

## ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ У ВЗРОСЛЫХ

*Марина Ростиславовна Макарова**Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины, 105120, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53, e-mail: makarovamr@mail.ru*

Реферат. Обобщены данные об основных методах двигательного восстановления мелкой моторики после травм и заболеваний костно-мышечного аппарата кисти и центральной нервной системы. Нарушения мелкой моторики у взрослых имеют большое социальное значение в связи с распространенностью повреждений кисти различной этиологии. Приведены сроки восстановления, показания к применению аппаратных технологий и их эффективность. Дано подробное описание новой модульной БОС-технологии восстановления мелкой моторики тренажеров Leonardo (Chinesport, Италия), объединяющей достоинства мануальных и аппаратных методов реабилитации. Малые размеры и «дружелюбность» конструкции дают возможность применять тренажеры Leonardo на всех этапах медицинской реабилитации, однако для создания доказательных протоколов восстановления мелкой моторики у взрослых пациентов с повреждениями кисти необходимы дополнительные мультицентровые исследования.

Ключевые слова: реабилитация, травма кисти, мелкая моторика.

PROBLEMS OF RECOVERY  
OF FINE MOTOR SKILLS IN ADULTS

Marina R. Makarova

Moscow scientific and practical center of medical rehabilitation, of restorative and sports medicine, 105120, Moscow, Zemlyanoy Val Street, 53, e-mail: makarovamr@mail.ru

There were summarized data on the principal methods of fine motor skills recovery after injuries and diseases of the musculoskeletal system of a hand and CNS. Disorders of fine motor skills in adults are of great social importance in relation to hand injuries of various etiologies. Recovery time, indications for use and effectiveness of hardware technologies are discussed. The detailed description of the new modular biofeedback technology of recovery of fine motor skills in exercise equipment Leonardo (Chinesport, Italy), combining the advantages of manual and machine methods of rehabilitation, is presented. Small size and “friendly” design allow using exercise equipment Leonardo at all stages of medical rehabilitation; but to create definitive records of recovery of fine motor skills in adult patients with hand injuries it is necessary to conduct additional multicenter studies.

Key words: rehabilitation, hand injury, fine motor skills.

В настоящей статье обобщены данные об основных методах двигательного восстановления мелкой моторики после травм и заболеваний костно-мышечного аппарата кисти и центральной нервной системы у взрослых. Мелкая моторика – это совокупность мелких высококоординированных, точных и согласованных движений разной степени сложности кистями и пальцами рук и ног, для тренировки которых необходимо взаимодействие нервной, мышечной и костной систем. Рука имеет исключительное значение для жизнедеятельности человека как орган познавательно-практической деятельности. Она состоит из трех сегментов: кисти, предплечья, плеча. Относительно плечевого пояса верхняя конечность имеет 27 степеней подвижности, из которых 20 приходится на суставы кисти, остальные 7 – на другие суставы. Функция кисти характеризуется 25 разновидностями схватов и 5 функциональными позициями. Благодаря осязанию пальцами, человек получает точное представление о предмете – форме, объеме, температуре и т. д. [9]. Такая подвижность в сочетании с согласованным и координированным взаимодействием мускулатуры позволяет руке передвигаться в любую точку пространства, находящегося в радиусе ее охвата, занимать произвольное положение и выполнять наиболее тонкие и сложные движения [5]. Моторика руки, и в частности кисти, очень разнообразна, характеризуется значительной сложностью и охватывает мышцы на протяжении всей кинематической цепи. В силу того, что движения пальцев рук практически всегда сопровождаются участием длинных мышц предплечья, являющихся многосуставными, функциональное состояние проксимальных суставов руки также оказывает влияние на выполнение двигательной задачи кистью и пальцами, т.е. последовательных действий: направление в сторону объекта, достижение его, захват, удержание, перемещение, установка на новое место, ослабление схвата,

отстранение руки. Функция кисти и пальцев заключается в осуществлении различного вида схватов, основные из которых крючковый, межпальцевый, плоскостной, щипковый, цилиндрический, шаровой, и удержания предметов [1, 4, 12].

К нарушениям мелкой моторики у взрослых приводят заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата и нервной системы. По данным статистических отчетов Бюро медико-социальной экспертизы [7], в Российской Федерации распространность функциональных нарушений мелкой моторики руки вследствие травм костно-мышечной системы и заболеваний нервной системы не имеет тенденции к снижению. Согласно данным, в структуре травм опорно-двигательного аппарата повреждения кисти занимают ведущее место (27–50%) – в среднем около 180 случаев на 10 тысяч взрослого населения ежегодно. Частота тяжелых повреждений кисти достигает 19%, т.е. пятую часть от всех травм опорно-двигательного аппарата [13], соответственно потерь трудоспособности по этой причине – 30% от их общего количества из-за различных видов травм [6]. У мужчин повреждения кисти чаще возникают в молодом возрасте (от 15 до 34 лет). Для женского населения высокие показатели госпитализации по поводу повреждений кисти отмечены в возрасте от 15 до 64 лет. В структуре последствий травм кисти пострадавшие с застарелыми повреждениями сухожилий сгибателей составляют 25,31%, сухожилий разгибателей – 20,24%, переломов и вывихов – 22,71%, травм нервов – 15,83%, сочетанных травм – 11,40% [2]. Около 50% случаев инвалидности, связанной с повреждениями рук, приходится на повреждения кисти [8]. К стойкому нарушению функции межфаланговых, пястнофаланговых и лучезапястных суставов кистей рук и снижению способности к мелкой моторике приводят воспалительные заболевания суставов, в основном ревматоидный и псориатический артриты.

Стойкие двигательные расстройства мелкой моторики руки являются тяжелым осложнением травм и заболеваний нервной системы. Ежегодно в России происходит около 400 тысяч новых случаев инсультов, столько же черепно-мозговых травм (ЧМТ), из них тяжелых ЧМТ от 4 до 10%, которые в 24–31% приводят к инвалидности [3]. В России травматические повреждения и заболевания спинного мозга встречаются в 55–64 случаях на 1 миллион населения, причем с формирова-

нием тяжелого тетрапареза у 50% пострадавших и последующей инвалидностью 1 и 2-й степени в 80% случаев. По данным Регистра инсульта Научного центра неврологии РАН, к концу острого периода двигательные нарушения наблюдаются у 81,2% выживших больных. Наиболее ярким проявлением нарушений двигательной активности является постинсультный парез руки. По данным литературы [2], у 70% больных к моменту выписки из стационара активная моторика руки не восстанавливается, а у 50% пациентов двигательные функции руки не претерпевают существенных изменений в течение 6 месяцев после инсульта. С учетом неравномерного восстановления движений и более медленного регресса нарушений мелкой моторики двигательный дефицит в руке может стать ведущей причиной потери профессиональных навыков пациентов.

Нарушения движений руки являются наиболее тяжелыми для пациента из-за ее большого значения в обеспечении ежедневной жизненной активности и самообслуживания. Лечение больных с функциональными нарушениями верхней конечности характеризуется продолжительными сроками временной нетрудоспособности и сложностями в реабилитации. Основные клинические проявления функционального дефицита мелкой моторики заключаются в ограничении подвижности суставов и развитии контрактуры, уменьшении силы и выносливости мышц, нарушении координации движения на фоне локального или распространяющегося по всей руке болевого, отека, мышечно-тонического синдромов, а также в нарушении чувствительности кисти и пальцев.

При расстройствах моторики независимо от вызвавшей их причины восстановление движений должно быть поэтапным, с постановкой конкретной двигательной задачи при постоянном усложнении задания, и соответствовать функциональным возможностям пациента. Современные программы медицинской реабилитации кисти и пальцев, направленные на восстановление точных и координированных движений, основываются на соблюдении следующих принципов: раннее начало, специализация и комплексность, продолжительность и преемственность на всех этапах медицинской реабилитации основного заболевания или травмы. Моторное переобучение достигается благодаря высокой функциональной приспособляемости кисти, которая реализуется с помощью интенсивных и часто повторяемых специ-

фических для кисти конкретных двигательных заданий, в условиях биологической обратной связи и повышения мотивации к реабилитации восстановления двигательной функции (БОС) [20, 22]. Результативность программ оценивается по достижению бытовой, социальной и профессиональной интеграции больных.

Очень важным является соблюдение принципа ранней реабилитации кисти, что позволяет значительно оптимизировать исход повреждения. Каждый день отсрочки увеличивает тугоподвижность суставов, ведет к развитию адгезивного процесса в периапартулярных тканях сочленений пальцев и кисти и закреплению патологического двигательного стереотипа в ЦНС. При отсутствии адекватной реабилитации трофические расстройства (отек, декальцинация, контрактура) нарастают, вплоть до формирования синдрома «неуправляемой руки» [10].

К факторам, затрудняющим и замедляющим функциональное восстановление мелкой моторики, относятся:

- повреждение нерва (сотрясение, ушиб, частичный или полный перерыв и др.) и проводящих путей;
- повреждение соседних тканей (костей, суставов, обширное разможнение мышц), наличие рубцовой ткани, инородного тела и т. п., ограничивающего прорастание аксонов;
- отсутствие правильной диагностики, своевременного оптимального оперативного лечения;
- нарушение чувствительности (гиперпатия, каузалгия), контрактуры, выраженные нарушения трофики, кровоснабжения конечности вследствие повреждения крупных артериальных стволов и др.;
- фактор времени, т. е. срок между травмой и началом лечения (критический срок для восстановления чувствительности после травмы нерва – 2–3 года, двигательных функций — 3–4 года при сохранении электровозбудимости мышц) [10, 11, 17];
- когнитивные расстройства [3].

Большое значение в восстановлении мелкой моторики на различных этапах лечения имеет ЛФК. Ее задачами являются:

- максимально полное восстановление функции кисти;

- предупреждение осложнений и посттравматических последствий — спаечных процессов, контрактур, трофических нарушений;
- предупреждение прогрессирования нарушений функции кисти и стабилизация последствий травмы;
- адаптация больных к выполнению бытовых и производственных навыков, подготовка к трудовой деятельности.

Задачи ЛФК решаются в два этапа: первый – это восстановление подвижности суставов, мобилизация и укрепление гипотрофированных мышечных групп, второй – восстановление функциональной активности кисти и пальцев, оптимизация кинематики верхней конечности, социально-бытовая адаптация. В настоящее время благодаря бурному развитию нейрореабилитации возможности ЛФК в восстановлении кисти и руки значительно расширились. Наряду с применением изометрических, пассивных, активных динамических упражнений, упражнений с предметами, отягощением, сопротивлением, воспитанием навыков бытового самообслуживания [18], активно используются тренировки на аппаратах механотерапии. На ранних этапах реабилитации применяют аппараты пассивного движения: Kinetec (KINETEC S. A., Франция), Artromot (OrmedD-GmbH & Co, Германия), Motomed (RECK-Technik GmbH & Co. KG (Германия) и др. Однако в раннем послеиммобилизационном или послеоперационном периоде на стадии острого болевого и отеочного синдрома аппаратная и ручная пассивная разработка суставов кисти ограничена из-за опасности дополнительной травматизации тканей. При нарушении иннервации и изменении чувствительности разработка допустима только в пределах переносимой, быстро преодолеваемой болезненности. Поэтому в таких случаях рекомендуют кратковременные, в пределах минимальной болезненности, часто повторяемые активные упражнения в динамическом режиме до развития утомления в мышцах («каждый час – 5 минут» [11]).

На этапе восстановления функциональной активности первостепенное значение имеет разработка суставов пальцев и проксимальных отделов руки в активном режиме. Тренировки на аппаратах позволяют добиться улучшения функционального состояния кисти за счет большого числа повторений однотипных, контролируемых по скорости, амплитуде движения и переносимости упражнений и обеспечивают создание

объективного актуального протокола максимально безопасной тренировки.

Активно-пассивные тренировки с использованием наиболее распространенных тренажеров – TheraVital (Medica Medizintechnik, Германия), Motomed, Armeo (Hocoma, Швеция) – оказывают положительное воздействие на подвижность и силовые характеристики проксимальных сегментов руки. И хотя тренировки на этих тренажерах непосредственно на подвижность пальцев, силу и ловкость кисти и пальцев не влияют, получены данные об их косвенном позитивном действии [18]. Для разработки дистальных отделов руки применяют такие тренажеры, как Amadeo® System и Pablo® System (Tyromotion GmbH, Австрия), сенсорные перчатки типа HandTutor (Meditouch, Израиль) [19, 21]. Они позволяют под контролем БОС проводить тренировки мелкой моторики в различных двигательных режимах, нескольких плоскостях, с разной степенью сложности задания. Отличительным и, пожалуй, самым большим достоинством аппаратной реабилитации является наличие модуля обратной связи. В настоящее время БОС признана ключевым звеном в контроле за правильностью выполнения движения и в закреплении результатов моторного переобучения. Наличие модуля БОС обеспечивает максимальную активность и участие пациента в восстановлении утраченных функций кисти. К сожалению, описанные аппаратные средства реабилитации разработаны для пациентов с заболеваниями нервной системы и крайне редко применяются у больных с посттравматическим повреждением кисти.

БОС является неременным условием для переобучения. В зависимости от источника формирования обратной связи БОС может быть внутренней или усиленной наружной. Усиленная наружная БОС формируется из информации, которую получает пациент из внешнего источника во время выполнения упражнения, и эта информация затем используется для усиления внутренней обратной связи. БОС актуальна как при формировании нового двигательного паттерна, так и для контроля за правильностью осуществления движения, т.е. всегда одновременно передает информацию о выполнении моторного задания и отражает текущее состояние сегмента тела в этот момент. Однако даже перечисленные выше устройства не решают полностью функциональной задачи, хотя по эффективности

восстановления мелкой моторики их действие сопоставимо с мануальными методиками ЛФК, такими как метод Бобата, проприоцептивного проторения, нервно-рефлекторной терапии [15].

Одной из сложнореализуемых задач медицинской реабилитации мелкой моторики является оценка эффективности короткого курса лечения, особенно в тяжелых случаях. Объективная оценка функционального состояния кисти обеспечивает не только более точный подбор и контроль за выполнением упражнений, но и позволяет своевременно выявлять те минимальные изменения, которые служат показанием к переходу к более сложным и социально направленным упражнениям. Поэтому при формировании программы реабилитации руки важно оценивать исходную степень функционального дефицита: нарушение схвата, ограничение подвижности суставов кисти, положение, в котором они фиксированы, снижение силы и др.

В руководстве «Реабилитация при повреждениях руки» [5] справедливо указано, что клиническая гониометрия в ее классическом исполнении представляет собой недостаточно точный показатель при реабилитации кисти, а динамометрия кисти становится информативным методом оценки лишь в том случае, когда основным клиническим проявлением нарушения моторики является слабость мышц [16]. Для определения функциональной активности кисти и моторики руки используют тесты и шкалы. Тесты позволяют оценивать движения, от которых зависит выполнение бытовых повседневных действий – это способность схватывать и удерживать различные предметы, ловкость пальцев, сила кисти. Наиболее часто применяют тест исследования функций руки и тест для рук Френчай, опросники по возможностям кисти и качеству жизни [14]. На практике диагностика функционального состояния моторики кисти крайне затруднительна и нередко проводится «на глазок». Поэтому пациент в оценке результатов текущего занятия и курса лечения практически полностью зависит от субъективного мнения врача или инструктора ЛФК и от собственных представлений «лучше – хуже».

В свете изложенного большой интерес представляет комплект кинезиотерапевтического оборудования Leonardo (Chinesport, Италия), разработанный под руководством А. Сиппа – доцента факультета кинезиотерапии медицин-

ского университета г. Милана. Авторы подчеркивают, что при его создании они исходили из основных постулатов теории моторного переобучения. Термин «моторное переобучение» означает способность к обучению или изменению моторных навыков по выбранному стереотипу в результате сложных преобразований проприоцепции-моторики-когнитивных процессов, которые обусловлены повышением двигательной активности индивидуума вследствие практической деятельности и взаимодействия с окружающей средой. Тренажеры серии Leonardo полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к реабилитационным устройствам для восстановления проприоцепции, моторного контроля, внимания и когнитивных процессов у пациентов с двигательными нарушениями независимо от вызвавшей их причины. Они представляют собой отдельные модули, изготовленные из бука, разной формы, объема и размера, адаптированные к выполнению упражнений руками, ногами и туловищем. Контроль за выполнением движения осуществляется с помощью светового луча (аналогичного лучу лазерной указки), источник которого фиксируется на рабочем сегменте конечности или тела или на рабочей поверхности подвижного модуля и не нарушает кинематики, и экрана с разметкой. Для контроля в комплекте также имеется несколько специально сконструированных транспортеров, электронный угломер, устройства для звукового и вибрационного сигнала. Комплект состоит из нескольких модулей. Весь набор модулей полностью хранится в маленьком чемодане.

**Модульная доска** может быть использована в целях постепенного восстановления проприоцепции при выполнении различных упражнений. Доска может крепиться к петле, к полусфере или через отверстия к сферическим ножкам с намагниченными контактами.

**Leonardo БОС-контроль исходного положения** – эти приспособления применяются как инструмент контроля в процессе реабилитации. С их помощью осуществляется текущий контроль за положением головы, туловища, таза и коленного сустава в исходном положении и во время выполнения упражнения. После выявления статодинамических нарушений приступают к коррекции двигательного стереотипа. Модуль очень эффективен в подборе упражнений в начале процесса переобучения, когда пациент под руководством инструктора ЛФК осваивает новые движения.

**Инклинометр** представляет собой датчик, который замыкает электрическую цепь, когда происходит смещение тела во фронтальной или сагиттальной плоскостях. Датчик измеряет угловое отклонение движения туловища, информация о котором подается в виде визуального, звукового сигнала или вибрации. Инклинометр с БОС облегчает составление программы тренировки и коррекции положения тела в пространстве. Зрительная БОС применяется с целью диагностики исходного состояния, а также для объективизации тестирования пациента. По звуковому сигналу БОС применяется наиболее часто, так как быстро и точно информирует пациента об искажении выполнения движения и активизирует его внимание. Вибрационная БОС обеспечивается благодаря вибрирующей пластине диаметром 2 см. Ее накладывают рядом с мышцей, которую планируют стимулировать или заблокировать. Таким образом, сокращается латентный период, и информация максимально приближается к точке воздействия.

БОС-сигналы могут включаться в ответ на правильные действия (положительные ответы) или на неверные (отрицательные ответы). Для установки диапазона включения БОС необходимо настроить антенну. С помощью ремней и велкро антенна крепится на передней или задней поверхности грудной клетки.

**Гониометрическое БОС-устройство** отражает в градусах смещения суставов при выполнении произвольных движений и регулировке диапазона движения. Оно может заменить электромиографическую БОС, когда невозможно или трудно контролировать отдельные мышцы. Прибор весит 500 г, состоит из двух пластиковых (оргстекло) вращающихся ручек. В одной из них находится магнит, в другой – детектор, который вызывает звуковой сигнал. Положение угла сустава определяют по звуковому сигналу. Гониометрическое БОС-устройство фиксируется на теле или конечностях эластичными ремнями-липучками так, чтобы ручки располагались вдоль механической оси изучаемых сегментов. Центр вращения устройства должен совпадать с центром вращения изучаемого сегмента.

Расширенный комплект включает Leonardo БОС-контроль исходного положения и системы звукового, вибрационного и гонио-БОС-контроля. С помощью данного комплекта, благодаря его модульной структуре и специальным конструкциям, можно оперативно решать текущие терапев-

тические задачи, значительно уменьшая количество необходимых материалов, что обеспечивает возможность профессиональной коррекции нарушенной моторики даже в домашних условиях.

Особый интерес представляет набор для разработки мелкой моторики кисти. Модули тренажера Leonardo несколько напоминают материалы для занятий по методу Монтессори для развития мелкой моторики ребенка – это набор маленьких цилиндров разной высоты, полусферы, деревянные полувалики, дощечки с отверстиями, арки-транспортиры, доска для отведения I пальца кисти с транспортиром. В наборе представлены модули для формирования различных видов схватов и развития сенсорики. Тренировку ловкости пальцев обеспечивают особые сборные конструкции, оснащенные БОС. С их помощью выполняются упражнения для увеличения подвижности и координации движений в кисти и пальцах, а изменение величины отягощения не только усложняет двигательную задачу, но и приводит к увеличению силы мышц кисти. Тренировки кисти в равновесии на неустойчивой опоре облегчают обучение дозированным точным движениям в лучезапястном суставе в зависимости от прилагаемого отягощения. Поскольку в процессе восстановления манипуляционной функции кисти важно контролировать подвижность суставов всех пальцев, а не только сгибателей, разработчиками предусмотрена возможность трансформировать детали набора под выполнение любой двигательной задачи, проводить соответствующий контроль и коррекцию.

Тренажер позволяет точно дозировать нагрузку на каждый палец в отдельности и тренировать воспроизведение работы с усилием, под контролем БОС и гониометрии. Даже самые незначительные по амплитуде движения проецируются на градуированный экран оптическим лучом и становятся заметными пациенту. Специальные модули обеспечивают контролируемые тренировки пронации и супинации кисти. Эти же модули легко трансформируются в тренажеры для разработки движения и контроля подвижности в лучезапястном, локтевом, плечевом суставах руки. Опорные доски для кисти оснащены съемными ножками-роликами, которые позволяют разрабатывать проксимальные суставы руки в облегченных условиях с минимальным трением. Контроль и тренировка равномерного распределения массы тела между двумя руками осуществляются с помощью балансировочной доски, а

плече-лопаточного ритма при отведении руки – по сигналу вибрации, который включается при достижении заданного угла смещения лопатки. Это позволяет использовать их для восстановления движения на ранних этапах реабилитации задолго до формирования патологических установок или компенсаций, из облегченных исходных положений и таким образом избежать негативных последствий травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата и нервной системы.

Таким образом, комплект реабилитации Leonardo дает возможность реабилитологу, специалисту в области ЛФК одновременно проводить контролируемую разработку, тренировку, функциональное восстановление мелкой моторики и смежных сегментов конечности и даже всего тела. Конструктивные особенности модулей позволяют использовать их в различных комбинациях в случае разных деформаций кисти и лучезапястного сустава при широком спектре заболеваний в режиме максимальной комфортности для пациента и широким набором диагностических методик. Удобство работы делает комплект Leonardo привлекательным и незаменимым для пациента с нарушениями мелкой моторики на протяжении долгого пути реабилитации от восстановительного центра до пребывания в домашних условиях.

### Заключение

Заболевания и травмы дистальных отделов руки, центральной и периферической нервной системы сопровождаются нарушениями точности, согласованности и координации движений из-за особенностей анатомического строения, нервной регуляции кисти и пальцев рук. Несмотря на то что понятие «мелкая моторика» предусматривает контролируемую двигательную активность мелкими мышцами рук и ног, на практике этот термин применяется для характеристики высококоординированных, точных и согласованных движений разной степени сложности кистью и пальцами рук. Благодаря высокой функциональной приспособляемости кисти даже при тяжелых ее повреждениях возможно достижение положительного функционального результата, однако проблема восстановления остается актуальной в связи с продолжительностью курса лечения, недостаточной доступностью реабилитации и удаленностью специализированных центров от места проживания пациента.

Конструктивные особенности тренажеров Leonardo (Chinesport, Италия), благодаря новой модульной технологии восстановления мелкой моторики с использованием биологической обратной связи, объединяющей достоинства мануальных и аппаратных методов реабилитации, позволяют применять их с диагностической и лечебной целью на всех этапах медицинской реабилитации больных с нарушением функции кисти. Малые размеры и «дружелюбность» конструкции дают возможность применять тренажерный комплекс в непрерывном режиме столько времени, сколько необходимо для восстановления активности кисти. Однако для создания доказательных протоколов восстановления мелкой моторики у взрослых пациентов с повреждениями кисти необходимо проведение дополнительных мультицентровых исследований с участием большого числа пациентов.

*Конфликт интересов.*

*Статья подготовлена при поддержке ООО «ТРИММ МЕДИЦИНА».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Губочкин Н.В., Шаповалов В.М. Избранные вопросы хирургии кисти: учеб. Пособие. СПб: ВМА, 2000. 111 с.
2. Декайло В.П. Повреждения кисти: эпидемиология, потеря трудоспособности, медицинская реабилитация: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Минск, 2003. 35 с.
3. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. М.: МЕДпресс-информ, 2008. 560 с.
4. Капанджи А.И. Верхняя конечность. Физиология суставов. М.: Эксмо, 2009. 368 с.
5. Матев И., Банков С. Реабилитация при повреждениях руки. София: Медицина и физкультура, 1981. 256 с.
6. Мусилов М.М. Возможности реабилитации больных и инвалидов с последствиями сочетанной травмы магистральных сосудов и периферических нервов верхних конечностей (клиническое исследование): Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М., 2005. 38 с.
7. Николаева Е.В. Некоторые вопросы медицинской экспертизы при травмах верхних конечностей // Заместитель главного врача. 2008. № 4. URL: <http://www.zdrav.ru/library/publications/detail.php?ID=8148> (дата обращения — 26.11.2013 года).
8. Пузин С.Н., Лаврова Д.И. Медико-социальная экспертиза [Под ред. И.Н. Денисова]. М.: Медицинское информационное агентство, 2008. 408 с. Каталог статей. Медико-социальная экспертиза и инвалидность при травмах верхних конечностей. URL: [http://www.invalidnost.com/publ/mediko\\_socialnaja\\_ehkspertiza\\_pri\\_nekotorykh\\_zabolevaniyakh/mseh\\_pri\\_travmakh\\_verkhnikh\\_konechnostej/2-1-0-467](http://www.invalidnost.com/publ/mediko_socialnaja_ehkspertiza_pri_nekotorykh_zabolevaniyakh/mseh_pri_travmakh_verkhnikh_konechnostej/2-1-0-467) (дата обращения — 26.11.2013 года).
9. Руководство по протезированию и ортезированию [Под ред. А.Н. Кейера, А.В. Рожкова]. СПб: Научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта, 1999. 623 с.
10. Самотокин Б.А., Соломин А.Н. Осложнения при лечении травм нервов конечностей. М.: Медицина, 1987. 96 с.
11. Стручков В.И., Григорян А. В., Гостищев В.К. Гнойная рана. М.: Медицина, 1975. 311 с.
12. Усольцева Е.В. Машкара К.И. Хирургия заболеваний и повреждений кисти. Л.: Медицина, 1986. 352 с.
13. Фадеев М.Г. Распространенность травм кисти и организация специализированной медицинской помощи населению региона в многопрофильной больнице муниципального уровня: Дисс. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 2009. 144 с.
14. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации: руководство для врачей и научных работников [Под ред. А.Н. Беловой, О.Н. Щепетовой]. М.: Антидор, 2002. 440 с.
15. Hesse S., Werner C., Pohl M., Rueckriem S. et al. Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke: a single-blinded randomized trial in two centers // Stroke. 2005. Vol. 36. № 9. P. 1960–1966.
16. Jones L.A. The assessment of hand function: a critical review of techniques // J. Hand. Surg. Am. 1989. Vol. 14. № 2, Pt. 1. P. 221–228.
17. Koman L.A. Mooney J.F. 3<sup>rd</sup>, Poehling G.C. Fractures and ligamentous injuries of the wrist // Hand Clin. 1990. Vol. 6, № 3. P. 477–491.
18. Krebs H.I., Celestino J., Williams D., Ferraro M. et al. A wrist extension to MIT-Manus / Advances in rehabilitation robotics: human-friendly technologies on movement assistance and restoration for people with disabilities [Ed. By Z. Bien, D. Stefanov. Berlin – Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.
19. Merians A.S., Jack D., Boian R., Tremaine M. et al. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke // Phys. Ther. 2002. Vol. 82, № 9. P. 898–915.
20. Otfinowski J., Jasiak-Tyrkalska B., Starowicz A., Regula K. Computer-based rehabilitation of cognitive impairments and motor arm function of patients with hemiparesis after stroke // Neurol. Neurochir. Pol. 2006. Vol. 40, № 2. P. 112–118.
21. Riener R., Frey M., Nef T., Bernhardt M. New developments in rehabilitation robotics // IEEE Mechatronics and Robotics Conference, 2004 Sep 13–15, Aachen. Aachen (Germany): Sascha Eysoldt Verlag, 2004. P. 1397–1402.
22. Sirtori V. Corbetta D., Moja L., Gatti R. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients // Cochrane Database of Systematic Reviews. 2009. № 4. DOI: 10.1002/14651858.CD004433.pub2.

#### REFERENCES

1. Gubochkin N.V., Shapovalov V.M. *Izbrannye voprosy khirurgii kisti: ucheb. Posobie*. St.Petersburg: VMA, 2000. 111 p. (in Russian)
2. Dekailo V.P. *Extended abstract of MD dissertation (Medicine)*. Minsk, 2003. 35 p. (in Russian)
3. Kadykov A.S., Chernikova L.A., Shakhparonova N.V. *Reabilitatsiya neurologicheskikh bol'nykh*. Moscow: MEDpress-inform, 2008. 560 p. (in Russian)

4. Kapandzhi A.I. *Verkhnyaya konechnost'. Fiziologiya sustavov*. Moscow: Eksmo, 2009. 368 p. (in Russian)
5. Matev I., Bankov S. *Reabilitatsiya pri povrezhdeniyakh ruki*. Sofiya: Meditsina i fizkul'tura, 1981. 256 p. (in Russian)
6. Musilov M.M. *Extended abstract of MD dissertation (Medicine)*. Moscow, 2005. 38 p. (in Russian)
7. Nikolaeva E.V. *Zamestitel' glavnogo vracha*. 2008. № 4. URL: <http://www.zdrav.ru/library/publications/detail.php?ID=8148>. (in Russian)
8. Puzin S.N., Lavrova D.I. *Mediko-sotsial'naya ekspertiza* [I.N. Denisov ed.]. Moscow: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo, 2008. 408 s. *Katalog statei. Mediko-sotsial'naya ekspertiza i invalidnost' pri travmakh verkhnikh konechnostei*. URL: [http://www.invalidnost.com/publ/mediko-socialnaja\\_ekspertiza\\_pri\\_nekotorykh\\_zabolevaniyakh/mseh\\_pri\\_travmakh\\_verkhnikh\\_konechnostej/2-1-0-467](http://www.invalidnost.com/publ/mediko-socialnaja_ekspertiza_pri_nekotorykh_zabolevaniyakh/mseh_pri_travmakh_verkhnikh_konechnostej/2-1-0-467). (in Russian)
9. *Rukovodstvo po protezirovaniyu i ortezirovaniyu* [A.N. Keier, A.V. Rozhkov ed.]. St.Petersburg: Nauchno-prakticheskii tsentr mediko-sotsial'noi ekspertizy, protezirovaniya i reabilitatsii invalidov im. G.A. Al'brekhta, 1999. 623 p. (in Russian)
10. Samotokin B.A., Solomin A.N. *Oslozhneniya pri lechenii travm nervov konechnostei*. Moscow: Meditsina, 1987. 96 p. (in Russian)
11. Struchkov V.I., Grigoryan A.V., Gostishchev V.K. *Gnoinaya rana*. Moscow: Meditsina, 1975. 311 p. (in Russian)
12. Usol'tseva E.V. Mashkara K.I. *Khirurgiya zabolevanii i povrezhdenii kisti*. Leningrad: Meditsina, 1986. 352 p. (in Russian)
13. Fadeev M.G. *PhD dissertation (Medicine)*. Ekaterinburg, 2009. 144 p. (in Russian)
14. *Shkaly, testy i oprosniki v meditsinskoi reabilitatsii: rukovodstvo dlya vrachei i nauchnykh rabotnikov* [A.N. Belova, O.N. Shchepetova ed.]. Moscow: Antidor, 2002. 440 p. (in Russian)
15. Hesse S., Werner C., Pohl M., Rueckriem S. et al. Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke: a single-blinded randomized trial in two centers. *Stroke*. 2005. Vol. 36. № 9. pp. 1960–1966.
16. Jones L.A. The assessment of hand function: a critical review of techniques. *J. Hand. Surg. Am.* 1989. Vol. 14. № 2, Pt. 1. pp. 221–228.
17. Koman L.A. Mooney J.F. 3<sup>rd</sup>, Poehling G.C. Fractures and ligamentous injuries of the wrist. *Hand Clin.* 1990. Vol. 6, № 3. pp. 477–491.
18. Krebs H.I., Celestino J., Williams D., Ferraro M. et al. A wrist extension to MIT-Manus. In: *Advances in rehabilitation robotics: human-friendly technologies on movement assistance and restoration for people with disabilities* [Ed. By Z. Bien, D. Stefanov. Berlin – Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.
19. Merians A.S., Jack D., Boian R., Tremaine M. et al. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. *Phys. Ther.* 2002. Vol. 82, № 9. pp. 898–915.
20. Otfinowski J., Jasiak-Tyrkalska B., Starowicz A., Regula K. Computer-based rehabilitation of cognitive impairments and motor arm function of patients with hemiparesis after stroke. *Neurol. Neurochir. Pol.* 2006. Vol. 40, № 2. pp. 112–118.
21. Riener R., Frey M., Nef T., Bernhardt M. New developments in rehabilitation robotics. *IEEE Mechatronics and Robotics Conference, 2004 Sep 13–15, Aachen. Aachen (Germany)*: Sascha Eysoldt Verlag, 2004. P. 1397–1402.
22. Sirtori V. Corbetta D., Moja L., Gatti R. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2009. № 4. DOI: 10.1002/14651858.CD004433.pub2

Поступила 02.03.14.