

Matthias Scherer / Veronika David / Mathias Forjan / Patricia Kafka / Anton Sabo

REHABitation – Konzepte für Rehabilitation im häuslichen Umfeld

122 - eHealth: Gemeinsam Datencanyons überbrücken und Nutzen erzielen – oder abstürzen?

Abstract

Eine der größten Herausforderungen der Rehabilitation des Bewegungsapparates ist die Erhöhung der Compliance der Patientinnen und Patienten zum weiterführenden Training. Die Compliance kann nach der Entlassung aus der stationären Rehabilitation nur schwer überprüft beziehungsweise nicht objektiv bewertet werden. Jedoch lässt sich der Gesundungsprozess nicht auf die Zeit des Klinikaufenthaltes beschränken. Um einen nachhaltigen Rehabilitationserfolg zu erzielen, ist die Entwicklung außerklinischer Maßnahmen notwendig. Das Projekt REHABitation versucht, die Lücke zwischen Klinik und Heimtherapie zu schließen und liefert neue technologie-unterstützte Konzepte, dies unter Berücksichtigung der telemedizinischen Standards im Bereich der Datensicherheit und -übertragung zu ermöglichen. Die entwickelten Maßnahmen beinhalten personalisiertes Übungsmonitoring und Teilbelastungsüberwachung der unteren Extremitäten im Alltag.

Keywords:

REHABitation, Rehabilitation, Therapie, häusliches Umfeld, Telerehabilitation

1. Einleitung

Ein zentrales Rehabilitationsziel ist neben der Partizipation an sozialen, kulturellen und beruflichen Bereichen des Lebens auch die Steigerung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Der Gesundungsprozess lässt sich nicht auf die Zeit des Klinikaufenthaltes beschränken und ist daher nach der Entlassung aus einer stationären Rehabilitation meist noch nicht abgeschlossen. Eine Weiterführung der Rehabilitationsmaßnahmen im häuslichen Umfeld ist notwendig, daher müssen außerklinische Maßnahmen entwickelt werden, um einen nachhaltigen Rehabilitationserfolg zu erzielen (Faria et al. 2013, Zidén et al. 2010). Bei weiterführendem Training oder rehabilitativen Übungen sind die Patientinnen und Patienten einerseits auf sich selbst gestellt, andererseits kann ihre Compliance schwer überprüft bzw. nicht objektiv bewertet werden. Aufgrund der aktuellen demografischen Entwicklung steigt der Rehabilitationsbedarf und damit einhergehend die finanzielle Belastung von Gesundheitssystemen (Müller / Klimesch 2011). Um eine Wiedereingliederung in den

Alltag nach einer Rehabilitation nachhaltig und kostenoptimiert zu gestalten, bieten sich Telerehabilitation und Rehabilitation im häuslichen Umfeld an (Zidén et al. 2010).

Im Forschungsprojekt REHABitation werden Konzepte für technologiegestützte Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen für den Stütz- und Bewegungsapparat im häuslichen Umfeld entwickelt. Zwei wichtige Aspekte für die Konzeptionierung und Implementierung verschiedener Ansätze sind einerseits die Korrelation von Parametern der Heimanwendung zu klinischen Maßnahmen und andererseits die Compliance von Anwendern und Anwenderinnen. Durch Einbindung von Stakeholderinnen und Stakeholdern aus Klinik, Industrie sowie Endanwenderinnen und Endanwendern werden diese Aspekte über anwenderfokussierte Analysen erhoben.

2. Material und Methoden

Das entwickelte Teilsystem besteht aus einem Microsoft Kinect v2 Sensor sowie einem PC mit dazugehörigem Bildschirm. Im Gegensatz zu anderen Systemen im Rehabilitationsbereich (Cancela et al. 2014, Kitsunezaki et al. 2013) wurde mit der zweiten Generation des Kinect Sensors gearbeitet. Des Weiteren nutzt das entwickelte System Referenzdaten der ausführenden Patientin bzw. des Patienten selbst und bietet daher einen neuen Ansatz von videobasierter supervidierter Rehabilitation im Heimbereich. Dieses rehabilitative Heimtrainingssystem wurde durch Nutzung der Software Unity implementiert. Während der stationären Rehabilitation führt die Patientin bzw. der Patient definierte Übungen unter Aufsicht einer Therapeutin oder eines Therapeuten durch. Diese Daten sind gespeicherte Winkel zwischen Körpersegmenten, die als Vektoren dargestellt werden, und dienen dem System in weiterer Folge als Referenz. Bei jeder eigenständigen Übung zu Hause werden die aktuellen Messdaten mit den Referenzwerten verglichen und ein personenspezifisches Feedback erstellt. Die Übungen können zudem als Demovideos gespeichert und zur personalisierten Durchführungsunterstützung aufgerufen werden. Um die Compliance der Patientinnen und Patienten zu erhöhen wurden Übungen als Bewegungsspiel mit verschiedenen Schwierigkeitsstufen umgesetzt.

In einem Vorprojekt wurde die instrumentierte Einlegesohle eSHOE zu einem Reha@Home System für Schlaganfallpatientinnen und Schlaganfallpatienten weiterentwickelt (Jagos et al. 2015). Der Schwerpunkt hierbei lag bei Assessments, welche in der Rehabilitation häufig genutzt werden, wie z.B. dem Timed-up-and-Go (TUG) Test, der mit der eSHOE-Sohle technologisch unterstützt durchgeführt werden kann. Im Rahmen dieses Vorprojektes wurden die Bewegungsparameter von 35 Schlaganfallpatientinnen und -patienten (22m, 13w, Alter: 65±13 Jh.) während der Ausführung des TUG-Tests zu Beginn und Ende ihres Rehabilitationsaufenthaltes erfasst. Als Ergänzung wurde im Projekt REHABitation eine automatisierte Auswertungssoftware entwickelt, welche es ermöglicht, Monitoring in ein Telerehabilitationskonzept einzubetten.

Doch nicht nur technologie-unterstützte Assessments oder Übungsprogramme für zu Hause sind Ansätze der Telerehabilitation. Auch der Bereich ADL (activities of daily living) bietet seit der starken Verbreitung von Smartphones ein wesentliches Feld für Innovationen aus dem Bereich technologieunterstützter Lösungen. Aufgrund dieser Entwicklung wurde eine Android-Applikation realisiert, die Livefeedback über

die prozentuelle Gewichtsverteilung auf beiden Füßen gibt. Die Datenakquisition basiert auf der Integration der eSHOE-Sohle in die täglich genutzten Schuhe. Die Druckdaten werden mittels Bluetooth Low Energy zu einem Smartphone oder Tablet gesendet und mit Hilfe der mobilen Applikation verarbeitet und ausgewertet. Somit kann im Alltag messtechnisch vidiert werden, ob die von der Klinik post-operativ oder nach Verletzungen vorgegebene Teilbelastung eines Beines eingehalten wird. Um die Rehabilitation nachhaltig gestalten zu können werden mithilfe der App Überbelastungen signalisiert und typische Verletzungen präventiv verhindert. Die gewonnenen objektiven Messdaten aus den unterschiedlichen beispielhaft entwickelten Maßnahmen im Projekt REHABitation können in eine übergeordnete Gesundheitsmanagementplattform importiert werden.

3. Resultate

Um Patientinnen und Patienten bei rehabilitativen Übungen im Heimbereich zu unterstützen, wurde ein Therapiesystem mit Microsoft Kinect umgesetzt. Der Ablauf des Therapieprogramms ist in mehrere Schritte untergliedert. Zu Beginn muss eine Referenzdatei in der Klinik unter Aufsicht einer Therapeutin oder eines Therapeuten erstellt werden. Dafür wurde eine „TherapeutInnen-Ansicht“ im System implementiert, welche das Erfassen der demographischen Daten und Parameter der Patientin bzw. des Patienten ermöglicht. Für das Training im Heimbereich wird die „PatientInnen-Ansicht“ verwendet, in der es nicht möglich ist, ein neues Referenzfile zu erstellen. Änderungen im Bereich der Schwierigkeit der Übungen können jedoch vorgenommen werden. Dadurch kann die Patientin oder der Patient personalisierte Einstellungen abhängig von der subjektiven Wahrnehmung der Tagesverfassung festlegen. Für die Steuerung des Programmes wird kein klassisches Human Interface Device (HID) wie eine Maus oder Tastatur benötigt, da das System die Hände der Patientin bzw. des Patienten detektiert, die als Controller genutzt werden. In der „PatientInnen-Ansicht“ ist nach der Personalisierung ersichtlich, welche Übung durchgeführt werden soll und die Anzahl der Wiederholungen (siehe Abbildung 1b).

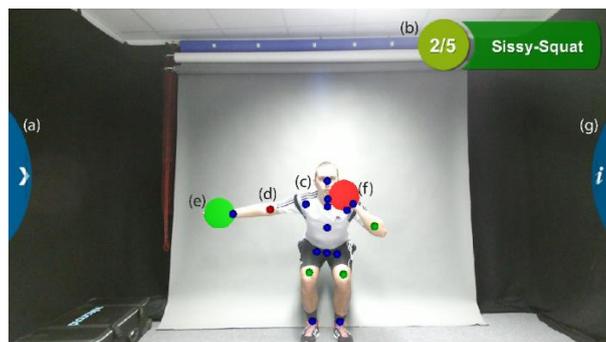


Abbildung 1: Supervidiertes Training mit Kinect – Übungsscreen; (a) Button zu Homescreen, (b) Anzahl und Name der Übung, (c) Darstellung der Gelenke, (d) Darstellung des Gelenks bei falscher Übungsdurchführung, (e) rechter Controller, (f) linker Controller, (g) Öffnen der Übungsinformation mit Video (Scherer et al., 2016).

Bei Bedarf kann über einen Informationsbutton ein Bild in Bild eingeblendetes Erklärungsvideo zur korrekten Übungsdurchführung geöffnet werden. Wird eine Übung nicht korrekt durchgeführt, wird am Screen live dargestellt, welches Gelenk falsch bewegt wurde (Abbildung 1 d). Nach Abschluss einer Übung erscheint ein leicht verständliches, visuelles Feedback und die nächste Übung kann gestartet werden.

Mithilfe der Auswertesoftware für den Timed-up-and-Go Test konnten aus den Daten der 35 Schlaganfallpatientinnen und -patienten die Beginn- und Endzeiten des Tests an sich sowie die Beginn- und Endzeiten der Umkehrphasen automatisch detektiert werden. Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Detektion der Beginn- und Endzeiten über die Analyse der Druckdaten und der Umkehrphasen über die Analyse der Druckdaten und Winkelgeschwindigkeiten um die Longitudinalachse.

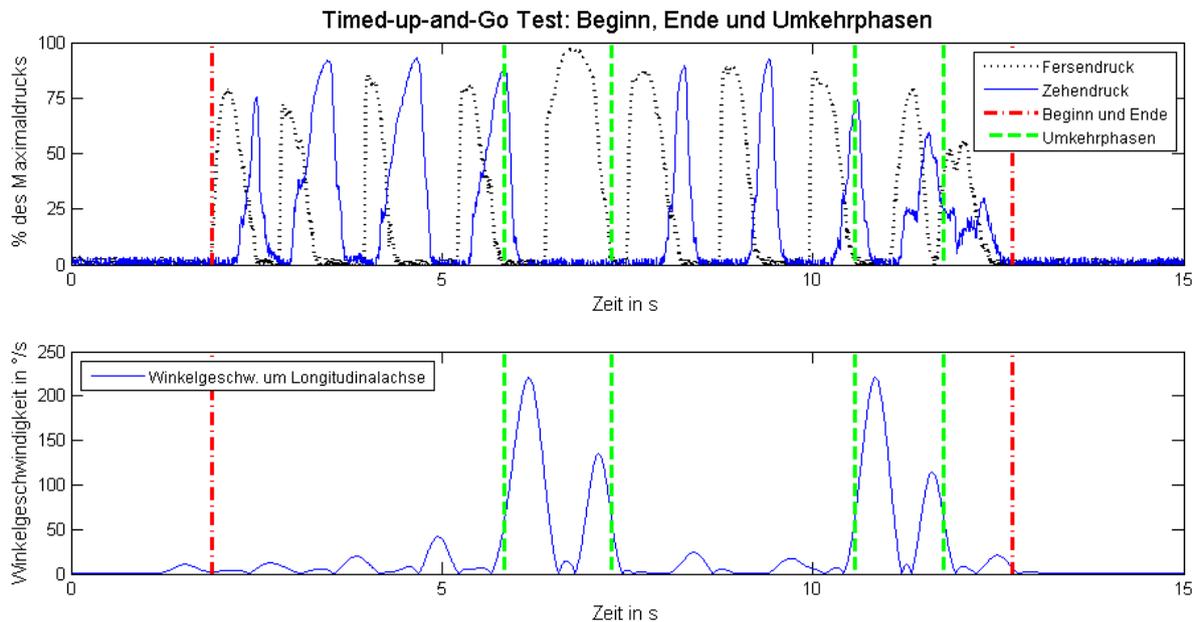


Abbildung 2: Detektion der Beginn- und Endzeiten des Timed-up-and-Go Test, sowie der Beginn und Endzeiten der Umkehrphasen aus den Druck- und Winkelgeschwindigkeitsdaten, die mit der eSHOE Einlegesohle erfasst werden.

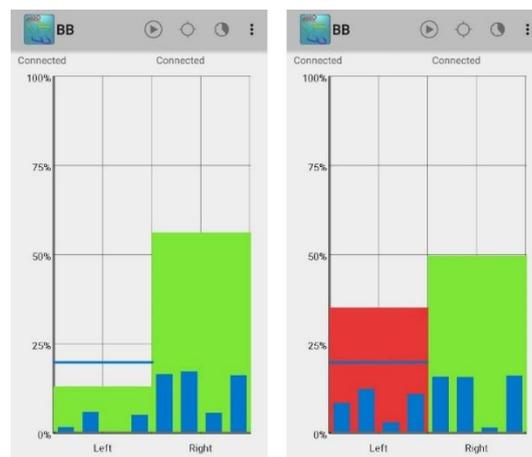


Abbildung 3: Screenshot der Android-Applikation; Alarm bei Belastung von über 20% am linken Bein eingestellt; links: Belastung unter der definierten Grenze; rechts Belastung über der definierten Grenze (Alarm) (Tkachenko Bril et al., 2016).

Die entwickelte Teilbelastungs-App hilft Patientinnen und Patienten im Alltag, vorgegebene Teilbelastungen einzuhalten. Beim Überschreiten von vordefinierten Belastungsgrenzen gibt die Applikation je nach Einstellung entweder ein taktiles (Vibration) oder ein akustisches Signal wieder. Des

Weiteren wird die aktuelle Messung, bestehend aus dem Summensignal der vier Drucksensoren, live am Bildschirm des Endgeräts angezeigt (Abbildung 3).

Um eine möglichst hohe Flexibilität in der Einbindung verschiedener Hilfsmittel und Systeme zu ermöglichen, werden für die Eigenentwicklungen internationale medizinische IT-Standards implementiert. Dazu gehören bei der Anbindung von Personal Health Devices (PHDs) die Übertragungsstandards der IEEE 11073 Standardfamilie sowie die Standards der HL7 in der Version 2. Durch die Berücksichtigung der Guidelines der Continua Health Alliance können die PHDs die Daten standard-basiert an ein Application Hosting Device (AHD) als Zwischenstation schicken. Dieses wird unter anderem in Form eines mobilen Endgerätes, wie ein Tablet oder Smartphone, in das System eingebunden. Um neben den Übertragungsprotokollen auch die Speichermethodik nach internationalen Standards zu entwickeln, wurde der Clinical Document Architecture (CDA) Standard angewendet. HL7 CDA ermöglicht eine anwendungsunabhängige, browserbasierte Darstellung der medizinischen Daten durch die Nutzung von XML.

4. Diskussion

Die bisherigen Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass das entwickelte Kinect Heimrehabilitationsprogramm als Therapieunterstützung für den Bewegungsapparat im häuslichen Umfeld genutzt werden kann. Durch den Ansatz, Referenzdaten der Patientin bzw. des Patienten unter Supervision der Therapeutin oder des Therapeuten zu erstellen, können die Bewegungsdurchführungen der Heimübungen individuell analysiert und personenbezogenes Feedback gegeben werden. Diese Personalisierung soll zusätzlich zur Gamifizierung der Trainingsmaßnahmen die Motivation und Compliance der Anwenderinnen und Anwender steigern. Um diese These zu bestätigen, ist eine Studie in Kooperation mit einem der klinischen Partner geplant.

Die automatisierte Auswertung von Bewegungsdaten des TUG-Tests, die mit Hilfe des mobilen Ganganalysesystems eSHOE erfasst werden, bietet die Möglichkeit, neben der Zeit, die für die Durchführung benötigt wird, weitere Bewegungsparameter wie den Verlauf des „Center of Pressure“ oder der Beschleunigungen in allen drei Achsen zu analysieren. Neben der automatischen Analyse des TUG-Tests wird auch die Analyse von weiteren in der Rehabilitation verwendeten Tests, wie der Sit-to-Stance (STS) Test oder der Berg Balance Scale angestrebt, um diese in ein Telerehabilitationskonzept einzubetten.

Eine erste Machbarkeitsstudie, die mit der entwickelten Teilbelastungs-App durchgeführt wurde, zeigte, dass bei Verwendung dieser App die Anzahl an Schritten, die über einer vorgegebenen Belastungsgrenze von 20kg lagen, um rund 57,5% sank (Tkachenko Brill et al., 2016). Auch für diese Anwendung ist in Kooperationen mit klinischen Partnerinstitutionen eine Pilotstudie mit Patientinnen und Patienten geplant.

Durch die Verwendung der medizin-informatischen Standards ist eine Eingliederung eines REHABitation-Bereiches in ELGA in Zukunft technisch möglich. Zur tatsächlichen Integration muss noch ein angepasstes Rehabilitations-CDA Dokument erstellt werden. Das CDA Format bietet zudem den Vorteil, den medizinischen Inhalt nicht nur menschenlesbar, sondern auch maschinenlesbar zu transportieren. Dadurch

lassen sich die so erfassten Daten auch für weitere Analysen, wie eine mögliche Fernbetreuung durch medizinisches Personal, verwenden. Um die Maschinenlesbarkeit zu erreichen, müssen jedoch noch anwendungsspezifische Codes definiert werden, um eine Maschine-Maschine-Interoperabilität zu gewährleisten. Zudem bietet die Nutzung von CDA Dokumenten den Vorteil, dass benötigte Metadaten für die Einbringung in eine elektronische Gesundheitsakteninfrastruktur im Dokument selbst enthalten sind. Die Nutzung von medizinischen IT-Standards bietet die Möglichkeit der Ankoppelung mehrerer Endgeräte aus dem Bereich Fitness und Gesundheit. Die Integration des CDA Standards ermöglicht eine breite Anbindung an zentrale Gesundheitssystemelemente, wie die ELGA in Österreich, aber teilweise auch an Krankenhausinformationssysteme. Durch diese Maßnahmen soll verhindert werden, eine weitere Insellösung im Bereich der Rehabilitation zu produzieren.

Sämtliche entwickelte Systeme können und sollen Therapeutinnen und Therapeuten nicht ersetzen, sondern dienen zur Mithilfe in der Rehabilitation. Es soll die Möglichkeit einer gesamtheitlichen Rehabilitation aus den Bereichen der inner- und außerklinischen Therapie geschaffen werden. Ein langfristiges Ziel des Forschungsprojekts ist es, klinisches Personal in seiner Tätigkeit zu unterstützen und die Therapie zu Hause technologiebasiert zu begleiten, um zu einem raschen und nachhaltigen Rehabilitationserfolg beizutragen.

Literaturliste/Quellenverzeichnis:

Cancela, J./ Arredondo, M./Hurtado O. (2014): Proposal of a Kinect-based system for gait assessment and rehabilitation in Parkinson's disease. In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 36th annual international conference paper, pp. 4519-4522.

Faria, C./Silva, J./Campilho, A. (2013): Rehab@home: a tool for home-based motor function rehabilitation. In: Disabil Rehabil Assist Technol, Early Online: 1-8, Informa UK Ltd.

Jagos, H./David, V./Reichel, M./Kotzian, S./Schlossarek, S./Haller, M./Rafolt, D. (2015): Tele-monitoring of the rehabilitation progress in stroke patients. In: Stud Health Technol Inform, vol. 211, 311-313.

Müller, R./Klimesch, A. (2011): Entwicklung der ambulanten medizinischen Rehabilitation in Österreich. In Rehabericht 2011, Pensionsversicherungsanstalt, Wien.

Kitsunezaki, N./Adachi, T./ Mizusawa J. (2013): Kinect applications for the physicalrehabilitation, Medical Measurements and Applications Proceedings (MeMeA). In: IEEE International Symposium, pp. 294–299, 2013.

Scherer M./Unterbrunner A./Riess B./Kafka P. (eingereicht): Developement of a system for supervised training at home with Kinect V2, In: 11th conference of the International Sports Engineering Association, ISEA 2016.

Tkachenko Bril, A./David, V./Scherer, M./Jagos, H./Kafka, P./Sabo, A. (eingereicht): Development of a wearable live-feedback to support partial weight-bearing while recovering from lower extremity injuries, In: 11th conference of the International Sports Engineering Association, ISEA 2016.

Zidén, L./Kreuter, M./Frändin, K. (2010): Long-term effects of home rehabilitation after hip fracture - 1-year follow-up of functioning, balance confidence, and health-related quality of life in elderly people. In: Disability and Rehabilitation, 32(1).