

Margit Groth, Nils Pierson, Maren Witt & Kaja Untiedt

Einsatzmöglichkeiten einer digital unterstützten Trainings- therapie in der Prähabilitation bei elektivem Gelenkersatz¹

Summary

The aim of the study is the comparison of digitally assisted and therapist-guided prehabilitation in elective total knee and total hip arthroplasty to improve motor parameters of strength, endurance, balance, and quality of life. The Short - Form 36, the Balance Error Scoring System, an isometric strength measurement, the Timed Up and Go Test, and the Six Minute Walk Test were used to assess the parameters. The sample included 50 subjects. The results showed improvements in quality of life as well as absolute strength and relative strength measured by Limb Symmetry Index, especially of the affected leg. The combination of digitally assisted and therapeutically supported prehabilitation is recommended.

Zusammenfassung

Der Beitrag beschäftigt sich mit dem Vergleich von digital gestützter und therapeutisch angeleiteter Prähabilitation bei elektiver Knie- und Hüfttotalendoprothetik zur Verbesserung der motorischen Parameter Kraft, Ausdauer und Gleichgewicht sowie der Lebensqualität. Zur Erhebung der Parameter wurden der Short – Form 36, das Balance Error Scoring System, eine isometrische Kraftmessung, der Timed Up and Go-Test und der Sechs Minuten Gehetest genutzt. Die Stichprobe umfasste 50 Probanden. Die Ergebnisse zeigten Verbesserungen hinsichtlich der Lebensqualität sowie absoluter und mittels Limb Symmetry Index erfasster relativer Kraft, besonders des betroffenen Beins. Die

¹ Der Beitrag basiert auf den Daten der Masterarbeit von Margit Groth & Nils Pierson: Digitale und medizinisch-therapeutische Prähabilitation im Vergleich zur Kontrollgruppe bei elektiver Knie- und Hüftendoprthese.

Kombination von digital gestützter und therapeutisch betreuter Prähabilitation ist empfehlenswert.

Schlagworte: Prähabilitation, Knie-/ Hüfttotalendoprothetik, digitales Training, medizinische Trainingstherapie

1. Einleitung

Unter Prähabilitation versteht man die gezielte Vorbereitung einer Patient*in² auf einen bevorstehenden operativen Eingriff. Dieser Prozess soll im Sinne einer Rehabilitation zu einer erhöhten Funktionalität führen, um eine bessere Ausgangssituation und einen günstigeren Outcome nach der Operation zu generieren (Punt et al., 2017). In Abhängigkeit von der Indikation werden spezielle Trainingsprogramme für Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Koordination zusammengestellt. Neben der Bewegungstherapie können auch Atemtherapie, Ernährungsanpassungen oder psychologische Unterstützung hinzugezogen werden. Mit diesem multimodalen Ansatz wird eine Grundlage geschaffen, die den Patienten postoperativ fitter und früher in die Häuslichkeit zurückkehren lässt. Mit jedem operativen Eingriff müssen Patienten mit Kraft- und Mobilitätsverlust sowie körperlichem Abbau innerhalb der Immobilisationsphasen rechnen. Statistiken zeigen, dass diejenigen, die mit einem höheren Fitness-Level sowie geringerem Alter in die Operation gehen, weniger Komplikationen und einen kürzeren Aufenthalt im Krankenhaus haben (Snowden et al., 2013). Besonders dem Kraftverlust im Alter kann durch prähabilitative Maßnahmen entgegengewirkt werden. Der Verringerung der Kraft kommt, ähnlich wie der Ausdauerleistung, eine bedeutende Rolle in der Vorhersage postoperativer Beeinträchtigungen zu (Huang et al., 2015). In dieser Hinsicht empfehlen Forscher Screenings, um Hochrisikopatienten zu erkennen und diese vor der Operation zu stärken. In der Literatur besteht Einigkeit darüber, dass eine Person einen statistisch kürzeren Aufenthalt im Krankenhaus hat, wenn sie eine allgemein bessere Fitness vorweisen kann (Myers & Fonda, 2016). Die Studienlage zur Prähabilitation hat sich in den letzten Jahren verbessert, jedoch sind viele Ergebnisse aufgrund von individuellem Aufbau und geringen Verblindungsmöglichkeiten nur schwer zu vergleichen. Trotz positiver Hinweise in kleinen Studien zeigen sich diese in großen Vergleichsarbeiten nicht (Ma et al., 2018). Der Ein- oder Ausschluss älterer gebrechlicher Menschen in einigen wissenschaftlichen Arbeiten ist ebenfalls ein Faktor, der Vergleiche erschwert (Hoogeboom et al., 2010). Die anschließend aufgeführten Metaanalysen und systematischen Reviews stellen den aktuellen Forschungsstand dar. Starke Evidenz findet sich zwischen präoperativer, kardiopulmonaler Fitness und ver-

² Zu Gunsten der besseren Lesbarkeit wird in diesem Artikel das generische Maskulin verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich, sofern nicht anders kenntlich gemacht, auf alle Geschlechter.

bessertem postoperativem Outcome. Weitere Studien deuten darauf hin, dass eine trainingsbasierte Prähabilitation zu gesteigerter Lebensqualität, geringeren Komplikationsraten und einer geringeren Nutzung von Gesundheitsressourcen führt (Mina, 2022). Auch wenn sich die verschiedenen positiven Ergebnisse der einzelnen Studien nicht immer im postoperativen Verlauf bestätigten, zeigten sich viele Patienten zufrieden mit den Maßnahmen, die ohne größere Komplikationen in der Literatur als durchführbar beschrieben werden. Wie bereits andere Studien gezeigt haben, ist eine genaue Evaluation des postoperativen Outcomes nach der Durchführung von prähabilitativem Training noch nicht möglich (Franz et al., 2019). In der Tiefe der Thematik sind Wissenschaftler zwar noch nicht auf dem gleichen Nenner, jedoch zeigt sich aufgrund der Kostenexplosionen im Gesundheitssektor und demographischer Gegebenheiten ein hohes Forschungsinteresse an der Prähabilitation. Mit Fast-Track- und Ultra-Fast-Track-Verfahren in anderen Ländern, wie beispielsweise den USA oder Dänemark, konnten die Aufenthalte durch verschiedene prä-, peri- und postoperative differenzierte, standardisierte und fachübergreifende Verfahren stark verkürzt werden. Die Behandlungen der Patienten konnten frühzeitig, sicher und ambulant oder tagesstationär fortgeführt werden (Paloncy et al., 2022). In diesen Abläufen spielt die Prähabilitation eine große Rolle, da sie durch frühe Schulung und Motivation dazu beiträgt, Ängste abzubauen und das häusliche Umfeld für den Zeitraum nach der Operation vorzubereiten (Liporace et al., 2010). Von 2019 auf 2020 sank erstmals innerhalb der letzten Jahre die Zahl der Erstimplantate elektiver Knie-Totalendoprothetik (Knie-TEP) und Hüft-Totalendoprothetik (Hüft-TEP) von 344.300 auf 312.100 pro Jahr (Paloncy et al., 2022). Innerhalb dieses Zeitraums konnte bei Knie-TEP die durchschnittliche Krankenhausverweildauer von neun auf acht Tage und somit auf das Niveau von Hüft-TEP gesenkt werden (ebenda). Hinsichtlich der allgemeinen Aufenthaltsdauer im Krankenhaus von 8,9 Tagen liegt Deutschland im Vergleich zum EU-Durchschnitt mit 7,5 Tagen weit zurück (ebenda). Für eine zielgerichtete Prähabilitation sollen präoperative Medikamente erfasst werden sowie eine individuelle Risikoevaluation stattfinden. Trainingsprogramme als Kernaspekt sollen von Physio- oder Sporttherapeuten so vermittelt werden, dass die Motivation und Eigeninitiative steigen und eine weitere Betreuung in nur geringem Maße nötig ist.

Um auch Patienten in ländlichen Regionen zu erreichen, denen es häufig nicht möglich ist, an geeigneten Maßnahmen vor Ort teilzunehmen, sehen Paloncy und Kollegen (2022) ein großes Potential in der voranschreitenden Digitalisierung der Prozesse (ebenda). Während der Corona-Pandemie nahm das Interesse an und die Nutzung von digitalen Trainingsanwendungen zu (Pfau et al., 2022). Gleichermassen ließ sich auch ein Aufschwung bei den medizinischen Anwendungen verzeichnen. Da Patienten ihre gewohnten Trainingsmöglichkeiten nicht mehr nutzen konnten, bekam die Notwendigkeit klinisch geprüfter Apps eine erhöhte Aufmerksamkeit. Neben den Digitalen Gesundheitsanwendungen (DiGAs) gibt es eine Vielzahl kommerzieller Anwendungen, welche

schon seit Jahren international Anwendung finden (ebenda). Laut Statista gab es 2021 mehr als 62 Millionen Smartphone-Nutzer, Tendenz steigend (statista.com). Knapp 89 % der über 14-Jährigen sind im Besitz eines mobilen Endgeräts. Selbst bei den über 70-Jährigen sind bereits 68 % im Besitz eines Smartphones, wodurch eine Grundvoraussetzung für digitales Training in weiten Teilen der Gesellschaft gegeben ist (statista.com). Anhand dieser stetig wachsenden Nutzerschaft ist es nicht verwunderlich, dass auch der Absatz von Gesundheits-Apps einen großen Teil im Play Store (Android) und AppStore (Apple) ausmacht (Pfau et al., 2022). Abgesehen von den noch vorhandenen Schwierigkeiten der DiGAs, sind sich die meisten Autoren sicher, dass großes Potential in diesem Bereich steckt. In verschiedenen Reviews konnte gezeigt werden, dass medizinische Anwendungen dazu beitragen können, das Aktivitätslevel zu erhöhen und Sitzzeiten zu verringern (Yerrakalva et al., 2019). Im orthopädischen Bereich konnte digitales Training in der Telerehabilitation mit physiotherapeutischen Anwendungen vor Ort hinsichtlich Ergebnismessungen in Kraft, Bewegungsumfang, Alltagsmobilität und Patientenzufriedenheit mithalten. Mittlerweile finden sich auf der Website des Bundinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte Apps für Atemwegserkrankungen, Corona-Spätfolgen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, muskuloskelettales Training, psychische Erkrankungen und Krebs, die mittels ärztlichen Rezepts verschrieben werden können. Zusätzlich können durch die Nutzung einer App als Therapiebegleiter postoperativ ambulante und digitale Möglichkeiten der Nachsorge und Trainingsfortsetzung besser gewährleistet und mehr Patienten für die Nutzung interdisziplinärer Therapiemethoden begeistert werden. Dennoch fehlen aktuell wissenschaftliche Untersuchungen, die die Effekte einer digital unterstützten Therapie mit der klassischen Medizinischen Trainingstherapie im Kontext der Prähabilitation vergleichen.

2. Fragestellungen

Aus den oben dargestellten Studien ergab sich ein Forschungsdefizit hinsichtlich der Anwendung digitaler Trainingsmöglichkeiten in der Prähabilitation und deren Kopplung an die therapeutisch unterstützte Therapie bei Patienten mit bevorstehendem elektiven Gelenkersatz. Aus diesen Theoriepositionen leitet sich die übergreifende Fragestellung ab, ob die Patienten vom Einsatz digitaler Instrumente in der unmittelbaren Vorbereitung auf die Operation profitieren können.

Davon ausgehend werden folgende Teilfragestellungen formuliert:

1. Welche Einschränkungen in den motorischen Voraussetzungen und in der Gesundheitswahrnehmung weisen die Patienten in der Phase vor dem Gelenkeinsatz auf?

2. Unterscheiden sich die Krafttrainingseffekte in Abhängigkeit von der Trainingsvariante [digital angeleitet oder in der Medizinischen Trainingstherapie (MTT)]?
3. Welche Veränderungen in den motorischen Voraussetzungen und in der Gesundheitswahrnehmung zeigen sich unmittelbar nach der Operation?

3. Methodik

Aktuell gibt es keine wissenschaftlichen Untersuchungen, die Aussagen über den Nutzen digitaler Werkzeuge in der Prähabilitation belegen. Die vorliegende Studie untersuchte deshalb mit einem explorativen Ansatz am Sana Klinikum Borna das Outcome und die Trainingseffekte unter Nutzung digitaler Trainingsmöglichkeiten im Zusammenhang mit Knie- und Hüftendoprothetik und verglich diese mit der herkömmlichen medizinischen Trainingstherapie im prähabilitativen Setting. Die Stichprobe der Untersuchung setzte sich aus Knie- und Hüft-TEP-Patienten der Gelenksprechstunde des EndoProthetikZentrums der Sana Kliniken Leipziger Land in Borna zusammen. Insgesamt umfasste die Datenerhebung den Zeitraum von Juli 2022 bis Februar 2023. Eingeschlossen wurden zunächst 72 Patienten, von denen 50 die Intervention sowohl begonnen als auch abgeschlossen haben. Die Stichprobe unterteilte sich in 22 Patienten mit einer Indikation zur Knie-TEP und 28 Patienten mit einer geplanten Hüft-TEP. Die Aufteilung der Probanden in den Gruppen *App*, *MTT* und *Kontroll*, aufgeschlüsselt nach Alter, Geschlecht und Indikation kann der folgenden Tabelle 1 entnommen werden.

Tab. 1. *deskriptive Statistik der Interventionsgruppen [Anzahl, Alter (Mittelwert \pm Standardabweichung), BodyMassIndex (BMI), Trainingseinheiten]*

Gruppe		App	MTT	Kontroll	gesamt
Anzahl	weiblich	11	11	5	27
	männlich	9	7	7	23
davon	Hüft - TEP	8	12	8	28
	Knie - TEP	12	6	4	22
Alter	[Jahre]	62,6 \pm 5,5	67,6 \pm 7,8	68,7 \pm 9,1	65,8 \pm 7,7
BMI		29,8	30,6	28,3	29,7
Trainings-einheiten		13,2	7,8	0	8,1

Eingeschlossen wurden Patienten mit Arthrose oder Umstellungsosteotomien als Indikationsfaktor zur TEP. Als Ausschlusskriterien wurden Nekrosen und akute Frakturen sowie neurologische oder kardiologische Auffälligkeiten und Revisionsoperationen festgelegt. Die Patienten partizipierten in einer vierwöchigen präoperativen Trainingstherapie, die entweder digital oder therapeu-

tisch gestützt durchgeführt wurde. Die Kontrollgruppe erhielt keine Trainingsmaßnahmen.

Die Probanden absolvierten jeweils vor der Intervention, vor der Operation und drei bis fünf Tage postoperativ eine Testbatterie, die folgende Tests in ebendieser Reihenfolge umfasste: Short Form - 36 (SF - 36) zur Erfassung der Lebensqualität, Balance Error Scoring System (BESS) zur Messung der Gleichgewichtsfähigkeit, isometrische Kraftmessung der unteren Extremität an einer Funktionsstemma der Firma FREI medical GmbH in Newton [N], Timed Up and Go (TUG) zur Beurteilung der Alltagsmobilität und des Gleichgewichts in Sekunden [s], Sechs Minuten Gehstest (6MGT) zur Ermittlung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit in Metern [m].

Die Auswertung des SF - 36 erfolgte zu jeder Testung in jeder Gruppe anhand der Normwerte der Normstichprobe nach Morfeld & Bullinger (2008) und Morfeld et al. (2011). Für das BESS basieren die publizierten Normwerte auf einer kanadischen Stichprobe mit $n = 589$ von 2008 und geben für den Altersdurchschnitt von 65,95 Jahren in der hier erfassten Stichprobe einen Normwert von 20,38 Gesamtpunktzahlen an (zitiert nach Bös, 2017). Der TUG wurde kategorial bewertet. Probanden mit einer Zeitdauer von unter 20 Sekunden gelten demnach als völlig uneingeschränkt, eine Zeitdauer von 20 bis 29 Sekunden bedeutet eine eingeschränkte Mobilität. Ab einer Zeit von 30 oder mehr Sekunden gilt die getestete Person als ausgeprägt mobilitätseingeschränkt (Marks, 2016). Für den 6MGT liegen die Normwerte für gesunde Erwachsene zwischen 40 und 80 Jahren in einem Bereich von 380 bis 782 m, im Schnitt werden 751 m zurückgelegt (Büsching, 2012; Bös, 2017). Um eine deutliche Leistungssteigerung erkennen zu können, sollte sich die Gehstrecke zwischen zwei Tests bei Patienten nach der Implantation einer Knie- oder Hüft-TEP um 61,3 m verlängern (Büsching, 2012).

Die Daten der Befragungen zur Lebensqualität sowie der sportmotorischen Tests (Gleichgewicht und Ausdauer) wurden ausschließlich deskriptiv und im Vergleich zu den Referenzwerten beschrieben.

Für die statistische Prüfung der Interventionseffekte wurden die Daten der isometrischen Kraftdiagnose genutzt. Diese sind normalverteilt. Interventionseffekte wurden mit Hilfe eines T-Tests für abhängige Stichproben geprüft. Zur Gegenüberstellung der Interventionsgruppen wurde ein T-Test für unabhängige Stichproben angewandt.

4. Ergebnisse

4.1 Ausgangssituation

Die gesamte Stichprobe wies körperliche Einschränkungen auf, die mittels der körperlichen Summenskala des SF - 36 nachgewiesen wurden (Tab. 2). Diese lassen sich auf die bestehenden Indikationen zur TEP-Implantation sowie weitere Begleiterkrankungen wie beispielsweise Übergewicht (Tab. 1) zurückführen. Nichtsdestotrotz konnte anhand der psychischen Summenskala des SF-36 festgestellt werden, dass die gesamte Gruppe keine psychischen Auffälligkeiten vorwies.

Tab. 2. Summenskalen SF - 36 (Mittelwert $M \pm$ Standardabweichung SD)

körperliche (ksk) und psychische (psk) Summenskala des SF-36 Test 1-Test 3						
	T1 Intervention	T1 Kontroll	T2 Intervention	T2 Kontroll	T3 Intervention	T3 Kontroll
Dimension	M \pm SD	M \pm S D	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
ksk	-2,11 \pm 0,64	-1,77 \pm 0,76	-2,08 \pm 0,69	-1,95 \pm 0,7	-2,09 \pm 0,67	-2,15 \pm 0,66
psk	-0,38 \pm 1,19	-0,07 \pm 1,17	-0,31 \pm 1,41	-0,16 \pm 1,72	-0,34 \pm 1,39	0,14 \pm 1,48

Bezüglich der mittels BESS erfassten Gleichgewichtsfähigkeit zum ersten Messzeitpunkt konnte keine Gruppe den Normwert von 20,38 Gesamtpunktwerten für die Alterskategorie erreichen. Ebenso weisen die Gruppen keine deutlichen Unterschiede auf. Im TUG zeigten alle Probanden bis auf einen Teilnehmenden der Kontrollgruppe eine *völlig uneingeschränkte Mobilität*. Im Mittel waren die erfassten Gehstrecken (6MGT) altersgerecht, die Mehrzahl der Teilnehmer der Gruppe *App* erreichten den Normbereich. Die Probanden der Gruppen *MTT* und *Kontroll* blieben im Mittel knapp unter dem Normbereich. Hinsichtlich der Gehstrecke zeigten in der Gruppe *App* sechs Probanden von 20 eine für diese Altersgruppe unterdurchschnittliche Strecke, sieben Probanden von 18 der Gruppe *MTT* und vier Probanden von zwölf der Gruppe *Kontroll*.

Tab. 3. *motorische Messparameter [TUG in Sekunden [s] (uneingeschränkt/eingeschränkt/stark eingeschränkt), 6MGT in Metern [m] (Norm/nicht Norm), BESS in Fehlerpunkten (Norm/nicht Norm)]*

Gruppe	App	MTT	Kontroll	gesamt
TUG prä	8,0 ± 2,4 (20 / 0 / 0)	8,6 ± 3,3 (18 / 0 / 0)	9,8 ± 4,8 (12 / 0 / 0)	8,7 ± 3,4 (50 / 0 / 0)
TUG post	8,0 ± 2,9 (20 / 0 / 0)	8,1 ± 2,9 (18 / 0 / 0)	9,9 ± 4,6 (11 / 1 / 0)	8,5 ± 3,4 (49 / 1 / 0)
TUG stat	19,2 ± 11,9 (13 / 6 / 1)	26,3 ± 16,9 (9 / 4 / 5)	29,3 ± 15,7 (4 / 3 / 5)	24,2 ± 15,1 (26 / 13 / 11)
6MGT prä	390,2 ± 111,3 (13 / 7)	376,7 ± 125,9 (11 / 7)	371,8 ± 154,8 (7 / 5)	380,9 ± 125,4 (31 / 19)
6MGT post	379,2 ± 135,0 (11 / 9)	371,9 ± 131,0 (9 / 9)	380,1 ± 147,4 (7 / 5)	376,8 ± 133,8 (27 / 23)
6MGT stat	182,5 ± 109,8 (0 / 20)	161,7 ± 108,3 (1 / 17)	147,8 ± 108,1 (1 / 11)	166,7 ± 107,5 (2 / 48)
BESS prä	33,8 ± 8,7 (1 / 19)	34,7 ± 11,8 (3 / 15)	33,9 ± 10,3 (1 / 11)	34,1 ± 10,1 (5 / 45)
BESS post	29,0 ± 9,9 (4 / 16)	36,9 ± 12,6 (2 / 16)	32,8 ± 10,6 (3 / 9)	32,8 ± 11,4 (9 / 41)
BESS stat	32,6 ± 10,5 (2 / 18)	40,2 ± 15,1 (3 / 15)	31,2 ± 12,9 (4 / 8)	35,0 ± 13,2 (9 / 41)

4.2 Interventionseffekte

Die Trainingsteilnahme der Probanden in den Interventionsgruppen betrug im Mittel 10,6 Einheiten in vier Wochen (Tab. 1). Durchschnittlich trainierten Probanden in der Interventionsgruppe *App* 13,2 - mal in vier Wochen, Patienten in der Gruppe *MTT* 7,8 - mal.

Alle Gruppen zeigten gleichbleibend leicht unterdurchschnittliche Werte in der Summenskala des SF 36 bezüglich der körperlichen jedoch keine Auffälligkeiten in der psychischen Gesundheitswahrnehmung (Tab. 2). Die Interventionsgruppen wiesen präoperativ im Studienverlauf tendenziell Verbesserungen in der Wahrnehmung zu den Dimensionen allgemeine Gesundheitswahrnehmung und Vitalität des SF - 36 (Vitalität: Prä = -0,94, Post = -0,73; allgemeine Gesundheitswahrnehmung: Prä = -1,02, Post = -0,77,) auf. Auch die Kontrollgruppe weist ähnliche positive Veränderungen hinsichtlich der Dimension allgemeine Gesundheitswahrnehmung auf (Prä = -0,35, Post = 0,02), nicht jedoch in der Dimension Vitalität (Kontrollgruppe: Prä = -0,49, Post = -0,52).

Zu Studienbeginn bestehen deutliche Unterschiede in den maximalen Kräften zwischen den Extremitäten. Die Kraftvoraussetzungen des betroffenen Beines verbesserten sich in den Interventionsgruppen (15,7 % *App*, 12,2 % *MTT*) im Vergleich zur Kontrollgruppe (-6,2 %) innerhalb der Trainingsphase, dabei waren die Verbesserungen der Interventionsgruppe *App* signifikant (*App*: $p = 0,032$, *MTT*: $p = 0,134$, *Kontroll*: $p = 0,233$).

Tab. 4. Testparameter isometrische Kraft in Newton [N] sowie Limb Symmetry Index (LSI) in % zum ersten (prä), zweiten (post) und dritten (stat) Testzeitpunkt für das gesunde (G) und betroffene (O) Bein

Gruppe	App	MTT	Kontroll	gesamt
Kraft prä G	1192,9±404,0	946,6±355,0	990,5±475,7	1056,8±413,4
Kraft Post G	1089,4±415,3	1060,3±327,0	1015,4±490,1	1099,6±404,3
Kraft Stat G	1199,5±405,1	1027,9±328,0	999,3±463,2	1090,4±396,8
Kraft Prä O	931,1±391,5	788,3±368,5	859,9±557,3	869,8±424,5
Kraft Post O	1077,4±409,6	884,1±320,3	806,3±503,2	943,4±413,2
Kraft Stat O	545,2±234,3	550,2±298,0	511,3±364,6	546,3±286,8
LSI Prä	26,3	21,8	25,2	24,4
LSI Post	10,1	18,5	29,4	17,7
LSI Stat	73,6	60,6	59,3	68,1

Die Interventionsgruppen zeigen unterschiedliche Effekte bezüglich der Seitendifferenz. In der *MTT*-Gruppe gibt es beidseitige Verbesserungen, während die *App*-Gruppe vorrangig Verbesserungen der betroffenen Seite zeigt. Die Verringerung der Seitenunterschiede der Gruppe *App* ist signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe ($p = 0,03$).

Der Fehlerscore im BESS reduzierte sich in der Interventionsgruppe *App* um 4,8 Fehlerpunkte. Dennoch erreichte ebenso wie im Ausgangstest keine der Gruppen im Mittel die Normwerte. Lediglich ein Proband aus jeder Gruppe erreichte den Normwert. Die recht große Standardabweichung der einzelnen mittleren Fehlerscores lassen sich mit der weiten Spannweite des Alters sowie den unterschiedlichen sportlichen Leistungsniveaus begründen. Ausreißer mit einem sehr geringen Fehlerscore bedingt durch gute posturale Kontrolle, durch allgemeine Fitness oder jüngeres Alter wurden aufgrund der kleinen Stichprobe ebenso in die statistische Auswertung eingeschlossen wie sehr hohe Fehlerscores älterer, weniger fitter Patienten.

Im TUG konnten die Gruppen *MTT* und *App* im Verlauf des prähabilitativen Trainings verbessern (*App*: 0,56 s, *MTT*: 0,03 s), während die Kontrollgruppe eine Verschlechterung von 0,09 s aufwies.

Keine der drei Gruppen erreichte eine Verbesserung der Gehstrecke im 6MGT, ebenso wurden die altersentsprechenden Normwerte in allen drei Gruppen verfehlt.

4.3 Postoperative Effekte

Tendenziell weisen die Interventionsgruppen postoperativ geringere Schmerzen auf (Painscore Interventionsgruppe Prä = -1,5, Post = -1,49, Stationär = -1,29; Kontrollgruppe: Prä = -1,41, Post = -1,21, Stationär = -1,37). Darüber hinaus lassen sich anhand des SF-36 nur geringe Veränderungen aufzeigen, da mit der Standardversion eine mittelfristige Perspektive abgefragt wird. Es zeigen sich insgesamt leicht positive Tendenzen, die jedoch nicht bedeutsam erscheinen.

Die Patienten wiesen deutliche Verluste der motorischen Leistungsfähigkeit auf. Diese spiegelten sich in deutlich erhöhten Fehlerscores im BESS und zwei bis dreimal langsamerer TUG-Zeit sowie um circa mehr als die Hälfte verkürzte Gehstrecke im 6MGT wider. Postoperativ erreichte wiederum keine der Gruppen im BESS im Mittel den Normwert. Ebenso verschoben sich hinsichtlich der Leistungen des TUGs der Kontrollgruppe zwei von zwölf Patienten in die Kategorie *eingeschränkte Mobilität* und sechs von zwölf in die Kategorie *stark eingeschränkte Mobilität*. Vergleichsweise dazu wurden in der Interventionsgruppe *App* fünf von 20 Patienten in die Kategorie *eingeschränkte Mobilität* und zwei von 20 in die Kategorie *völlig eingeschränkte Mobilität* verschoben. Drei Teilnehmer von 18 der Gruppe *MTT* wurden in die Kategorie *eingeschränkte Mobilität*, sechs Teilnehmer von 18 in die Kategorie *völlig eingeschränkte Mobilität* kategorisiert. Tendenziell zeigt sich anhand der Absolutwerte, dass die Patienten, die in einer Interventionsgruppe trainierten, im Mittel auch zum dritten Messzeitpunkt den TUG schneller absolvierten und, besonders im Anblick der Gruppe *App* auch deutlich mobiler eingestuft werden können als die Probanden der Kontrollgruppe.

Alle Patienten zeigten eine deutlich geringere F_{\max} in der isometrischen Kraftmessung des operierten Beins (zwischen 59 und 74 %). Im Gegensatz dazu finden sich keine Veränderungen der Kraft der gesunden Extremität. Entsprechend entstand eine größere Kraftdifferenz des operierten zum gesunden Bein (Tab. 4).

5. Diskussion

In der Studie konnte gezeigt werden, dass im Rahmen der Prähabilitation Verbesserungen der Selbstwahrnehmung und deutliche Krafttrainingseffekte im betroffenen Bein erreicht werden. Dies steht im Einklang mit den Befunden aus der Literatur (Huang et al., 2015; Punt et al., 2017; Mina, 2022).

Vor Beginn der Prähabilitation zeigten die Patienten deutliche körperliche Einschränkungen. Es wird ein Zusammenhang zwischen den wahrgenommenen körperlichen Einschränkungen und der Bereitschaft zur Interventionsteilnahme vermutet. Personen, die die körperlichen Einschränkungen stärker wahrnehmen und über eine schlechtere allgemeine Gesundheitswahrnehmung verfügen, nahmen tendenziell eher an der Studie in einer Interventionsgruppe teil, als Probanden, die psychisch und physisch geringere Einschränkungen wahrnahmen. Folglich kann angenommen werden, dass die Bereitschaft, therapeutische Hilfe in Anspruch zu nehmen, mit zunehmender, wahrgenommener physischer und psychischer Einschränkung steigt. Eine negative Auswirkung durch Prähabilitation wird mit der Auswertung des SF36 innerhalb dieser Studie nicht gesehen. Besonders die Items körperliche Summenskala und physische Summenskala zeigten eine verbesserte Selbstwahrnehmung der Probanden der Interventionsgruppen. Es sollte in Bezug darauf festgehalten werden, dass viele über besseres Körpergefühl und verringerten Schmerz im betroffenen Gelenk nach der vierwöchigen Prähabilitation berichteten. Von den Patienten aufgezählte Gründe dafür können unter anderem Freude an der Bewegung sowie widererwarten die bessere Funktionsfähigkeit des betroffenen Beins sein.

Hinsichtlich der erfassten Trainingspartizipation und des gemessenen Parameters Kraft und dessen Entwicklung im betroffenen Bein kann festgehalten werden, dass gerade eine digital gestützte Intervention mittels App der herkömmlichen Therapiemöglichkeit MTT mindestens gleichwertig ist. Im Unterschied zur Kontrollgruppe, welche innerhalb des prähabilitativen Zeitraums einen Kraftverlust von 6,2 % erlitt, konnten die Interventionsgruppen eine Leistungssteigerung der gemessenen isometrischen Kraft aufweisen. Zum einen können diese Verbesserungen durch ein durch Training erzeugtes Stabilitätsgefühl erzeugt und folglich die bereits eingenommene Schonhaltung unterbunden werden, wodurch das gesunde Bein im besten Falle deutlich weniger Kompensationsarbeit leisten muss und das operierte Bein ausreichend physiologische Reize zum Erhalt der Muskelfunktion erhält. Darüber hinaus können auch hier Lerneffekte bezüglich des verwendeten Geräts und Vertrauen in die Kompetenz der betreuenden Fachkräfte als ausschlaggebende Einflussfaktoren gezählt werden, die innerhalb der Interventionsgruppen bedingten, dass Probanden sich zutrauten, mehr Kraft auf das betroffene Gelenk auszuüben. Darüber hinaus erklärt sich insbesondere der Unterschied der Gruppen *App* und *MTT* durch die größere Verfügbarkeit an Trainingsmöglichkeiten. Der Gruppe *App* wurde der Trainingsplan täglich zur Nutzung bereitgestellt, wohingegen die *MTT*-Gruppe nur zweimal wöchentlich ein Trainingsangebot erhielt. Die Hemmschwelle, sportliche Aktivität in den Alltag zu integrieren, konnte durch die tägliche Verfügbarkeit des Trainingsplans via App zuhause oder unterwegs sichtbar gesenkt und die individuelle Aktivität gesteigert werden. Zudem erhielten Probanden der Gruppe *App* ähnlich den Probanden der *MTT*-Gruppe eine Trainingsplaneinweisung. In dieser wurden die Übungen erläutert und einmalig

therapeutisch gestützt durchgeführt, um das Handling der App und die Bewegungsausführung zu schulen. Ebenso war die Erreichbarkeit der Therapeuten in Anbetracht von Fragen und Unklarheiten via App bezüglich der Übungen gewährleistet. Schmerzadaptionen der Bewegungen und die Anpassung des Trainingsniveaus konnten folglich nach direkter Absprache erfolgen. Tendenziell könnte die Kommunikation zwischen Therapeut und Patient mittels der App ausführlicher stattgefunden haben, als in der mit wechselnden Therapeut trainierenden MTT-Gruppe. Dadurch konnten Übungen präziser ausgeführt und effizienter an die Leistungssteigerung angepasst werden. Ebenso konnten Feedbacks und Wünsche der Patienten direkt aufgefasst und umgesetzt werden. Gerade im Blick auf die verwendete Trainingsapp Physitrack® wurden viele positive Rückmeldungen bezüglich der patientenfreundlichen Aufarbeitung der Übungsanweisungen, der Kommunikationstools und des allgemeinen Handlings festgehalten.

Zu beachten gilt dennoch, dass mittels der App nicht exakt nachverfolgt werden konnte, ob und wie häufig die Trainingseinheiten tatsächlich absolviert wurden. Die Möglichkeit, eine Übung als absolviert zu markieren, bestand auch, ohne die Übung durchgeführt zu haben. Dahingegen konnte bei Patienten der Gruppe *MTT* durch die anwesenden Therapeuten nachgefragt und nachvollzogen werden, ob und welche Übung wie oft durchgeführt wurde. Auch eine explizite Beaufsichtigung und Korrektur der ausgeführten Übungen zum Trainingszeitpunkt konnte via App nicht erfolgen. Zwar war die Erreichbarkeit der Therapeuten via App gegeben, dennoch erfolgte eine Antwort, Korrektur oder das Darlegen einer Alternative nur zeitversetzt. Eine direkte Reaktion und Hilfestellung im Akutfall war dahingegen in der medizinischen Trainingstherapie grundsätzlich gewährleistet. Im Rahmen der vor Ort praktizierten Therapie kann ein Therapeut direkt und präzise eine fehlerbehaftete Übungsausführung korrigieren. Ebenso können Schwierigkeiten bei der Übungsausführung einfacher und schneller erfasst und behoben werden.

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass die Kombination von therapeutisch angeleitetem Training und digitalen Werkzeugen die Motivation und die Selbstwirksamkeit der Patienten steigert und damit die gewünschten Trainingseffekte herbeiführt. Die Mediennutzungskompetenz von Patienten ist bis ins höhere Alter ausreichend, um die digitalen Angebote effektiv nutzen zu können. Hinsichtlich einer vertiefenden Forschung an digital gestützter Prähabilitation können daher einige Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Um die Interventionseffekte auch statistisch absichern zu können, ist eine Vergrößerung der Gruppen notwendig. Mittels *G*Power* wurde post hoc eine Bestimmung der optimalen Stichprobengröße durchgeführt (Faul et al., 2007). Unter der Annahme einer Effektstärke von 0,5 und eines Signifikanzniveaus von 0,0125 ergäbe sich eine Stichprobengröße von $n = 48$ für verbundene Stichproben und von 182 für unabhängige Stichproben. Die Einteilung der Probanden in zwei anstatt drei Gruppen sowie die Ausweitung der Studie auf

einen größeren Klinikverband würde die Probandenaquise (multizentrische Studie) erleichtern. Die Interventionsgruppen gliedern sich dann in eine Gruppe mit kombinierter Intervention und eine Kontrollgruppe. Des Weiteren sollte der Trainingszeitraum auf sechs bis acht Wochen verlängert werden, um die Trainingsquantität zu steigern. Unter Voraussetzung einer guten Kommunikation mit den behandelnden Ärzten kann der Trainingsstart sehr gut mit dem Operationstermin abgestimmt und entsprechend geplant werden. Darüber hinaus sollte aufgrund der geringen Testspezifität der Einsatz alternativer Tests erfolgen. So kann zum Beispiel anstatt des BESS auf einen für die Altersklasse der Probanden evidenzbasierteren Gleichgewichtstest wie den Dynamic Gait Index oder den Functional Reach Test (Knuchel & Schädler, 2004) ausgewichen werden. Eine isometrische Kraftmessung zum Beispiel mittels einer Funktionsstemma sollte zur Erfassung der Kraft bevorzugt werden, da sie eine sichere Möglichkeit zur Messung darstellt. Falls es keine Möglichkeit einer isometrischen Messung gibt, kann auf eine Leonardo-Kraftmessplatte zur Krafterfassung oder einen alltagsnahen Test wie beispielsweise den Five Time Sit to Stand Test (Goldberg et al., 2012) ausgewichen werden.

Im Hinblick auf die Etablierung von digital gestützter Prähabilitation im klinischen Alltag empfiehlt sich die Kombination von herkömmlich zweimal wöchentlich, therapeutisch gestützter Prähabilitation und täglich zur Verfügung gestelltem, digitalem Trainingsplan. Gemeinsam mit einem verlängerten prähabilitativen Zeitraum kann dadurch zukunftsweisend die Therapie verbessert werden. Trainingsreize können damit regelmäßiger gesetzt und vom Patienten wahrgenommen werden. Die Qualität der Übungsausführung und Effektivität der Reizsetzung auf einem adaptierten Niveau sollte durch die regelmäßige Überprüfung mit einem Therapeuten vor Ort erfolgen.

Literatur

Bös, K. (2017). *Handbuch Motorische Tests: Sportmotorische Tests, Motorische Funktionstests, Fragebögen zur körperlich-sportlichen Aktivität und sportpsychologische Diagnoseverfahren*. Hogrefe Verlag GmbH & Company KG.

Büsching, G. (2012). 6-Minuten-Gehtest – Leistung gesteigert? *Physiopraxis*. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1306207>

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A., & Buchner, A. (2007). G. Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavioral Research Methods*, 39(2), 175–191

Franz, A., Becker, J., Behringer, M., Mayer, C., Bittersohl, B., Krauspe, R., & Zilkens, C. (2019). Skel-etal muscle health in osteoarthritis andtotal joint re-

placement therapy: effects of prehabilitation on muscular rehabilitation. *Deutsche Zeitschrift Fur Sportmedizin*, 2019(6), 145–152.
<https://doi.org/10.5960/dzsm.2019.383>

Goldberg, A., Chavis, M., Watkins, J., & Wilson, T. (2012). The five-times-sit-to-stand test: validity, reliability and detectable change in older females. *Aging Clinical and Experimental Research*, 24(4), 339–344.
<https://doi.org/10.1007/bf03325265>

Hoogeboom, T. J., Dronkers, J., Van Den Ende, C., Oosting, E., & Van Meeteren, N. (2010). Preoperative therapeutic exercise in frail elderly scheduled for total hip replacement: a randomized pilot trial. *Clinical Rehabilitation*, 24(10), 901–910. <https://doi.org/10.1177/0269215510371427>

Huang, D., Wang, S., Zhuang, C., Zheng, B., Lu, J. G., Chen, F., Zhou, C., Shen, X., & Yu, Z. (2015). Sarcopenia, as defined by low muscle mass, strength and physical performance, predicts complications after surgery for colorectal cancer. *Colorectal Disease*, 17(11), O256–O264.
<https://doi.org/10.1111/codi.13067>

Knuchel, S., & Schädler, S. (2004). Drei Systeme in der Balance. *Physiopraxis*, 2(11/12), 28–31. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1307709>

Liporace, F. A., Nellans, K. W., Geller, J. L., Kim, A., Jacobs, M. R., Macaulay, W., & S. Yoon, R. (2010). Patient Education Before Hip or Knee Arthroplasty Lowers Length of Stay. *Journal of Arthroplasty*, 25(4), 547–551.
<https://doi.org/10.1016/j.arth.2009.03.012>

Ma, J., Zhang, L., Kuang, M., Zhao, J., Wang, Y., Lu, B., Sun, L., & Ma, X. (2018). The effect of pre-operative training on functional recovery in patients undergoing total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery*, 51, 205–212.
<https://doi.org/10.1016/j.ijvs.2018.01.015>

Marks, D. (2016). Aufstehen – Gehen – Umdrehen – Gehen – Hinsetzen – Timed-up-and-go-Test. *Physiopraxis*. <https://doi.org/10.1055/s-0042-108951>

Mina, D. S., Adams, S. C., Brahmabhatt, P., Ferreira, V., St-Pierre, J., & Scheede-Bergdahl, C. (2021). Introduction to Pre-operative Exercise Prescription and Physical Activity Promotion for Clinicians and Exercise Professionals. *Current Anesthesiology Reports*. <https://doi.org/10.1007/s40140-021-00491-0>

Morfeld, M., & Bullinger, M. (2008). Der SF-36 Health Survey zur Erhebung und Dokumentation gesundheitsbezogener Lebensqualität. *Physikalische Medizin Rehabilitationsmedizin Kurortmedizin*, 18(05), 250–255.
<https://doi.org/10.1055/s-0028-1082318>

Morfeld, M., Kirchberger, I., & Bullinger, M. (2011). *SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand: Deutsche Version des Short Form-36 Health Survey*.

Myers, J., & Fonda, H. (2016). The Impact of Fitness on Surgical Outcomes. *Current Sports Medicine Reports*, 15(4), 282–289. <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000274>

Paloncy, R., Greimel, F. & Grifka, J. (2022). Ambulante Versorgung durch sektorübergreifende Prähabilitations- und Rehabilitationskonzepte in der tagesstationären Hüft- und Kniegelenkendoprothetik. *Orthopade*. <https://doi.org/10.1007/s00132-022-04241-w>

Pfau, F., Pfau, J., Dänekas, B., Porzel, R., Malaka, R., & Krüger, M. (2022). *Nutzungsverhalten und Funktionsanforderungen digitaler Trainingsanwendungen während der Pandemie*. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2207.13749>

Physitrack® - Der Weltmarktführer im Bereich der Fernbehandlung von Patienten und Teletherapie. (o. D.). www.physitrack.de. Abgerufen am 29. Dezember 2022, von <https://www.physitrack.de/>

Punt, I. M., Van Der Most, R., Bongers, B. C., Didden, A. G., Hulzebos, E. H. J., Dronkers, J., & Van Meeteren, N. L. U. (2017). Verbesserung des prä- und postoperativen Behandlungskonzepts. *Bundesgesundheitsblatt-gesundheitsforschung-gesundheitsschutz*, 60(4), 410–418. <https://doi.org/10.1007/s00103-017-2521-1>

Smartphones - Penetrationsrate in Deutschland nach Altersgruppe 2021 | Statista. (2022, 28. November). Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/459963/umfrage/anteil-der-smartphone-nutzer-in-deutschland-nach-altersgruppe/>

Snowden, C., Prentis, J., Jacques, B., Anderson, H., Manas, D., Jones, D., & Trenell, M. I. (2013). Cardiorespiratory Fitness Predicts Mortality and Hospital Length of Stay After Major Elective Surgery in Older People. *Annals of Surgery*, 257(6), 999–1004. <https://doi.org/10.1097/sla.0b013e31828dbac2>

Yerrakalva, D., Yerrakalva, D., Hajna, S., & Griffin, S. (2019). Effects of Mobile Health App Interventions on Sedentary Time, Physical Activity, and Fitness in Older Adults: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 21(11), e14343. <https://doi.org/10.2196/14343>

Verfasser*innen

Groth, Margit, Universität Leipzig, Sana Kliniken Leipziger Land

Pierson, Nils, Universität Leipzig, Sana Kliniken Leipziger Land

Witt, Maren, Prof. Dr., Abteilung Sportbiomechanik, Universität Leipzig

Untiedt, Kaja, M. Sc., Sana Kliniken Leipziger Land