

jumpBALL – Ein mobiles Exergame für die Thromboseprophylaxe

Daniel Steffen, Corinna Christmann, Gabriele Bleser

Arbeitsgruppe wearHEALTH, Technische Universität Kaiserslautern

Zusammenfassung

Über 37.000 Patienten wurden 2015 bundesweit in Krankenhäusern unter der Hauptdiagnose I80 (Thrombose, Phlebitis und Thrombophlebitis) behandelt. Bewegungsübungen, wie beispielsweise die Muskel-Venen-Pumpe, werden als allgemeine Basismaßnahmen zur Thromboseprophylaxe für alle Risikogruppen empfohlen. Allerdings können solche repetitiven Übungen schnell monoton und langweilig werden, wodurch die Motivation des Patienten sinkt und die Therapietreue gefährdet wird.

Das mobile Exergame jumpBALL adressiert die zuvor beschriebene Problematik und unterstützt und motiviert bei der Durchführung der Muskel-Venen-Pumpe. jumpBALL verwendet zwei drahtlose, inertielle Messeinheiten zur Erfassung der Fußbewegungen und zur Interaktion mit dem Spiel, welches auf einem Tablet PC läuft. jumpBALL kann sowohl im stationären als auch im post-stationären Bereich zur Thromboseprophylaxe eingesetzt werden. Anhand einer experimentellen Benutzerstudie mit Studierenden und Angestellten (N = 40) konnte gezeigt werden, dass sich durch den Einsatz von jumpBALL die Wiederholungshäufigkeit der Muskel-Venen-Pumpe und die Übungsdauer im Vergleich zu einer Kontrollversion der App, bei der die Anzahl der Wiederholungen ohne spielerische Einbettung lediglich gezählt wird, signifikant steigern lässt.

1 Einleitung

Unter der Hauptdiagnose I80 (Thrombose, Phlebitis und Thrombophlebitis) wurden 2015 bundesweit 37.388 Patienten behandelt. Mit 1.300 Patienten pro einer Million Einwohner sind die über 65-Jährigen mit Abstand am häufigsten davon betroffen (Statistisches Bundesamt, 2017). Die venöse Thrombose ist nach dem Herzinfarkt und dem Schlaganfall die dritthäufigste kardiovaskuläre Erkrankung (Encke et al., 2016). Neben einem hohen Alter stellen z. B. Immobilisation (Verordnung von Bettruhe, Ruhigstellung von Körperteilen) und größere Operationen (z. B. Hüft- oder Kniegelenksoperationen) Risikofaktoren für eine venöse Thrombose dar, sofern keine Thromboseprophylaxe durchgeführt wird (Rabe et al., 2009).

Der Thromboseprophylaxe sollte aber nicht nur im stationären Bereich, sondern auch im Anschluss an einen Krankenhausaufenthalt Beachtung geschenkt werden (Moerchel und Kro-



Abbildung 1: Das jumpBALL System. Zwei drahtlose Sensoren erfassen die Fußbewegungen. Indem der Benutzer die Muskel-Venen-Pumpe im rechten und linken Fuß durchführt, steuert er das Spiel auf dem Tablet.

eger, 2007). Verkürzte Liegezeiten aufgrund verbesserter Operationsmethoden, Kostendruck im Gesundheitssystem und die Einführung des *Diagnosis-Related Groups* (DRG) Systems¹ führen dazu, dass die Thromboseprophylaxe auch im post-stationären Bereich relevant wird. Die Thromboseprophylaxe wird unterteilt in medikamentöse, physikalische und allgemeine Basismaßnahmen. Letztere werden Patienten aller Risikogruppen empfohlen und umfassen neben der Frühmobilisation und Bewegungsübungen unter Anleitung bzw. Begleitung auch die Aufforderung zur Durchführung von Eigenübungen (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V., 2015).

Eine bekannte Bewegungsübung ist die sogenannte Muskel-Venen-Pumpe (MVP), welche die Wadenmuskulatur aktiviert und den Blutfluss fördert. Hierbei streckt der Patient seine Fußspitze zunächst möglichst weit nach vorne. Anschließend zieht er die Fußspitze soweit wie möglich zum Körper heran. Dieser Bewegungsablauf wird für den linken und rechten Fuß mehrfach wiederholt. Die MVP ist eine einfache und verständliche Bewegungsübung. Allerdings kann diese Übung schnell monoton und ermüdend werden, wodurch die Motivation und Therapietreue des Patienten sinkt. Eine Möglichkeit, die Motivation zur Durchführung solcher repetitiven Bewegungsübungen zu steigern, bieten sogenannte *Exergames*-Anwendungen, welche Videospiele für körperliche Übungen einsetzen (Sinclair et al., 2007).

Die vorliegende Veröffentlichung stellt das mobile Exergame *jumpBALL* vor: ein Computerspiel zur Motivation und Unterstützung der MVP (s. Abb. 1). Das jumpBALL-System besteht aus einem Tablet und zwei drahtlosen, inertialen Messeinheiten (*Inertial Measurement Unit*, IMU), welche mit Klettbandern am linken und rechten Fuß des Anwenders befestigt werden. Die verwendete Technologie ermöglicht den mobilen Einsatz sowohl im stationären als auch im post-stationären Bereich. Mittels der Bewegungssensoren werden die Wiederholungen der

¹Patienten werden unabhängig von der Verweildauer über Fallpauschalen abgerechnet.

MVP erfasst und gezählt. Indem der Patient die MVP mit seinem rechten bzw. linken Fuß durchführt, steuert er das Spiel. jumpBALL wurde mit Fokus auf ältere Patienten entwickelt. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden allerdings zunächst die Aspekte Motivation und Benutzerfreundlichkeit mit Studierenden und Mitarbeitern der Technischen Universität Kaiserslautern evaluiert.

2 Verwandte Arbeiten

Die eigenverantwortliche Durchführung von Bewegungsübungen gehört zu den allgemeinen Basismaßnahmen der Thromboseprophylaxe und ist Bestandteil in der stationären und poststationären Rehabilitation. Jedoch zeigen Untersuchungen, dass bis zu 65 % der Patienten die Übungen der Physiotherapie zu Hause nicht oder nur teilweise durchführen (Bassett, 2003). Monotone oder langweilige Bewegungsübungen können darüber hinaus die Motivation und Therapietreue gefährden (Burke et al., 2009).

Anwendungen, welche Videospiele für körperliche Bewegungsübungen einsetzen, bezeichnet man als *Exergames* (Sinclair et al., 2007). Die Verwendung und Wirksamkeit von Exergames – insbesondere Langzeiteffekte /-nutzen hinsichtlich Motivation und Therapietreue – wird von Wissenschaftlern als kritisch betrachtet, da bis dato wenig aussagekräftige Untersuchungen vorliegen (Barnett et al., 2011; LeBlanc et al., 2013). Smeddinck et al., 2015 berichten von ersten Ergebnissen eines fünfwöchigen Feldversuchs in einer Praxis für Physiotherapie mit über 65-jährigen, wonach durch den Einsatz von adaptiven Ganzkörper-Bewegungsspielen eine Verbesserung beim *Functional Reach*-Test erzielt werden konnten.

Dutz et al., 2014 unterteilen Exergames in Indoor Exergames einerseits und mobile Exergames andererseits. Während Indoor Exergames überwiegend eine Spielkonsole – wie beispielsweise Nintendo's Wii – nutzen, verwenden Benutzer bei mobilen Exergames zum Beispiel ein Smartphone. Sie können sich somit uneingeschränkt bewegen und die Bewegungsübung überall durchführen. Aktuell widmen sich jedoch nur wenige Untersuchungen dem Bereich der mobilen Exergames, sondern fokussieren auf konsolenbasierte Exergames (Kari, 2014). Insbesondere Ergebnisse hinsichtlich des Einsatzes von tragbaren Sensoren für den Bereich der mobilen Exergames zur Bewegungserfassung bzw. Übungsunterstützung fehlen. Zwar existieren bereits einige mobile Fitness-Anwendungen, wie beispielsweise Runtastic's Squats App, welche die Anzahl an Kniebeugen mittels der im Smartphone verbauten Sensoren zählt. Jedoch fallen diese Anwendungen nicht in die Kategorie Exergames, sondern sind dem Bereich *Gamification* zuzuordnen. Der Begriff *Gamification* umschreibt Anwendungen, welche spielerische Elemente in einer Nicht-Spiele-Umgebung verwenden (Deterding et al., 2011).

Im Rahmen dieser Veröffentlichung wird untersucht, inwieweit sich die Motivation, operationalisiert durch Wiederholungshäufigkeit und Übungsdauer, durch den Einsatz des mobilen Exergames jumpBALL im Erstkontakt steigern lässt. Zusätzlich wird die Gebrauchstauglichkeit des jumpBALL-Systems bewertet. Die Details und Ergebnisse der durchgeführten Benutzerstudie werden im folgenden Kapitel geschildert. Kapitel 4 fasst die relevanten Ergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf zukünftige Arbeiten.

3 Benutzerstudie

Im Rahmen der Benutzerstudie wurde jumpBALL hinsichtlich der Aspekte Motivation und Benutzerfreundlichkeit untersucht. Die experimentelle Laborstudie wurde als *Between-Subject-Design* mit der unabhängigen Variable *Mobile App* und den Ausprägungen „jumpBALL App“ und „Zähler App“ konzipiert. Die Probanden wurden zufällig der Kontroll- bzw. Experimentalgruppe zugeordnet, wobei Probanden der Kontrollgruppe die Zähler App benutzten und Probanden der Experimentalgruppe die jumpBALL App spielten. Als abhängige Variablen wurden die Wiederholungshäufigkeit der MVP und die Übungsdauer erfasst. Die Benutzerfreundlichkeit bewerteten die Probanden im Verlauf eines strukturierten Interviews.

3.1 Probanden

An der Benutzerstudie nahmen insgesamt $N = 40$ (13 weiblich) Probanden im Alter von 20 bis 34 Jahren ($M = 25,2$, $SD = 3,4$) teil. Hierbei handelte es sich um Studierende und Mitarbeiter der Technischen Universität Kaiserslautern, die durch Rundmails und Aushänge akquiriert wurden. Es wurden nur deutschsprachige Probanden, die keine Beeinträchtigungen an den Beinen bzw. Fußgelenken hatten, berücksichtigt. Die Teilnahme war freiwillig und wurde nicht vergütet. 20 Probanden (7 weiblich) wurden zufällig der Kontroll- und 20 Probanden (6 weiblich) der Experimentalgruppe zugewiesen. 38 Probanden gaben an, dass sie ein Smartphone und/ oder ein Tablet besitzen. Erfahrung mit einer kommerziellen Spielekonsole mit Bewegungssteuerung (z. B. Nintendo Wii) hatten 92 % der Versuchsteilnehmer.

3.2 Versuchsaufbau

Für Kontroll- und Experimentalgruppe wurden die Zähler App und die jumpBALL App entwickelt. Die beiden Apps unterscheiden sich lediglich bezüglich der sichtbaren Elemente, da die interne Programmlogik der beiden Apps identisch ist. Während bei der Zähler App nur die zwei vertikalen Bewegungssäulen, der Wiederholungszähler, der Knopf zum Beenden und der Bildschirmhintergrund angezeigt werden (s. Abb. 2(a)), werden bei der jumpBALL App zusätzlich die Spielelemente visualisiert (s. Abb. 2(b)). Die linke und rechte Bewegungssäule dient der Darstellung des aktuellen Winkels im dazugehörigen Fußgelenk. Jede Säule hat am unteren und oberen Ende einen rötlich gefärbten Zielbereich, den der Proband bei der MVP erreichen muss. Im Zuge des Kalibrierungsprozesses werden die Schwellwerte für diese Zielbereiche ermittelt. Die Durchführung der MVP wird von der jeweiligen App erfasst und gezählt. Hierzu wird ein endlicher Zustandsautomat verwendet. Die Anzahl an Wiederholungen wird in der rechten oberen Ecke dargestellt.

Darüber hinaus löst jede vollständig durchgeführte MVP in der jumpBALL App eine Aktion aus. Indem der Proband die MVP mit dem linken Fuß durchführt, springt ein Wasserball einen Baumstamm weiter. Bei der MVP mit dem rechten Fuß springt der Ball zum übernächsten Baumstamm. Insgesamt besteht das Spiel aus 900 Baumstämmen, auf denen sich Gegenstände befinden. Landet der Wasserball z. B. auf einer Münze, einem Diamant oder einem Stern erhält der Proband Bonus-Punkte. Springt er auf ein Monster, so werden ihm Punkte abgezogen.



Abbildung 2: Die Zähler App (links) und die jumpBALL App (rechts). Während Probanden der Experimentalgruppe die jumpBALL App spielten, testeten Probanden der Kontrollgruppe die Zähler App.

Punktzahl und Spielstufen werden im oberen Teil der jumpBALL App angezeigt. Die Punktzahl bewegt sich immer im positiven Bereich und kann nicht negativ werden. Intern ist das Spiel in 10 Spielstufen aufgeteilt. Das Spiel wurde so konzipiert, dass – wenn der Proband die Monster überspringt und die Bonus-Elemente sammelt – innerhalb jeder Spielstufe die gleiche Anzahl von Wiederholungen mit dem linken und rechten Fuß durchgeführt werden. Zur Steigerung der Motivation wurde in jeder Spielstufe ein neues Spielobjekt eingebaut. Nach der 3., 6. und 9. Spielstufe wurde zudem eine Holzkiste mit Extra-Bonus-Punkten platziert. Die Reihenfolge der Spielelemente war für jeden Probanden gleich. In folgenden Situationen wird die jumpBALL App beendet: (1) Der Proband beendet die App selbst, (2) der Proband spielt länger als 45 Minuten oder (3) der Wasserball landet auf dem 900. Baumstamm. Da die interne Programmlogik der beiden Apps identisch ist, führen diese Kriterien auch bei der Zähler App zum Abbruch.

Neben zwei Xsens Awinda-Bewegungssensoren (B.V., 2017) und einem Apple iPad2 (iOS Version 10.2.1) wurde ein Lenovo Thinkpad T460p mit dem Betriebssystem Ubuntu (Version 16.04 LTS) für die Benutzerstudie verwendet. Der Einsatz des Notebooks war notwendig, da die verwendeten Xsens-Sensoren keine direkte Kommunikation mit dem Tablet erlauben. Das Notebook fungiert als Daten-Hub und leitet die über den USB-Dongle empfangenen Daten über eine WebSocket-Schnittstelle an das iPad weiter. Hierzu wurde das Tablet mit dem Notebook verbunden. Die jumpBALL und Zähler App laufen als HTML5-Applikationen im Safari Webbrowser (Version 10.0). Zusätzlich sendet die mobile App über die WebSocket-Schnittstelle Informationen an das Notebook und speichert diese in einer Log-Datei. Hierzu zählen u. a. Spielanfang und -ende, welcher Fuß eine Wiederholung durchgeführt hat, Anzahl an Wiederholungen, aktueller Winkel, Punktzahl, Spielstufe, etc. Jede Information wird um den aktuellen Zeitstempel ergänzt.

3.3 Prozedur

Zu Beginn der Benutzerstudie wurden Informationsblatt sowie Einverständniserklärung ausgehändigt und vom Probanden unterzeichnet. Anschließend wurde der Proband bzgl. seiner akuten Schmerzen befragt. Zur Messung der Schmerzintensität wurde ihm die *Numeric Rating Scale (NRS) for Pain* vorgelegt (Hawker et al., 2011). Anhand dieser Skala bewertete der Proband seine Schmerzen von 0 (Keine Schmerzen) bis 10 (Unerträgliche Schmerzen) während

der letzten zehn Minuten vor der Benutzerstudie. Bei einer Schmerzintensität größer als Null wurde zusätzlich die Art des Schmerzes erfasst, um sicherzustellen, dass keine Beeinträchtigung in den unteren Extremitäten vorliegt und er vom Experiment auszuschließen ist. Danach wurden die Xsens Awinda Bewegungssensoren am rechten und linken Mittelfuß angelegt. Der Proband musste dafür seine Schuhe ausziehen. Zudem wurde ihm aus hygienischen Gründen ein Paar Ersatzsocken gestellt. Anschließend legte sich der Proband auf das Sofa. Im nächsten Schritt wurden durch den Versuchsleiter die Bewegungssensoren kalibriert und das persönliche Bewegungsausmaß bestimmt. Damit bei der Durchführung der MVP die Fersen nicht an der Oberfläche des Sofas reiben, wurde ein Kissen unter die Unterschenkel gelegt (s. Abb. 1).

Bevor der Proband die App startete, wurden ihm noch einige Erläuterungen für die Benutzung gegeben. Jeder Proband erhielt die gleichen Instruktionen hinsichtlich der Ausführung der MVP und der grafischen Elemente, die bei der Zähler App und der jumpBALL App verwendet werden. Probanden der Experimentalgruppe bekamen zusätzlich die Spielelemente und Spielregeln der jumpBALL App erläutert. Probanden der Kontrollgruppe, die die Zähler App testeten, sollten sich vorstellen, dass sie ein Tretboot fahren. Sie wurden instruiert, die MVP abwechselnd mit dem rechten und linken Fuß durchzuführen. Dies sollte gewährleisten, dass auch bei der Kontrollgruppe möglichst die gleiche Anzahl an Wiederholungen im linken und rechten Fuß durchgeführt wird. Bei der Experimentalgruppe wurde dies durch die Platzierung der Spielelemente erreicht. Zudem wurde jeder Proband nochmals explizit darauf hingewiesen, dass er die mobile App zu jedem Zeitpunkt selbständig beenden kann. Im Anschluss wurde jedem Proband die Aufgabe gestellt „Probieren Sie die mobile App solange aus, wie Sie möchten!“. Der Proband startete und beendete die mobile App selbständig. Während des Experiments war der Versuchsleiter ständig anwesend. Nachdem die mobile App geschlossen wurde, legte der Proband die Bewegungssensoren, Klettbander und Socken wieder ab und bewertete anschließend nochmals seine Schmerzen; dieses Mal für die Zeit während der Nutzung und zur Kontrolle, dass die mobile App keine Schmerzen verursacht hat.

Im Anschluss wurde ein strukturiertes Interview durchgeführt. Zunächst wurde die subjektiv wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit der mobilen App anhand des *System Usability Scale* (SUS) Fragebogens erfasst (Brooke, 1996). Dieser beinhaltet zehn Items, welche mittels einer 5-stufigen Likert-Skala von 1 (Trifft gar nicht zu) bis 5 (Trifft voll zu) bewertet werden. Des Weiteren wurde untersucht, ob die Probanden die jeweilige mobile App bzw. das System als nützlich und bedienbar erachten. In Anlehnung an das Technologieakzeptanzmodell (TAM) wurden die Konstrukte wahrgenommener Nutzen („Perceived Usefulness“), wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit („Perceived Ease-of-Use“) sowie wahrgenommenes Vergnügen („Perceived Enjoyment“) anhand von zehn Items auf einer 7-stufigen Likert-Skala erfasst (Davis, 1986; Venkatesh, 2000). Die Technikaffinität wurde mit Hilfe des TA-EG Fragebogens abgefragt (Karrer et al., 2009). Der TA-EG besteht aus den Subskalen Begeisterung für Technik, Kompetenz im Umgang mit Technik, wahrgenommene, negative Technikfolgen und wahrgenommene, positive Technikfolgen. Die Beurteilung der verwendeten Bewegungssensoren war ebenfalls Bestandteil des Interviews. Neben den demografischen Variablen wurde der Proband letztlich hinsichtlich seiner Computerspiele-Nutzung befragt. Während des Interviews wurden dem Proband Getränke und Süßigkeiten angeboten. Die Benutzerstudie wurde mit der Aufklärung des Probanden über den Gegenstand der Studie, der Klärung eventueller Fragen, dem Hinweis auf Vertraulichkeit und der Verabschiedung beendet.

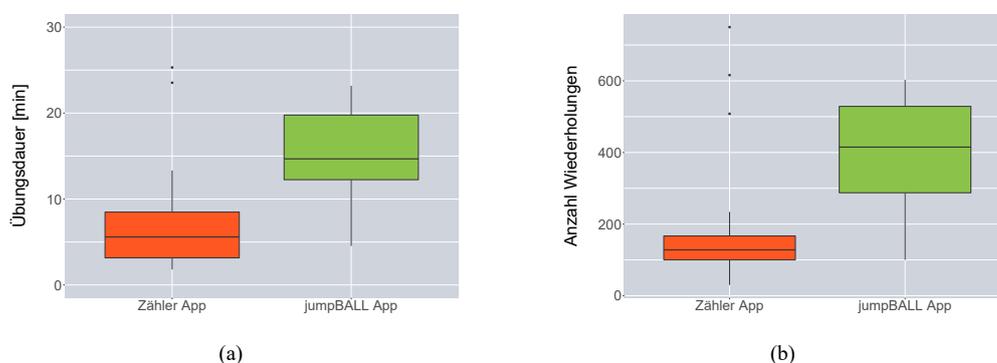


Abbildung 3: Die jumpBALL App wurde *signifikant länger* ($MD = 14,67$ Minuten) verwendet als die Zähler App ($MD = 5,59$ Minuten), $W = 62$, $p < 0,001$, $r = -0,62$ (s. Abb. 3(a)). Gleichzeitig haben Probanden unter Verwendung der jumpBALL App die MVP *signifikant häufiger* ($MD = 415$) wiederholt als Probanden mit der Zähler App ($MD = 128$), $W = 77,5$, $p < 0,001$, $r = -0,52$ (s. Abb. 3(b)).

3.4 Ergebnisse und Diskussion

Im Durchschnitt dauerte die Benutzerstudie vom Eintreffen des Probanden bis zum Verlassen des Versuchslabors 50,82 Minuten. Die jumpBALL App wurde *signifikant länger* ($MD = 14,67$ Minuten) verwendet als die Zähler App ($MD = 5,59$ Minuten), $W = 62$, $p < 0,001$, $r = -0,62$. Die Zähler App nutzten die Probanden zwischen 1,81 und 25,31 Minuten ($M = 7,42$, $SD = 6,39$). Hingegen spielten die Probanden der Experimentalgruppe die jumpBALL App zwischen 4,54 und 23,17 Minuten ($M = 15,24$, $SD = 5,47$). Abbildung 3(a) veranschaulicht die Übungsdauer in Abhängigkeit von der mobilen App. Kein Proband erreichte die maximale Nutzungsdauer von 45 Minuten, wodurch die mobile App automatisch beendet worden wäre.

Die Probanden haben zwischen 30 und 750 vollständige Wiederholungen der MVP durchgeführt ($M = 298,45$, $SD = 203,51$). Die Wiederholungszahl der MVP in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit ist in Abbildung 3(b) dargestellt. Probanden der Experimentalgruppe wiederholten die MVP *signifikant häufiger* ($MD = 415$) als Probanden der Kontrollgruppe ($MD = 128$), $W = 77,5$, $p < 0,001$, $r = -0,52$. Hingegen unterscheidet sich das Verhältnis von Wiederholungshäufigkeit zu Übungsdauer *nicht signifikant* zwischen Probanden der Experimental- ($MD = 26,06$) bzw. Kontrollgruppe ($MD = 25,87$), $W = 199$, $p = 0,9893$, $r = 0$. Sieben Probanden (davon zwei aus der Kontrollgruppe) erreichten das Ende des Spiels, d.h. den letzten 900. Baumstamm (vgl. Abschnitt 3.2).

Die Benutzerfreundlichkeit der mobilen Apps wurde im Mittel mit einem SUS-Wert von 92,4 ($SD = 5,8$) bewertet. Dies deutet auf eine gute bis exzellente Usability hin (Bangor et al., 2009). Bezüglich des SUS-Werts konnte *kein signifikanter Unterschied* zwischen den mobilen Apps festgestellt werden. Die gute Usability wurde auch durch die verwendeten Bewegungssensoren unterstützt, welche die Probanden auf einer 7-stufigen Likert-Skala von 1 (Stimme überhaupt nicht zu) bis 7 (Stimme voll und ganz zu) im Durchschnitt mit 7 ($SD = 0,1$) sehr positiv bewerteten. Auch hier war der Unterschied zwischen den beiden Gruppen *nicht signifikant*.

Ein *signifikanter Unterschied* konnte hingegen bei der Bewertung der *Perceived Usefulness* zwischen der jumpBALL App (MD=6,7) und der Zähler App (MD=6) festgestellt werden, $W = 119$, $p < 0,05$, $r = -0,35$. Den Aspekt *Perceived Enjoyment* beurteilten die Probanden der Experimental- (MD=6) und der Kontrollgruppe (MD=5,5) *nicht signifikant* unterschiedlich, $W = 145$, $p = 0,1371$, $r = -0,24$. An dieser Stelle bleibt zu klären, welchen Einfluss die verwendeten tragbaren Sensoren hatten und wie sich die langfristige Nutzung auf den Faktor Spaß auswirkt. Auch die Subskala *Perceived Ease of Use* wurde von Kontroll- (MD=7) und Experimentalgruppe (MD=7) sichtlich positiv gewertet. Dies deckt sich mit dem sehr guten SUS-Wert. Der Unterschied zwischen den Gruppen war *nicht signifikant*, $W = 191,5$, $p = 0,7937$, $r = -0,04$.

Bzgl. ihrer Technikaffinität zeigte die Stichprobe auf einer 5-stufigen Likert-Skala von 1 (Trifft gar nicht zu) bis 5 (Trifft voll zu) in den einzelnen Kategorien jeweils durchschnittlich eine Technikkompetenz von 4,2 (SD=0,8), eine positive Einstellung zu Technik von 3,5 (SD=0,4), eine Technikbegeisterung von 3,9 (SD=0,8) sowie eine negative Einstellung zu Technik von 4,2 (SD=0,5), sodass von einer hohen Technikaffinität der Stichprobe ausgegangen werden kann. Es lagen keine signifikanten Unterschiede bei den vier Subskalen zwischen Experimental- und Kontrollgruppe vor. Eine hohe Technikaffinität der Probanden war zu erwarten. Zum einen fühlen sich Jüngere kompetenter und zeigen mehr Begeisterung bei der Nutzung von elektronischen Geräten (Karrer et al., 2009). Zum anderen handelte es sich bei den Probanden um Studierende und Mitarbeiter einer Technischen Universität, denen grundsätzlich eine gewisse Technikaffinität unterstellt werden kann.

Kein Proband musste aufgrund von Schmerzen in den unteren Extremitäten vom Experiment ausgeschlossen werden. Allerdings bewerteten sieben Probanden der Kontroll- und neun der Experimentalgruppe die Schmerzintensität anhand der NRS während der Nutzung der mobilen App höher als vor der Übung. Dies ist erstaunlich, da die Probanden explizit darauf hingewiesen wurden, dass sie die Übung jederzeit beenden können. Zudem wurde kein zeitlicher Druck auf die Probanden ausgeübt. Jeder Proband konnte Geschwindigkeit und Pausen während der Übungsdurchführung selbständig bestimmen. Bei allen Probanden konnten die Schmerzen auf die ungewohnte Beanspruchung der Schienbeinmuskulatur zurückgeführt werden. Auf Nachfrage, warum sie die App nicht beim ersten Anzeichen von Schmerzen beendet hätten, antworteten einige Probanden „Ich wollte noch die 100 Wiederholungen voll machen!“ oder „Da kam plötzlich der Diamant und dann wollte ich schauen, wie es weiter geht“. Dieser Aspekt muss für die weitere Entwicklung von jumpBALL genauer untersucht werden. Einerseits könnte dieser Effekt im Rahmen des Schmerzmanagements verwendet werden; andererseits könnte es aber auch dazu führen, dass sich der Patient durch Überbeanspruchung verletzt.

4 Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieser Veröffentlichung wurde das mobile Exergame jumpBALL für die Thromboseprophylaxe vorgestellt. jumpBALL unterstützt und motiviert bei der Durchführung der MVP, einer Bewegungsübung im Rahmen der allgemeinen Basismaßnahmen zur Thromboseprophylaxe. Da jumpBALL für den mobilen Einsatz entwickelt wurde, kann es sowohl im stationären

als auch im post-stationären Bereich – also beispielsweise im häuslichen Umfeld – eingesetzt werden. Anhand einer Benutzerstudie konnte nachgewiesen werden, dass Probanden im Erstkontakt bei der Verwendung der jumpBALL App signifikant mehr Wiederholungen durchführen als Probanden, welche die Zähler App nutzen. Darüber hinaus war die Übungsdauer bei Probanden der Experimentalgruppe signifikant länger als bei Probanden der Kontrollgruppe. Unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit bewerteten die Probanden die Benutzerfreundlichkeit der beiden Apps mit einem SUS-Score von durchschnittlich 92,4, was einer guten bis exzellenten Usability entspricht. Letztlich kann festgehalten werden, dass die jumpBALL App einen signifikanten Einfluss auf die Variablen Wiederholungshäufigkeit und Übungsdauer hat. Dies bestätigt die anfängliche Vermutung, dass die Verwendung eines Spiels bei der Durchführung der MVP motivierend wirkt.

Letztlich muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die vorliegende Studie mit gesunden und jungen Probanden durchgeführt wurde. Eine Evaluierung des jumpBALL-Systems mit älteren Probanden und darüber hinaus mit älteren Patienten über einen längeren Zeitraum ist daher der logische nächste Schritt. Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen müssen in weiteren Studien die Aspekte Langzeitnutzen bzw. Therapietreue, Benutzerfreundlichkeit bei älteren Patienten sowie Überbeanspruchung genauer untersucht werden.

Danksagung

Die vorgestellte Arbeit wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und ist im Rahmen der Arbeit der interdisziplinären Nachwuchsforscherguppe wearHEALTH (Ref.-Nr. 16SV7115) entstanden. Ein besonderer Dank gilt Dr. med. Markus Muhm und Dr. med. Tim Danko vom Westpfalz-Klinikum in Kaiserslautern für die Unterstützung bei medizinischen Fragestellungen und der Entwicklung des jumpBALL-Systems.

Literaturverzeichnis

- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (2015). S3-Leitlinie: Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE). *AWMF Leitlinien-Register Nr. 003/001, Klasse S3*.
- Bangor, A., Kortum, P. & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *J. Usability Studies*, 4(3), 114–123.
- Barnett, A., Cerin, E. & Baranowski, T. (2011). Active Video Games for Youth: A Systematic Review. *Journal of Physical Activity and Health*, 8, 724–737.
- Bassett, S. F. (2003). The assessment of patient adherence to physiotherapy rehabilitation. *New Zealand journal of physiotherapy*, 31(2), 60–66.
- Brooke, J. (1996). *SUS - A quick and dirty usability scale*. ISBN: 9780748404605. CRC Press.
- Burke, J. W., McNeill, M. D. J., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H. & McDonough, S. M. (2009). Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games. *The Visual Computer*, 25(12), 1085. doi:10.1007/s00371-009-0387-4
- B.V., X. T. (2017, 7. April). MTw Awinda - Wireless Motion Tracker. Zugriff unter <https://www.xsens.com/>

- Davis, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results* (Diss., Massachusetts Institute of Technology).
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (S. 9–15). MindTrek '11. Tampere, Finland: ACM. doi:10.1145/2181037.2181040
- Dutz, T., Hardy, S., Knöll, M., Göbel, S. & Steinmetz, R. (2014). User interfaces of mobile exergames. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (S. 244–255). Springer.
- Encke, A., Haas, S. & Kopp, I. (2016). Prophylaxe der venösen Thromboembolie. *Deutsches Ärzteblatt International*, 113(31-32), 532–538. doi:10.3238/arztebl.2016.0532
- Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T. & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care & Research*, 63(S11), S240–S252. doi:10.1002/acr.20543
- Kari, T. (2014). Can Exergaming Promote Physical Fitness and Physical Activity?: A Systematic Review of Systematic Reviews. *Int. J. Gaming Comput. Mediat. Simul.* 6(4), 59–77.
- Karrer, K., Glaser, C., Clemens, C. & Bruder, C. (2009). Technikaffinität erfassen – Der Fragebogen TA-EG. *Der Mensch im Mittelpunkt technischer Systeme*, 8, 196–201.
- LeBlanc, A. G., Chaput, J.-P., McFarlane, A., Colley, R. C., Thivel, D., Biddle, S. J. H., ... Tremblay, M. S. (2013). Active Video Games and Health Indicators in Children and Youth: A Systematic Review. *PLOS ONE*, 8(6), e65351. doi:10.1371/journal.pone.0065351
- Moerchel, C. & Kroeger, K. (2007). Prophylaxe tiefer Bein- und Beckenvenenthrombose. *Deutsches Ärzteblatt International*, 104(42), A-2886-.
- Rabe, E., Bauersachs, R. M., Pannier, F. & List, S. M. (2009). Venenerkrankungen der Beine. *Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 44*.
- Sinclair, J., Hingston, P. & Masek, M. (2007). Considerations for the Design of Exergames. In *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australia and Southeast Asia* (S. 289–295). GRAPHITE '07. Perth, Australia: ACM. doi:10.1145/1321261.1321313
- Smeddinck, J. D., Herrlich, M. & Malaka, R. (2015). Exergames for Physiotherapy and Rehabilitation: A Medium-term Situated Study of Motivational Aspects and Impact on Functional Reach. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 4143–4146). CHI '15. Seoul, Republic of Korea: ACM.
- Diagnosedaten der Krankenhäuser ab 2000 (Eckdaten der vollstationären Patienten und Patientinnen). Gliederungsmerkmale: Jahre, Behandlungs-/Wohnort, ICD10. (2017, 27. März). Krankenhausstatistik - Diagnosedaten der Patienten und Patientinnen in Krankenhäusern, Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Bonn. Zugriff unter www.gbe-bund.de
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model. *Info. Sys. Research*, 11(4), 342–365. doi:10.1287/isre.11.4.342.11872