

# Домашний телереабилитационный сервис для лиц, перенесших ампутации нижней конечности

D. Rudel<sup>1,2</sup>, Z. Balora<sup>1</sup>, D. Oberžan<sup>1</sup>, H. Burger<sup>2</sup>, M. Zalar<sup>2</sup>, A. Križnar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Компания «MKS Electronic Systems Ltd.», Любляна, Словения

<sup>2</sup>Институт реабилитации Университета Республики Словения, Любляна, Словения

## Home Telerehabilitation Service for Persons Following Lower Limb Amputation

D. Rudel, Z. Balora, D. Oberžan, H. Burger, M. Zalar, A. Križnar

We aim to facilitate prehospital assessment of remote and rural patients using remotely supported ultrasound (US) and a novel communications device. Paramedics can function as remotely supported US operators, guided and advised by hospital-based specialists regarding diagnosis and treatment options. Novel communication technology can link these users in areas with low communications coverage by connecting to multiple cellular networks and/or satellites to stream live US and video images, plus two-way audio. A demonstrator system was used in locations around the Scottish Highlands to stream images to remote reviewers for image interpretation. Connections with live US and audio-visual transmission were successful, with appropriate views provided in 94% scans. This prehospital support US system could facilitate early diagnosis and streamlining of treatment pathways for remote and emergency patients. It could be particularly applicable and useful in rural areas worldwide with poor communications infrastructure and extensive transport times.

В европейских странах наблюдается тенденция к увеличению уровня нетрудоспособности, в том числе в связи с ампутациями [3]. Сразу же после прохождения острой фазы болезни или несчастного случая необходимо начинать реабилитацию, а продолжать ее следует до полной социально-психологической реинтеграции пациента. В Словении, а также в некоторых других странах многие пациенты не получают адекватных и своевременных программ реабилитации. Обычно это происходит из-за недостатка оборудования или специалистов. Решением этой проблемы

может быть телереабилитация, которая является службой индивидуальной поддержки пациентов в привычных условиях жизни, реализуемой посредством современных информационно-коммуникационных технологий [1-2, 4].

### ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обосновать и изучить системно-техническое решение для телереабилитационной службы, обеспечивающей преемственность восстановительного лечения в привычных условиях жизни после выписки пациента перенесшего ампутацию нижней конечности из хирургического стационара на амбулаторный этап.

## ■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Использована модель интерактивного телереабилитационного облачного сервиса, обеспечивающего эффективное проведение курса восстановительного лечения в домашних условиях, но под дистанционным контролем врача. Принцип работы сервиса заключается в этапной демонстрации видеороликов, в которых показываются упражнения для выполнения пациентом дома. Данный мультимедийный контент доступен пациентам через Интернет, он адаптирован для планшетных персональных компьютеров (ПК). Данная модель была протестирована в Институте реабилитации Университета Республики Словения.

Для оценки эффективности системы было отобрано 5 пациентов, перенесших одностороннюю ампутацию нижней конечности на уровне голени. До и после прохождения курса телереабилитации каждый пациент был обследован физикально и функционально с использованием стандартных методов.

Принимающих участие в исследовании лиц снабдили планшетными персональными компьютерами (Samsung Galaxy Tab 10.1) и мобильным доступом в Интернет. Были разработаны индивидуальные программы восстановительного лечения, доступные в виде упорядоченных наборов видеороликов. Упражнения были сгруппированы и демонстрировались последовательно, в зависимости от успешности восстановительного лечения. Каждому пациенту предоставлялась дистанционная поддержка врачом-реабилитологом или физиотерапевтом посредством системы видеоконференц-связи Skype. Еженедельно осуществлялись телевизиты для проверки выполнения предписанных упражнений, достигнутых результатов, оценки общего статуса. По результатам видеоконференции принималось решение

**Таблица. Статистика использования мультимедийных ресурсов во время домашней телереабилитации**

Содержимое видеоролика	Кол-во пациентов	Кол-во просмотров
Перевязка	2	0-11
Упражнения для мышц туловища и тазобедренного сустава	2-3	0-3
Вращение тазобедренного сустава	5	1-9
Упражнение для четырехглавой мышцы бедра	1-4	1-10
Упражнение на прочность ulnaris lateralis	2-3	1-3
Перемещения на/из инвалидной коляски, ванной	1-5	0-9
Как подниматься и садиться	1	2

о возможности перехода к следующему этапу курса реабилитации и соответствующему набору видеороликов.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разработана модель телереабилитационной службы для лиц, перенесших ампутацию нижних конечностей (рис. 1). При помощи специального веб-портала медицинские работники могут вести учет данных о пациенте, управлять мультимедийным контентом, создавать индивидуальные программы восстановительного лечения, проводить видеоконференции.



Рис. 1. Модель телереабилитационной службы

Особые усилия были приложены для разработки пользовательского интерфейса для планшетных ПК, причем главным требованием была простота использования (рис. 2). Например, пользователь может получить доступ к видео всего четырьмя нажатиями, а ответить на звонок специалиста по Skype – одним. Навигация осуществляется только по списку доступных видео и выбору режима просмотра.

Всего было подготовлено 26 видеороликов по разным аспектам курса восстановительного ▶▶

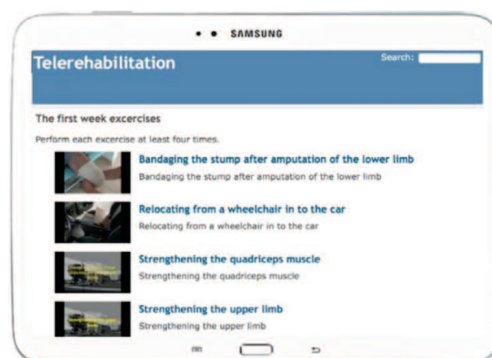


Рис. 2. Скриншот телереабилитационной системы на планшетном персональном компьютере

лечения. Некоторые из них были необходимы только одному пациенту, а другие были актуальны для всех. Статистика просмотров представлена в таблице. В среднем терапевт совершал от 2 до 7 видеоконференций с каждым участником программы. Пациенты пользовались телереабилитационной службой порядка 2 месяцев (в среднем 23,0 дня, минимум - 8, максимум - 50 дней). Физикальные и биомеханические обследования показали, что прохождение курса телереабилитации помогло некоторым пациентам улучшить их физическое состояние. В некоторых случаях никакого прогресса достигнуто не было. Однако, ухудшения ситуации не зафиксировано ни в одном случае.

Исследование подтвердило, что применяемая модель службы, а также технологическое решение отвечало запросам и были всецело одобрены врачами и пациентами. Интерфейс врача является настолько простым, что достаточно всего одного часа для ознакомления, чтобы после успешно управлять данными пациентов, курсами лечения и совершать звонки по Skype. Пациенты также считают свой интерфейс простым и интуитивно понятным: для того, чтобы просмотреть видео с упражнением, достаточно совершить всего 4 нажатия.

Пациенты, которые приняли участие в оценке службы, пользовались ей от 8 до 50 дней до начал классической реабилитации в институте. Статистические данные по просмотренным видео показывают, что наибольшее число просмотров набрали те видео, которые демонстрируют, как поднимать-

ся и садиться в инвалидную коляску, ванну и т.д.

Предварительные результаты применения телереабилитации являются обнадеживающими. Все пациенты и врачи считают, что данное системотехническое решение является интересным и полезным. Медицинские работники выразили желание применять метод в работе с более широким кругом пациентов. Такое отношение позволит совершить переход от традиционных реабилитационных методов к более продвинутым, базирующимся на телемедицине.

## ■ ВЫВОДЫ

Системотехническое решение, положенное в основу сервиса домашней телереабилитации, является эффективным. Оно обеспечивает преимущество восстановительного лечения в привычных условиях жизни после выписки пациента перенесшего ампутацию нижней конечности из хирургического стационара на амбулаторный этап. Наши результаты показывают, что телемедицинский подход соответствует клиническим требованиям и может быть использован при реабилитации лиц, перенесших ампутации нижних конечностей.

## ■ БЛАГОДАРНОСТИ

Данная работа финансировалась совместно с Исследовательским Агентством Словении согласно программе «Telerehabilitation ARRS L3-5513, 2013-2016». //

## РЕЗЮМЕ

Нашей целью является оптимизация догоспитального обследования пациентов из отдалённых и сельских местностей с помощью удалённо контролируемой ультрасонографии (УЗ) и инновационного коммуникационного устройства. При удалённой поддержке фельдшеры могут выполнять функции УЗ-операторов под руководством специалистов стационара, получая от них советы относительно диагноза и вариантов лечения. Инновационная коммуникационная технология даёт возможность связаться с этими пользователями в зонах с плохим сетевым покрытием, соединяясь с несколькими сетями сотовой связи и/или спутниками, чтобы передавать в реальном времени УЗ и видеоизображение, а также двусторонний аудиосигнал. В различных участках Шотландского Высокогорья были налажены демонстрационные системы, чтобы передавать изображения удалённым зрителям для их интерпретации. Связь в реальном времени с УЗ и аудио-видео-передача были успешны, адекватная визуализация была получена в 94% случаев. Эта вспомогательная система догоспитального УЗ-исследования может оптимизировать раннюю диагностику и передачу терапевтических алгоритмов для находящихся в отдалённой местности и нуждающихся в неотложной помощи пациентов. Она может найти применение и оказаться особенно полезной в сельских местностях всего мира, имеющих плохую коммуникационную инфраструктуру и большие затраты времени на транспорт.

**Ключевые слова:** телереабилитация, мобильное здоровье, восстановительное лечение, качество жизни.

**Key words:** telerehabilitation, mhealth, recovery treatment, life quality.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bødker M, Juul Nielsen A. Providing rehabilitation online - invisible work and diagnostic agents. *J Health Organ Manag.* 2015 Nov 16;29(7):948-64.
2. Jansen-Kosterink S, In 't Veld RH, Hermens H, Vollenbroek-Hutten M. A Telemedicine Service as Partial Replacement of Face-to-Face Physical Rehabilitation: The Relevance of Use. *Telemed J E Health.* 2015 Oct;21(10):808-13.
3. Moxey PW, Gogalniceanu P, Hinchliffe RJ et al. Lower extremity amputations—a review of global variability in incidence. *Diabet Med.* 2011 Oct;28(10):1144-53.
4. Szalewska D, Niedoszytko P, Gierat-Haponiuk K. The impact of professional status on the effects of and adherence to the outpatient followed by home-based telemonitored cardiac rehabilitation in patients referred by a social insurance institution. *Int J Occup Med Environ Health.* 2015;28(4):761-70.