЖОНСОН, Д. ИСТВУД. Положительное воздействие непрерывного пассивного движения после тотальной мышечковой артропластики коленного сустава. *Вестник Королевского хирургического колледжа Englu*. 1992, с. 74, стр. 412-416.

12. А. Ф. ЛЕНССЕН, Р. А. ДЕ БИ, С. БУЛСТРА, М. ДЖ. А. ВАНШТЕЙН. Непрерывное пассивное движение (СРМ) при реабилитации после полной артропластики коленного сустава: рандомизированное контролируемое исследование. *Журнал физиотерапии*. 2003, год. 8, № 3, стр. 123-129.
13. М. Р. МАККАРТИ, К. К. ЙАТЕС, М. А. АНДЕРСОН, ДЖ. Л. ЙАТЕС-МАККАРТИ. Воздействия немедленного непрерывного пассивного движения на боль на этапе воспаления при заживлении мягких тканей после восстановления передней крестообразной связки. *Журнал ортопедии и спортивной физиотерапии*. 1993, № 17, стр. 96-101.
14. М. Р. МАККАРТИ, Б. П. БАКСТОН, К. К. ЙАТЕС. Воздействия непрерывного пассивного движения на расслабление переднего связочного аппарата после восстановления передней крестообразной связки при помощи аутогенных трансплантатов из надколенного сухожилия. *Журнал спортивной реабилитации*. 1993, № 2, стр. 171-178.
15. С. ДЖ. МАКДОНАЛЬД, Р. Б. БУРНЭ, К. Г. РОРАБЕК, Р. У. МАККАЛДЕН, ДЖ. КРАМЕР, М. ВАЗ. Проспективное рандомизированное клиническое исследование непрерывного пассивного движения после тотальной артропластики коленного сустава. *Клиническая ортопедия и смежные исследования*. 2000, № 380, стр. 30-50.
16. ДЖ. МАКИНЕСС, М. ДЖ. ЛАРСО, Л. Г. ДАЛТРОЙ, Т. БРАУН, А. Г. ФОССЕЛЬ, Г. М. ИТОН, Б. ШУЛЬМАН-КИРВАН, С. ШТАЙНДОРФ, М. Г. ЛИАНГ. Контролируемая оценка непрерывного пассивного движения у пациентов, подвергаемых тотальной артропластике коленного сустава. *Журнал Американской медицинской ассоциации*. 1992, год. 268, № 11, стр. 1423-1428.
17. Ф. МОНТГОМЕРИ, М. ЭЛИАССОН. Непрерывное пассивное движение в сравнении с активной физиотерапией после артропластики коленного сустава. *Acta Orthop Scand*. 1996, год. 67, № 1, стр. 7-9.
18. ДЖ. Э. НАДЖЕНТ-ДЕРФУС и др. Непрерывное пассивное движение, применяемое к неповрежденным суставам, стимулирует биосинтез хондроцитов функциональной группы белков 4. *Остеоартроз хряща*. 2007, год. 15, № 5, стр. 566-574.
19. С. У. О'ДРИСКОЛЛ, Н. ДЖ. ДЖИОРИ. Непрерывное пассивное движение (СРМ) : Теория и принципы клинического применения. *Журнал реабилитационных исследований и разработок*. 2000, год. 37, № 2, стр. 179-188.
20. ОЭСР. Эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов. Беглый взгляд на здоровье: Европа 2012. Год. 2012, стр. 86-87.
21. Р. Б. СОЛТЕР. Биологическая концепция непрерывного пассивного движения синовиальных соединений. Первые 18 лет фундаментального исследования и его клиническое применение. *Клиническая ортопедия и смежные исследования*. 1989, № 242, стр. 12-25.
22. Р. Б. СОЛТЕР, Д. Ф. СИММОНД, Б. У. МАЛКОЛЬМ, Э. ДЖ. РАМБЛ, Д. МАКМАЙКЛ, Н. Д. КЛЕМЕНТС. Биологическое воздействие непрерывного пассивного движения на заживление дефектов аутотрансплантатов на всю толщину кожи в суставном хряще. *Журнал хирургии костей и суставов*. 1980, № 62, стр. 1232-1251.
23. Р. Б. СОЛТЕР, Г. У. ГАМИЛЬТОН, ДЖ. Г. УЭДЖ, М. ТАЙЛ, И. П. ТОРОД, С. У. О'ДРИСКОЛ, ДЖ. ДЖ. МЕРНАГАН, ДЖ. Г. САРИНДЖЕР. Клиническое применение фундаментального исследования по непрерывному пассивному движению для нарушений и повреждений синовиальных соединений: предварительный отчет по ТЭО. *Журнал ортопедических исследований*. 1984, год. 1, № 3, стр. 325-342.
24. П. А. ВЕРВЕРЕЛИ, Д. К. САТТОН, С. Л. ХЕРН, Р. Э. БУТ МЛ., У. ЖД. ХОЗАК., Р. Р. РОТМАН. Непрерывное пассивное движение после тотальной артропластики коленного сустава. Анализ стоимости и преимуществ. *Клиническая ортопедия и смежные исследования*. 1995, № 321, стр. 208-215.
25. С. А. ВАСИЛЕВСКИЙ, Л. К. ВУДС, У. Р. ТОРГЕРСОН, У. Л. ХИЛИ. Значение непрерывного пассивного движения при тотальной артропластике коленного сустава. *Ортопедия*. 1990, год. 13, № 3, стр. 291-295.
26. А. ВЕНГЛЕР, У. НИМПЧ, Т. МАНСКИЙ. Эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов в Германии и США. Анализ данных по отдельным стационарным пациентам больниц Германии и США с 2005 г. по 2011 г. *Deutsches Arzteblatt International*. год. 111, № 23-24, стр. 407-416.