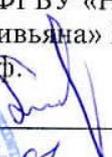


Министерство здравоохранения Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НОВОСИБИРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМ. Я.Л. ЦИВЬЯНА»  
(ФГБУ «ННИИТО ИМ. Я.Л. ЦИВЬЯНА» МИНЗДРАВА РОССИИ)

УДК 615.8  
№госрегистрации 115071510027  
Инв.№

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУ «ННИИТО  
им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,  
д.м.н., проф.

  
М.А. Садовой

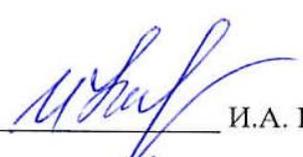
15.01 2018 г.



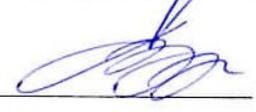
ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

по теме:  
РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОЙ  
ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ПАТОЛОГИЯХ ОПОРНО-  
ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
(заключительный)

Заместитель директора  
по научной работе, д.м.н.

  
И.А. Кирилова

Руководитель темы, к.м.н.

  
О.В. Шелякина

Новосибирск 2018

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель и ответственный исполнитель НИР, руководитель физиотерапевтического отделения ФГБУ ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна Минздрава России, к.м.н.



О.В. Шелякина

Научный консультант, профессор кафедры госпитальной терапии и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «НГМУ» Минздрава России, ведущий научный сотрудник ФГБУ ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна Минздрава России, д.м.н.



Н.П. Карева

### *Исполнители темы:*

Врач лечебной физкультуры



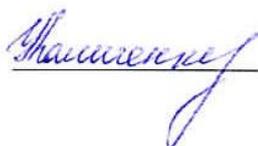
А.А. Копанев

Врач-нейрохирург



С.В. Шабанов

Врач лечебной физкультуры



И.Г. Каличенко

### *Организации-соисполнители:*

ФГБУ «Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и биофизики» СО РАМН;

Закрытое акционерное общество "Инновационный медико-технологический центр (Медицинский Технопарк)".

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России

## РЕФЕРАТ

Отчет 59 с., 21 рис., 1 табл., 18 источников, 4 прил.

ДВИГАТЕЛЬНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ, ОЦЕНКА РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА, ПАТОЛОГИИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, ПАТОЛОГИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ, ДИСТАНЦИОННАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ, ТЕЛЕМЕДИЦИНА, СРМ-ТЕРАПИЯ

Объект исследования: пациенты с нарушениями двигательных функций крупных суставов, связанных с патологией опорно-двигательного аппарата и нервной системы (n=340).

Цель работы: разработка медицинской технологии дистанционной двигательной реабилитации согласно индивидуальным особенностям пациентов при различных заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата и нервной системы, включая разработку методик оценки реабилитационного потенциала пациентов для персонализированного подхода к формированию и реализации программ реабилитации и оценки эффективности реабилитационных процедур для повышения качества их проведения.

В результате исследования впервые в России создан аппаратно-программный комплекс (АПК) для пассивной механотерапии с функцией дистанционного мониторинга и управления «Пульсар-К», разработана технология дистанционной реабилитации с использованием персонифицированного подхода на основе АПК «Пульсар-К» и оценена ее эффективность.

Степень внедрения: получено регистрационное удостоверение.

Проведена клиническая апробация метода восстановления подвижности суставов нижних конечностей с применением АПК «Пульсар-К» в условиях дистанционного мониторинга. Пролечено 340 человек.

Полученные результаты могут быть использованы при независимой экспертизе результатов реабилитации и в качестве базы данных для дальнейших исследований в области восстановительной медицины.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ .....	9
Заключение .....	18
Список использованных источников .....	21
Приложения .....	23

## ВВЕДЕНИЕ

В Новосибирской области ежегодно становятся инвалидами от 20 до 25 тыс. взрослых и 6-7 тыс. детей. Полную медицинскую и профессиональную реабилитацию удается получить лишь 5-6% инвалидам-взрослым и 7-9% – инвалидам-детям [1, 8].

Важным фактором борьбы с инвалидизацией населения вследствие перенесенных заболеваний и травм, поражающих опорно-двигательный аппарат и нервную систему, является своевременная эффективная реабилитация пациентов на разных стадиях восстановления. При этом реабилитационные мероприятия должны носить системный и перманентный характер, выполняться на основе комплексных программ с учетом индивидуальных особенностей заболевания пациента, его функциональных возможностей, сенсорных нарушений [3, 4, 5, 7, 11].

На лечебно-диагностическом этапе, предшествующем реабилитации, доминируют врачебные прерогативы, после его окончания пациент, попадая, чаще всего, в домашние условия, остается наедине с самим собой. Особенно актуально такая ситуация выглядит на реабилитационном этапе, при восстановлении двигательных функций, когда трудности с передвижением пациента сокращают возможности доступа к современным высокотехнологичным средствам реабилитации, сосредоточенным в крупных реабилитационных центрах и клиниках. Естественные требования перманентности медицинской реабилитации нарушаются, пациент перестает быть объектом врачебного контроля, и в этом случае прогноз реабилитационного успеха, как правило, лишь удовлетворительный [7, 10, 11, 13].

Создание дистанционной системы реабилитации на основе программных и аппаратных средств – приоритетная задача сферы реабилитации, которая согласуется с государственной стратегией развития здравоохранения, медицинской промышленности и науки в организации восстановительного лечения.

Задача особенно актуальна для России с ее различным в демографическом и социально-экономическом отношении населением, неравномерностью его распределения, состоянием медицинских ресурсов, недостаточностью развития дорожно-транспортной инфраструктуры.

Дистанционный метод реабилитации, аппаратные и программные средства, интегрированные в единую инфокоммуникационную среду, позволят оказывать квалифицированные реабилитационные услуги, равномерно доступные на всей территории РФ.

Социально-экономический эффект будет достигнут уменьшением бюджетных затрат на транспортные расходы и пребывание пациента в стационаре на время реабилитации, снижением квалификационных требований к медицинским специалистам, оказывающим услуги реабилитации в режиме амбулаторной помощи в условиях дефицита медицинских кадров. Приведенные факты в итоге будут способствовать значительному снижению инвалидизации и повышению доли трудоспособного населения.

**1 Цель исследования:** разработка медицинской технологии дистанционной двигательной реабилитации согласно индивидуальным особенностям пациентов при различных заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата и нервной системы, включая разработку методик оценки реабилитационного потенциала пациентов для персонализированного подхода к формированию и реализации программ реабилитации и оценки эффективности реабилитационных процедур для повышения качества их проведения.

## **2 Задачи исследования:**

Общие задачи исследования определены в следующем объеме:

2.1 Изучение и сравнение существующих отечественных и зарубежных подходов к восстановительному лечению и реабилитации отдельных групп пациентов, оценка эффективности различных методов восстановительного лечения, возможности использования технологий в дистанционном режиме.

2.2 Оценка возможностей индивидуализированного подхода к организации процесса реабилитации, к определению реабилитационного потенциа-

ла пациента, разработке программ реабилитации в зависимости от типа заболевания, травмы или хирургического вмешательства и данных анамнеза.

2.3 Формирование медицинских показаний для применения аппаратно-программных средств дистанционной двигательной реабилитации с учетом персональных параметров пациентов для назначения индивидуального восстановительного лечения.

2.4 Разработка технологии восстановительного лечения в дистанционном режиме, показателей эффективности и оценочных шкал для подбора различных режимов работы элементов комплекса аппаратно-программных средств на основе персонифицированного подхода к пациенту.

**3 В рамках первого года исследования были определены следующие задачи:**

3.1 Изучение и сравнение существующих отечественных и зарубежных подходов к восстановительному лечению и реабилитации отдельных групп пациентов, оценка эффективности различных методов восстановительного лечения.

3.2 Оценка возможностей индивидуализированного дистанционного подхода к организации процесса реабилитации в зависимости от типа заболевания, травмы или хирургического вмешательства и данных анамнеза.

3.3 Формирование групп медицинских показаний применения аппаратных и программных средств дистанционной двигательной реабилитации с учетом персональных параметров пациентов для назначения индивидуально-восстановительного лечения.

3.4 Выбор и обоснование элементов комплекса аппаратных и программных средств дистанционной двигательной реабилитации.

**4 В рамках второго года исследования были определены следующие задачи:**

4.1 Проведение апробации медицинской технологии дистанционной двигательной реабилитации.

4.2 Сбор, обработка и анализ данных для формирования базы знаний по выработке методики оценки эффективности проводимых реабилитационных процедур.

4.3 Разработка методики оценки эффективности проводимых реабилитационных процедур.

**5 В рамках третьего года исследования были определены следующие задачи:**

5.1 Завершение апробации медицинской технологии дистанционной двигательной реабилитации при нарушениях двигательных функций крупных суставов.

5.2 Завершение формирования базы данных и разработка методики оценки эффективности проводимых реабилитационных процедур.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

**В первый год исследования (2015 г)** были изучены актуальные современные подходы к реабилитации. Нами было найдено около 30 работ, описывающих изолированные методики применения СРМ-терапии и в сочетании с физиотерапией [17,18].

Одни авторы изучали применение СРМ-терапии в ранние послеоперационные сроки, другие изучали эффект от применения СРМ-терапии длительно на амбулаторном этапе реабилитации. Для оценки эффективности авторами использовались, как правило, следующие критерии:

Объём активных и пассивных движений в суставе измеряется гониометром. Достоверность для сгибания – 0,99, для активного разгибания – 0,97. Критерий достоверности для сгибания – 0,98, для разгибания – 0,42.

Функциональный статус оценивается с помощью двух шкал: Knee Society Scale (KSS), и болезнь-специфическая шкала Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis index (WOMAC).

KSS – краткая и простая в использовании шкала. Позволяет оценить функцию коленного сустава отдельно от общего функционального состояния пациента. Во всех отчётах отмечают высокую сходимость результатов по этой шкале, также высокую достоверность.

Шкала WOMAC является болезнь-специфическим опросником, разработанным специально для пациентов с остеоартрозами тазобедренных и коленных суставов. Шкала состоит из трёх разделов, 24 пунктов. Эти разделы: боль, контрактура, физическое функционирование сустава. Подсчет очков в WOMAC колеблется от «нет совсем» до «невозможно». Общая сумма баллов стандартизирована (0-100), где высокие значения указывают на меньшую выраженность болевого синдрома или лучше физическое функционирование. Вопросник WOMAC общепризнано имеет хорошую достоверность, надежность и чувствительность.

В результате анализа всех исследований были разработаны методики по применению СРМ-терапии в реабилитации у разных групп пациентов.

В процессе формулировки показаний к применению комплексов в дистанционном режиме и анализа основных АПК, представленных среди реабилитационного оборудования, определены ключевые параметры аппаратной части комплекса для оценки его эффективности в процессе реабилитации с учетом параметров иностранных тренажеров – аналогов ArtroMot, Kinetec, OptiFlex3 (таблица 1).

Таблица 1 - Ключевые технические параметры эффективности аппаратной части комплекса

Наименование	ArtMot	Kinetic	OptiFlex 3	Пульсар - К
Диапазон регулировки для бедра:	31–49 см	33-46 см	30.5-48.3 см	30-50 см
Диапазон регулировки для голени:	25–57 см	20-56 см	25.4-59.7 см	23-59 см
скорость движения град/мин	18-180	45-145	30-150	20-200
Диапазон движения град	от -5 до +125	от -10 до +120	от -10 до +120	от -5 до +120
Уменьшение болевого эффекта и увеличение диапазона движения в сессии	-	-	-	вибрация 30-45 гц амплитуда 2-4 мм
Программа динамической нагрузки	-	-	-	да
Дистанционная система контроля и установки занятий				да

Проведенные работы по формированию технологии дистанционной реабилитации позволили определить наиболее эффективные программы использования аппаратно-программного комплекса для организации удаленных сеансов кинезиотерапии. Выполненная оценка результатов позволила сформировать программу реабилитации в раннем и позднем послеоперационном периодах.

Для проведения экспериментальных исследований использования программно-аппаратных комплексов реабилитации в дистанционном режиме был использован тренажер отечественной разработки Пульсар-К, разработка

которого проводилась на базе полученных результатов научного коллектива Новосибирского НИИТО.

В основе работы аппарата реабилитационного «Пульсар-К» (рисунок 1) использован принцип биомеханической стимуляции для увеличения диапазона безболезненного движения за счет вибрации от 30 до 40 Гц. Данный параметр не предусмотрен у ведущих мировых аналогов тренажеров для СРМ-терапии. Это позволит проводить разработку коленного и тазобедренного суставов за счет поступательного реверсивного движения, которое приводит к изменению угла конструкции, на которой закрепляется нога пациента. Результат – менее болезненная процедура реабилитации, а также сокращение ее сроков.

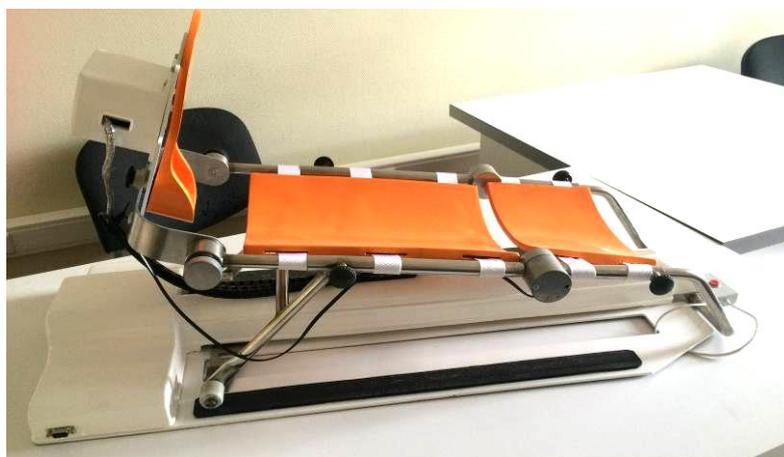


Рисунок 1 - Внешний вид апробируемого прототипа

Управление настройками механотерапевтических тренажеров апробируемого аппарата осуществлялось с электронного пульта управления, который входит в комплектность поставки аппарата. При использовании планшетного компьютера информация о настройках тренажера может передаваться в On-line или Off-line режимах в базу данных телемедицины, расположенной на едином сервере дистанционной реабилитации.

В результате клинических испытаний были представлены замечания и предложения по оптимизации механической и информационной составляющих АПК «Пульсар-К», явившиеся основой для разработки новой модификации специализированного реабилитационного тренажера с системой дистан-

ционного мониторинга. В результате был разработан серийный образец (Рисунок 2), который был использован в апробации медицинской технологии дистанционной двигательной реабилитации взрослых пациентов при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата в качестве основного элемента технологии.



Рисунок 2 - Внешний вид серийного образца

Было получено регистрационное удостоверение на медицинское изделие. Разработан и утвержден паспорт на тренажер «ПУЛЬСАР-К», руководство к эксплуатации: ИНОР.941139.000.РЭ.

Создано программное обеспечение для работы на аппаратно-программном комплексе с дистанционным мониторингом.

Разработана технология применения аппарата «ПУЛЬСАР-К» «Порядок организации тренировки на аппаратно-программном комплексе в условиях дистанционного мониторинга».

**Во втором отчётном периоде (2016 г.)** проведен первый этап апробации медицинской технологии дистанционной двигательной реабилитации взрослых пациентов при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата. В качестве основного элемента технологии реабилитации с дистанционным мониторингом эффективности использован АПК «Пульсар-К» (РУ № РЗН 2015/31328 от 28.09.2015, производитель ООО «Ин-

новационные реабилитационные технологии»). Отечественный аппарат роботизированной механотерапии «Пульсар-К», разработанный ООО «ИННОРТА» на основании договора о сотрудничестве с ФБГУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, предназначен для реабилитационной тренировки пациентов после оперативного лечения заболеваний и травм нижних конечностей, при контрактурах и двигательных нарушениях в коленном суставе [2]. Аппарат «Пульсар-К» обеспечивает воспроизведение биомеханически одинаковых пассивных движений в поврежденном суставе. Метод непрерывного пассивного движения (Continuous Passive Motion – СРМ-терапия) включается в программу реабилитации с 1-2 дня после операции на суставе с целью предотвращения формирования внутрисуставных адгезий и тугоподвижности суставов, более быстрого восстановления объема движений после операций и травм, для стимуляции регенерации суставной хрящевой ткани и периартикулярных мягких тканей [2, 6, 9, 12, 14, 15, 16].

Программное обеспечение (ПО) АПК «Пульсар-К» позволяет осуществлять функции дистанционного индивидуального мониторинга и управления параметрами процесса реабилитации в условиях удаленного доступа. Структура системы дистанционного мониторинга включает следующие основные модули:

- модуль персональных данных и настроек;
  - модуль врача, предназначенный для установки и хранения индивидуальной программы реабилитации;
  - модуль пациента, сопряженный с пультом дистанционного управления пациента, посредством которого осуществляется управление тренажером, а также передача телеметрических данных в телемедицинскую систему;
  - модуль обратной связи, позволяющий в диалоговом режиме модифицировать режим реабилитации для повышения эффективности процедуры.
- После подбора новых режимов информация сохраняется в модуле врача.

Работа программного обеспечения модулей реализуется в виде последовательности, позволяющей производить максимум действий со стороны

врача по подбору и настройке режимов реабилитации, обеспечивающей регистрацию медико-биологической информации и передачу данных по сетям телемедицинских систем, скачивание данных в модуль врача и автоматическое ассоциирование с ID пациента, документирование процесса реабилитации.

Клиническая апробация (КА) метода дистанционной реабилитации с использованием аппаратно-программного комплекса проводилась в соответствии с утвержденным протоколом. В отчетном году согласно протоколу в КА были включены 160 пациентов мужского или женского пола в возрасте от 18 до 50 лет после эндопротезирования коленного сустава в позднем послеоперационном периоде (4-5-я неделя после операции), а также пациенты после артроскопических операций на коленном суставе в раннем послеоперационном периоде. Дизайн КА представлен в приложении А.

По результатам КА были разработаны:

- методические рекомендации для врачей и инструкторов ЛФК «Порядок организации тренировки на аппаратно-программном комплексе в условиях дистанционного мониторинга» (приложение Б);

- протокол оказания амбулаторной медицинской помощи по дистанционной реабилитации взрослых пациентов при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата (приложение В);

- представлены замечания и предложения по оптимизации механической и информационной составляющих АПК «Пульсар-К», явившиеся основой для разработки новой модификации специализированного реабилитационного тренажера с системой дистанционного мониторинга.

Была решена задача организации системы сбора, обработки и хранения данных, используемых в процессе проведения клинической апробации метода восстановления подвижности суставов нижних конечностей с применением программно-аппаратного комплекса в условиях дистанционного мониторинга.

Были достигнуты следующие результаты:

1) Модуль управления тренажёром «Пульсар-К» обеспечивает с компьютера пациента (инструктора) следующие процессы:

- авторизация и аутентификация пациента;
- загрузка программы тренировки на текущий день (созданной врачом удалённо посредством веб-сервиса) из базы данных;
- автоматизированная установка параметров тренажёра через USB-интерфейс, загрузка параметров тренажёра из базы данных и программный запуск/остановка тренажера;
- отображение в реальном времени угла сгибания в суставе и усилия сопротивления, а также обеспечение автоматического изменения диапазона движения тренажёра согласно начальным и целевым углам;
- отображение номера и времени подхода пациента (продолжительность подхода на текущий момент, а также оставшееся время подхода) и сохранение промежуточных результатов подходов пациента для текущего дня (время каждого подхода, достигнутые максимальные и минимальные углы для каждого подхода);
- отправка результатов тренировки по окончании тренировочного дня реабилитации.

2) Веб-сервис обеспечивает:

- работу с персональными данными в соответствии с ФЗ-152 от 27.07.2006;
- авторизацию и аутентификацию пользователя (пациент, врач, администратор)
- разграничение прав доступа (личный кабинет врача, личный кабинет пациента, личный кабинет администратора);
- управление с компьютера врача, в т.ч. создание и редактирование программ реабилитации пациентов, удалённое управление сеансами реабилитации, сбор статистики и контроля результатов реабилитации и формирование аналитической отчётности по реабилитационным процессам;
- предусмотрена опция «Комментарии пациента»;

– предусмотрен просмотр установленных параметров тренажёра на текущий день.

3) Функционал администратора имеет следующие возможности:

- регистрация пользователей;
- редактирование информации о пользователях;
- просмотр списка зарегистрированных пользователей.

4) Веб-сервис и локальное программное обеспечение обращается к единой базе данных, развёрнутой на сервере, и обеспечивает:

- администрирование сервера;
- администрирование рабочих станций пользователей;
- разработка и внедрение задач информационной безопасности;
- администрирование баз данных.

Разработана методика оценки эффективности проводимых реабилитационных мероприятий, основанная на оценке восстановления статодинамической функции нижней конечности и оценке качества жизни пациента.

Для оценки восстановления статодинамической функции нижней конечности используется шкала KSS (Knee Society Score) и данные гониометрии. Основным параметром клинической эффективности является величина среднего балла по шкале KSS через 3 месяца после начала реабилитационного лечения, оцениваемая на Визите 4, дополнительным параметром эффективности является разность величин объема движения в пораженном суставе, измеренная в градусах и оцениваемая для Визитов 1 и 4.

**В 2017 году** была завершена КА метода дистанционной реабилитации с использованием аппаратно-программного комплекса, включены 180 пациентов мужского или женского пола в возрасте от 18 до 50 лет после эндопротезирования коленного сустава в позднем послеоперационном периоде (4-5-я неделя после операции), а также пациенты после артроскопических операций на коленном суставе в раннем послеоперационном периоде. Т.о., был завершен сбор данных для разработки методики оценки эффективности проводимых реабилитационных процедур: всем пациентам, включенных в КА, на

90±5 день с момента начала реабилитационных мероприятий (Визит 4) проведена оценка эффективности реабилитационного лечения на основании общего балла по шкале KSS и разницы величин объема движения в оперированном суставе на Визитах 1, 4.

Были проведены обработка и анализ данных по оценке восстановления статодинамической функции нижней конечности. Оценка качества жизни, оцениваемая на Визитах 4 и 6 (через год после начала реабилитационных мероприятий) будет проведена в 2018 г.

В рамках разработки методики оценки эффективности проводимых реабилитационных мероприятий проведена оценка тугоподвижности оперированного коленного сустава по шкале KSS.

Анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы:

- если у пациентов после эндопротезирования коленного сустава в раннем или позднем восстановительном периоде балл по шкале KSS выше 75,5, то применение СРМ-терапии не влияет на конечную эффективность реабилитационного процесса;

если у пациентов после эндопротезирования коленного сустава в раннем или позднем восстановительном периоде балл по шкале KSS ниже 75,5, то им показан курс СРМ-терапии в программе реабилитации.

У пациентов после артроскопических операций анализ эффективности по шкале KSS позволяет сделать вывод, что в 95% случаев 1 курса СРМ-терапии в составе программы реабилитации достаточно для восстановления функции коленного сустава.

Для формирования валидной шкалы прогнозирования исхода эффективности реабилитационных мероприятий база данных будет расширена и дополнена результатами анализа опросников качества жизни через год после реабилитации.

Планируется, что материалы проведенного исследования станут основой для подготовки 1-2 диссертационных работ в период 2018-2019 гг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При восстановлении двигательных функций, когда трудности передвижения пациента сокращают возможности доступа к современным высокотехнологичным средствам реабилитации, нарушаются требования перманентности медицинской реабилитации, что снижает успех реабилитационных мероприятий. Дистанционный метод реабилитации, аппаратные и программные средства, интегрированные в единую инфокоммуникационную среду, позволят оказывать квалифицированные реабилитационные услуги, равномерно доступные на всей территории РФ несмотря на различное в демографическом и социально-экономическом отношении население, неравномерностью его распределения, состояние медицинских ресурсов, недостаточность развития дорожно-транспортной инфраструктуры.

В процессе реализации настоящего исследования были решены следующие основные задачи:

- изучены существующие отечественные и зарубежные подходы к восстановительному лечению и реабилитации отдельных групп пациентов; оценена их эффективность и на основании полученных данных создан первый АПК с функцией дистанционного мониторинга и управления;

- сформированы медицинские показания для применения аппаратно-программных средств дистанционной двигательной реабилитации с учетом персональных параметров у различных групп пациентов с нарушением функции коленного сустава;

- разработана и апробирована технология дистанционной реабилитации при патологии опорно-двигательного аппарата; разработанная технология дистанционной реабилитации при заболеваниях и травмах крупных суставов базируется на применении специализированного реабилитационного аппаратно-программного комплекса «Пульсар-К» с функциями дистанционного индивидуального мониторинга и управления параметрами процесса реабилитации.

Архитектура программно-аппаратного комплекса Пульсар-К отвечает всем требованиям, возникающим при реализации дистанционных подключений в структуре телемедицинской технологии. Многокомпонентная система серверов и интерфейсов обеспечивает возможность круглосуточной бесперебойной работы комплекса в режиме относительно высокой нагрузки и в условиях большого числа соединений, возможность работы с данными реального времени от датчиков и медицинских устройств и с архивом, защиту данных пациента и интеграцию с медицинскими информационными системами лечебных учреждений. Реализацию технологии дистанционной реабилитации на амбулаторном этапе осуществляет телемедицинский центр, в задачи которого входит организационно-техническая поддержка по предоставлению телемедицинских услуг, и связанный с ним консультационный центр лечебного учреждения, на базе которого организовано дистанционное автоматизированное рабочее место врача-реабилитолога.

Аппаратно-программный комплекс «Пульсар-К» вместе с мобильным устройством для взаимодействия в информационно-телекоммуникативном пространстве предоставляется во временное пользование пациенту с заболеванием или травмой крупных суставов на амбулаторном этапе медицинской реабилитации. Регулярные тренировки на аппарате «Пульсар-К» в домашних условиях проводятся в комплексе со специализированной лечебной гимнастикой, что отражается в плане реабилитационных мероприятий, размещенном в модуле удаленного мониторинга параметров пациента. Наличие утвержденного плана тренировок, перманентный онлайн/оффлайн контроль и диалог специалиста и пациента в инфокоммуникативном пространстве повышают степень осознанного активного участия пациента в реабилитационном процессе, что влияет на эффективность реабилитационных мероприятий.

Проведена оценка возможностей индивидуализированного подхода к организации процесса реабилитации, к определению реабилитационного потенциала пациента, разработке программ реабилитации в зависимости от ти-

па заболевания, травмы или хирургического вмешательства и данных анамнеза.

Применение результатов данной работы позволит пациентам:

- получить доступ к квалифицированным консультациям врача в самых удаленных от центра районах;
- уменьшить стоимость услуг восстановительной медицины за счет сокращения сроков реабилитации и необходимости нахождения в стационаре;
- получить возможность проведения сеансов реабилитации в удаленном режиме с передачей данных в ЛПУ или реабилитационный центр в электронном виде.

Для врачей-реабилитологов применение методов телемедицины позволит:

- использовать современные технологии для организации эффективных сеансов реабилитации, как в локальном, так и дистанционном режимах;
- получить возможность удаленного мониторинга, управления и контроля процессом реабилитации в удаленном режиме;
- постоянно повышать свою квалификацию за счет удаленного консультирования с более опытными коллегами.

По материалам исследования опубликованы статьи, сделаны доклады на научно-практических конференциях, получен патент на изобретение (приложение Г).

## Список использованных источников

1. Захарьян А.Г. Особенности первичной инвалидности населения Новосибирской области [Электронный ресурс] / А.Г. Захарьян // Медицина и образование в Сибири : сетевое научное издание. – 2015. – № 1. – Режим доступа: [http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text\\_full.php?id=1662](http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1662). – (Дата обращения: 03.03.2015).
2. Ломтатидзе Е. Ш., Маркин В. А., Сараев А. В. и др. Применение СРМ-терапии у пациентов после травм и ортопедических операций в амбулаторной практике // Вестн. последиплом. мед. образования. 2012. № 2. С. 31–33.
3. Основные методологические подходы к организации службы реабилитации в ортопедотравматологическом центре А.В. Губин, А.Б. Орешков, М.З. Насыров, А.А. Корюков, А.В. Резник, Э.В. Гончарук, А.Е. Кобызев, Л.Н. Смелышева, И.В. Чакушина, Л.О. Марченкова / Гений Ортопедии № 1, 2016 г. С. 18-27.
4. Патент на полезную модель №148127 «Устройство для реабилитации коленного и тазобедренного суставов». ООО «ИННОРТА».
5. Пиманчев О.В., Брижань Л.К., Буряченко Б.П. и др. Пролонгированная СРМ-терапия в реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава // Военно-медицинский журнал. 2013. № 8. С. 52-53.
6. Рябчиков И.В., Панков И. О., Рябчикова Е. Н. Пассивная механотерапия в лечении пациентов с сочетанной травмой в восстановительном периоде // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. Приложение. 2001. № 4. С. 94.
7. Черникова О. М., Сидорова Г. В., Арсентьева Н. И. и др. Потенциальные возможности совершенствования реабилитации пациентов с последствиями травм и заболеваниями костно-мышечной системы на региональном уровне // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. № 3. С. 6-8.
8. Чикинова Л.Н., Болтенко Ж.В. Состояние и динамика первичной инвалидности вследствие болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани в Центральном Федеральном округе в 2008–2013 гг. // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2014. № 4. С. 30-33.
9. Changa N.J., Linb C.C., Lic C.F. et al. The combined effects of continuous passive motion treatment and acellular PLGA implants on osteochondral regeneration in the

rabbit // Biomaterials. 2012. Vol. 33. № 11. PP. 3153-3163.  
<http://research.ncku.edu.tw/re/commentary/e/20121228/1.html>.

10. Galea, M., Levinger G.M., Lythgo N., Cimoli C. et al. Targeted home- and center-based exercise program for people after total hip replacement: a randomized clinical trial // Archives of Physical Medicine & Rehabilitation. 2008. Vol. 89. PP. 1442–1447.

11. Husby VS, Helgerud J, Bjorgen S, Husby OS, Benum P, and Hoff J. Early postoperative maximal strength training improves work efficiency 6-12 months after osteoarthritis-induced total hip arthroplasty in patients younger than 60 years. Am J Phys Med Rehabil 89: 304-314, 2010.

12. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, Arden NK, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra SM et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage, 2014. 22: 363-388.

13. Peiris C.L., Taylor N.F., Shields N. Patients receiving inpatient rehabilitation for lower limb orthopaedic conditions do much less physical activity than recommended in guidelines for healthy older adults: an observational study // J. Physiother. 2013. Vol. 59, № 1. PP. 39-44.

14. Steadman R.J., Briggs K.K., Rodrigo J.J. et al. Outcomes of Microfracture for Traumatic chondral Defects of the Knee: Average 11-year follow-up // Arthroscopy. 2003. Vol. 19. № 5. PP. 477-484.

15. Salter R.B. The Biological Concept of Continuous Passive Motion of Synovial Joint. The First Eighteen Year of Basic Research and its Clinical Implications // Clin. Orthop. 1989. Vol. 242. PP. 12-24.

16. Unlu E., Eksioğlu E., Aydog E. G. et al. The effect of exercise on hip muscle strength, gait speed and cadence in patients with total hip arthroplasty: a randomized controlled study // Clinical Rehabilitation. 2007. Vol.21. PP. 706-711.

17. Alkire M.R., Swank M.L. Use of inpatient continuous passive motion versus no CPM in computer-assisted total knee arthroplasty // Orthop. Nurs. 2010, Jan-Feb; 29(1): 36-40.

18. Bruun-Olsen V./ Heiberg K.E./ Mengshoel A.M. Continuous passive motion as an adjunct to active exercises in early rehabilitation following total knee arthroplasty – a randomized controlled trial // Disabil. Rehabil. 2009; 31(4): 277-83.