

Aus dem Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart
(Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen)
Zentrum für Innere Medizin
Klinik für Geriatrische Rehabilitation

**Sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität und
Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Aktivität bei
geriatrischen Patienten in der Rehabilitation**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Wekenmann, Sebastian
2020**

Dekan: Prof. Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. C. Becker

2. Berichterstatter: Prof. Dr. G. Eschweiler

Tag der Disputation: 07.01.2020

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
TABELLENVERZEICHNIS	6
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7
1. EINLEITUNG	9
1.1 Fragestellungen dieser Arbeit	11
2. METHODEN	12
2.1 Studienbeschreibung	12
2.1.1 Studiendesign	12
2.1.2 Studienort	12
2.1.3 Studienablauf	13
2.2 Bestimmung der körperlichen Aktivität	14
2.2.1 Durchführung der Aktivitätsmessung	14
2.2.2 Spezifikation des Bewegungssensors	15
2.3 Ein und Ausschlusskriterien	15
2.4 Ablauf der Rehabilitation	16
2.5 Erfassung der klinischen Routinedaten	16
2.5.1 Patientenalter	16
2.5.2 Einweisungsursache	17
2.5.3 Barthel-Index	17
2.5.4 DemTect	18
2.5.5 Mobilitätsindex	19
2.5.6 Orientierung	19
2.5.7 Messung der Distanz zwischen Speisesaal zum Patientenzimmer	19
2.6 Tests zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit	20
2.6.1 Timed up & go-Test (TUG)	20
2.6.2 Five-Chair-Rise-Test (5CR)	21
2.6.3 10-Meter-Gehtest (10-Meter-Walk-Test; 10MW)	21
2.7 Statistik	22

3. ERGEBNISSE.....	24
3.1 Beschreibung der Untersuchungspopulation	24
3.1.1 Allgemeine Parameter bei Aufnahme und Aufenthaltsdauer.....	24
3.1.2 Körperliche Leistungsfähigkeit und Aktivität.....	25
3.1.3 Änderung der Leistungsfähigkeit und Aktivität im Rehabilitationsverlauf...26	
3.2 Prädiktoren für die Änderung der Körperlichen Aktivität	28
3.2.1 Patientenalter	28
3.2.2 Barthel-Index	29
3.2.3 Indexerkrankung	30
3.2.4 Mobilität	31
3.2.5 Kognitive Leistungsfähigkeit	32
3.2.6 Orientierung	33
3.2.7 Distanz zwischen Patientenzimmer und Speisesaal.....	34
3.2.8 Körperliche Leistungsfähigkeit zu Beginn der Rehabilitation.....	35
3.2.9 Körperliche Aktivität zu Beginn der Rehabilitation	37
3.3 Zusammenhang zwischen der Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Aktivität	38
3.3.1 Absolute Betrachtung.....	38
3.3.2 Relative Betrachtung.....	39
3.3.3. Einteilung nach der relativen Änderung im Timed up & go-Test.....	39
4. DISKUSSION	41
4.1 Methodendiskussion	41
4.2 Ergebnisdiskussion.....	46
4.2.1 Beschreibung der Untersuchungspopulation	46
4.2.2 Körperliche Aktivität und Leistungsfähigkeit	47
4.2.3 Prädiktoren für die Änderung der körperlichen Aktivität	50
4.2.4 Zusammenhang zwischen der Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Aktivität	59

INHALTSVERZEICHNIS

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	62
6. LITERATURVERZEICHNIS	66
7. ERKLÄRUNG ZUM EIGENANTEIL	74
8. VERÖFFENTLICHUNG.....	75
DANKSAGUNG.....	76
ANHANG	77

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1 Zeitlicher Verlauf der Messungen im Studienablauf	13
--	----

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1 Kriterien für die Bestimmung des Mobilitätsindex und die Mobilitätsgruppen ..	19
Tab. 2 Allgemeine Parameter der Population bei Aufnahme und Aufenthaltsdauer	25
Tab. 3 Körperliche Leistungsfähigkeit und Aktivität.....	26
Tab. 4 Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Aktivität	26
Tab. 5 Alter der Patienten vs. Gehdauer	28
Tab. 6 Alter der Patienten vs. Anzahl und Dauer der Gehepisoden.....	29
Tab. 7 Barthel-Index bei T_{aufn} vs. Gehdauer	29
Tab. 8 Barthel-Index bei T_{aufn} vs. Anzahl und Dauer der Gehepisoden	30
Tab. 9 Indexerkrankung vs. Körperliche Aktivität	31
Tab. 10 Mobilität bei T_{aufn} vs. Körperliche Aktivität	32
Tab. 11 Kognitive Leistungsfähigkeit bei T_{aufn} vs. Körperliche Aktivität.....	33
Tab. 12 Orientierung bei T_{aufn} vs. körperlichen Aktivität	34
Tab. 13 Distanz des Patientenzimmers zum Speisesaal vs. Körperliche Aktivität.....	35
Tab. 14 Körperliche Leistungsfähigkeit bei T_{aufn} vs. Gehdauer.....	36
Tab. 15 Körperliche Leistungsfähigkeit bei T_{aufn} vs. Anzahl und Dauer der Gehepisoden.....	36
Tab. 16 Gehdauer bei T_1 vs. Gehdauer bei T_2	37
Tab. 17 Zunahme der körperlichen Leistungsfähigkeit vs. Parameter der körperlichen Aktivität.....	38
Tab. 18 Relative Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Aktivität im Rehabilitationsverlauf	39
Tab. 19 Relative Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit vs. körperlichen Aktivität.....	40
Tab. 20 Wochentag des Rehabilitationsbeginns vs. Körperliche Aktivität.....	77
Tab. 21 Dauer des Beobachtungszeitraums vs. Körperliche Aktivität	77

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
ADL	Aktivitäten des täglichen Lebens (activity of daily living)
BI	Barthel-Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
d. h.	das heißt
etc.	et cetera
et al.	et aliter (lat.: und andere)
Gehd.	kumulierte Gehdauer
Gehepi.	Gehepisoden
Gehepid.	Gehepisodendauer
ICD-10	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme
ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health (World Health Organization)
Inc.	Incorporated (engl.),
Kap.	Kapitel
KI	Konfidenzintervall (95% Niveau)
Ltd.	Limited (engl.), ähnlich der Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH)
kg	Kilogramm
m	Meter
MI	Mobilitätsindex
min	Minute
n	Anzahl der Patienten
Pkte.	Punkte
rel.	relativ
s	Sekunde
S.	Seite
SD	Standardabweichung

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

T_1	1. Sensormessung
T_2	2. Sensormessung
T_{aufn}	Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Klinikaufnahme
T_{entl}	Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter vor Klinikentlassung
Tab.	Tabelle
TUG	Timed Up & Go-Test
UK	Vereinigtes Königreich
vgl.	vergleiche
vs.	versus
WHO	World Health Organization
z. B.	zum Beispiel
5CR	5-Chair-Rise-Test; Aufstehtest
10MW	10-Meter-Walk-Test; 10-Meter-Gehtest
Δ_L	Unterschied der Leistungsfähigkeit zwischen T_{aufn} und T_{entl}
Δ_A	Unterschied der Aktivität zwischen T_1 und T_2

1. EINLEITUNG

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde in der vorliegenden Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung der weiblichen und männlichen Sprachform verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beide Geschlechter. Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden vorab in dem Artikel Klenk et al. "*Change of Objectively-Measured Physical Activity during Geriatric Rehabilitation*" am 9. Dezember 2019 in Sensors veröffentlicht (1)

1. EINLEITUNG

Körperliche Aktivität (2) ist ein wichtiger Faktor für ein gesundes und langes Leben (3), da sie als protektiver Faktor für kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes, Krebs und chronische Erkrankungen gilt (4). Auf der anderen Seite stellt zu wenig Bewegung ein Risikofaktor für den funktionellen Abbau (5, 6) und der daraus resultierenden Einschränkung der Mobilität und der Unabhängigkeit dar (7). Besonders aber für hospitalisierte ältere Patienten bedeutet eine erhöhte Immobilität oft längere Krankenhausaufenthalte, ein höheres Risiko einer erneuten Hospitalisierung (8) oder die Einweisung in eine Pflegeeinrichtung (9). Daher stellt die Maximierung der körperlichen Aktivität heute ein zentrales Ziel der geriatrischen Rehabilitation dar, wie es auch durch das ICF Konzept der WHO gefordert wird (1, 10, 11). Die Förderung der körperlichen Aktivität dient dabei nicht nur dazu, den plötzlichen funktionellen Abbau und den damit verbundenen Folgen aufzuhalten sondern ermöglicht auch den Erhalt der sozialen Teilhabe und Selbständigkeit. Diesbezüglich konnte der Erfolg der geriatrischen Rehabilitation in verschiedenen Studien gezeigt werden (12, 13). Patienten haben nach einer Rehabilitation einen verbesserten funktionellen Status, sind weniger pflegebedürftig und weisen eine geringere Sterblichkeit auf. Für den Erfolg einer Rehabilitation sind die Zielsetzungen besonders wichtig (14, 15). Um den Rehabilitationserfolg in Zukunft zu vergrößern braucht es daher zuverlässige Messmethoden, um den Progress der Mobilisierung festzustellen. Bisher wurde dazu im Rahmen des geriatrischen Assessments die körperliche Leistungsfähigkeit des Patienten mit Hilfe von klinischen Tests (Timed up & go-Test, 5-Chair-Rise-Test, 10-Meter-Gehtest) bestimmt. Allerdings treten bei diesen Tests Boden- und Deckeneffekte auf (16). Ein Bodeneffekt beschreibt das Problem, dass ein Teil der Patienten nicht in der Lage ist, einen Test durchzuführen. Dies kommt zu Beginn einer geriatrischen

1. EINLEITUNG

Rehabilitation aufgrund gravierender funktioneller Beeinträchtigungen bei funktionellen Tests gehäuft vor. Abgesehen von den Boden- und Deckeneffekten geben diese Tests nur unzureichend die tatsächliche Aktivität der Patienten wieder. Dies zeigte sich in der Vergangenheit sowohl bei älteren, chronisch kranken Menschen (17) als auch bei Patienten in der geriatrischen Rehabilitation (18). Die Tests bieten daher ein unzureichendes Bild des Patienten, da sie nur zeigen, welche körperlichen Ressourcen ein Patient hat und nicht, ob er diese auch einsetzt. Auch Fragebögen zur Selbsteinschätzung der Aktivität können objektive Messungen nicht ersetzen (19), da die Aktivität möglicherweise über- und unterschätzt wird (20, 21). Zudem tritt auch bei Fragebögen, die auf geriatrische Patienten spezialisiert wurden, das Problem von Boden und Deckeneffekten auf (22). In der Vergangenheit hat sich die Verwendung von tragbaren Bewegungssensoren als vielversprechende Möglichkeit zur Bestimmung der Aktivität bei älteren Untersuchungspopulationen herausgestellt (23). Sie ermöglichen die objektive Messung der täglichen Aktivität über eine lange Dauer und in jeder Umgebung. Eine Art dieser Sensoren, die häufig verwendet wurden, stellen die Pedometer dar (23). Diese günstigen und leicht anwendbaren Geräte messen die Schrittzahl, wobei diese bei älteren Personen allerdings teilweise unterschätzt wird (24). Ferner geben sie dem Anwender durch die Anzeige der Schrittzahl ein Feedback, was aufgrund der motivierenden Wirkung zwar für interventionelle Untersuchung interessant ist (25), bei explorativen Studien jedoch zu verfälschten Ergebnissen führen kann. Heutzutage bieten kompakte und preiswerte Beschleunigungssensoren eine zuverlässige Methode zur Erfassung der körperlichen Aktivität auch über lange Zeiträume (23). Bislang war deren Anwendung bei älteren Menschen aber größtenteils zu Forschungszwecken (26), wobei oftmals nur kleine Gruppen von gesunden Personen untersucht wurden (27). Nur wenige Studien verwendeten die Sensoren zur Messung der Änderung der körperlichen Aktivität im zeitlichen Verlauf einer Rehabilitation. Beispiele sind Untersuchungen der Aktivität im Rehabilitationsverlauf von Femurfrakturpatienten (28), Schlaganfallpatienten (18) und Hüftfrakturpatienten (29), die am Studienort der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurden. Ferner untersuchten Peel et Kuys die Änderung der Gehaktivität von stationären Patienten einer geriatrischen Rehabilitation (30). Über die Verwendung von Beschleunigungssensoren

1. EINLEITUNG

als Routineinstrument zur Aktivitätsbestimmung in der Klinik wurde nach Wissen des Autors noch nicht berichtet (1).

Bislang wurden nur wenige Untersuchungen zu beeinflussenden Faktoren der körperlichen Aktivität gemacht (28, 31). Faktoren für die in anderen Studien ein Zusammenhang gefunden wurde waren das Alter (32, 33), Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs) (34-36), Kognition (37, 38) und körperliche Leistungsfähigkeit (39-42). Das Verständnis dieser Einflussfaktoren auf die körperliche Aktivität ist für die Optimierung der Rehabilitation von großer Bedeutung (1).

1.1 Fragestellungen dieser Arbeit

- (I) Ist die sensorgestützte Messung der körperlichen Aktivität in der klinischen Routine der geriatrischen Rehabilitation anwendbar?
- (II) Wie ändert sich die körperliche Aktivität der Patienten im Laufe einer Rehabilitation?
- (III) Gibt es Prädiktoren, welche die körperliche Aktivität und deren Änderung im Rehabilitationsverlauf beeinflussen?
- (IV) Wie korreliert die Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit mit der Änderung der Aktivität des Patienten im Rehabilitationsverlauf?

2. METHODEN

2.1 Studienbeschreibung

2.1.1 Studiendesign

Diese Doktorarbeit ist eine retrospektive Kohortenstudie. Als Grundlage dienten anonymisierte Daten von 1251 Patienten, welche zwischen Juli 2012 und Februar 2014 stationär in die subakute Abteilung der Klinik für geriatrischen Rehabilitation des RBK Stuttgart aufgenommen wurden (1). Daten zur Person, zum Zeitpunkt und Dauer des Klinikaufenthalts und zum funktionellen Status (Barthel-Index, Mobilitätsindex, DemTect, körperliche Leistungsfähigkeit) wurden aus den Routinedaten des Informationssystems der Klinik entnommen. Im Zuge der klinischen Routine wurden darüber hinaus Aktivitätsdaten von allen Patienten erfasst. Da die Daten in der Routineversorgung erhoben und vollständig anonymisiert ausgewertet wurden, musste von den Patienten kein Einverständnis eingeholt werden.

Für die Studie wurde ein positives Votum der Ethikkommission der Eberhard Karls Universität Tübingen erteilt (Projekt-Nummer 241/2016BO1).

2.1.2 Studienort

Die Klinik für geriatrische Rehabilitation des RBK Stuttgart verfügte über 80 Betten für stationäre Aufenthalte und 20 Plätze in der ambulanten geriatrischen Rehabilitation (Tagesklinik). Im Jahr 2017 wurden mit einer Auslastung von 97,6 % knapp 2100 Patienten vollstationär behandelt (43). Die stationären Behandlungen erfolgte auf zwei Stationen (2G,3G), in denen Patienten in Ein-, Zwei- und Vierbettzimmern untergebracht wurden. Die Mahlzeiten wurden in den jeweiligen zentralen Speisesälen gemeinsam eingenommen. Dort konnten sich die Patienten auch zwischen den Mahlzeiten selbstständig mit Obst und Getränken versorgen. Die Klinik bot durch eine patientenorientierte Architektur (Sitzmöglichkeiten, Haltegriffe, Stützsysteme, Treppenabsätze mit Ruhemöglichkeiten) und einen weitläufigen Patientengarten große Bewegungsfreiheit.

2.1.3 Studienablauf

Alle Patienten erhielten am Aufnahmetag selbst oder in den Tagen danach im Rahmen der klinischen Routine (T_{aufn}) eine Aufnahmeuntersuchung in den entsprechenden Bereichen: Durch den aufnehmenden Arzt wurde die Hauptdiagnose nach ICD10 erfasst. Am Aufnahmetag wurde das Pflegeassessment von Mitarbeitern der Pflege durchgeführt. Dies umfasst die Bestimmung des Barthel-Index (vgl. Kap. 2.5.3), des Mobilitätsindex (vgl. Kap. 2.5.5) und das Überprüfen einer eventuell vorliegenden Orientierungsstörung (vgl. Kap. 2.5.6) (1). Von einem Mitarbeiter der Abteilung Ergotherapie wurde in der ersten Woche, zur Beurteilung der kognitiven Leistungsfähigkeit, der DemTect (vgl. Kap. 2.5.4) oder, falls dies für sinnvoller erachtet wurde, der Mini-Mental-Status erfasst (1). Die körperliche Leistungsfähigkeit wurde von einem Mitarbeiter der Physiotherapie erfasst und fand in der Regel in der ersten Therapiesitzung statt. Dazu wurden neben Überprüfung der Balance der Five-Chair-Rise-Test (vgl. Kap. 2.6.2), 10-Meter-Gehtest (vgl. Kap. 2.6.3) und der Timed up & go-Test (vgl. Kap. 2.6.1) durchgeführt. Gegen Ende der Rehabilitation erfolgte eine Entlassungsuntersuchung (T_{entl}) in den jeweiligen Therapiesitzungen, welche dieselben Untersuchungen wie die Aufnahmeuntersuchung beinhaltet. Darüber hinaus wurden im Rahmen der klinischen Routineuntersuchungen an zwei Zeitpunkten T_1 und T_2 die Aktivität der Patienten mittels eines Sensors (vgl. Kap. 2.2.1) bestimmt (1).

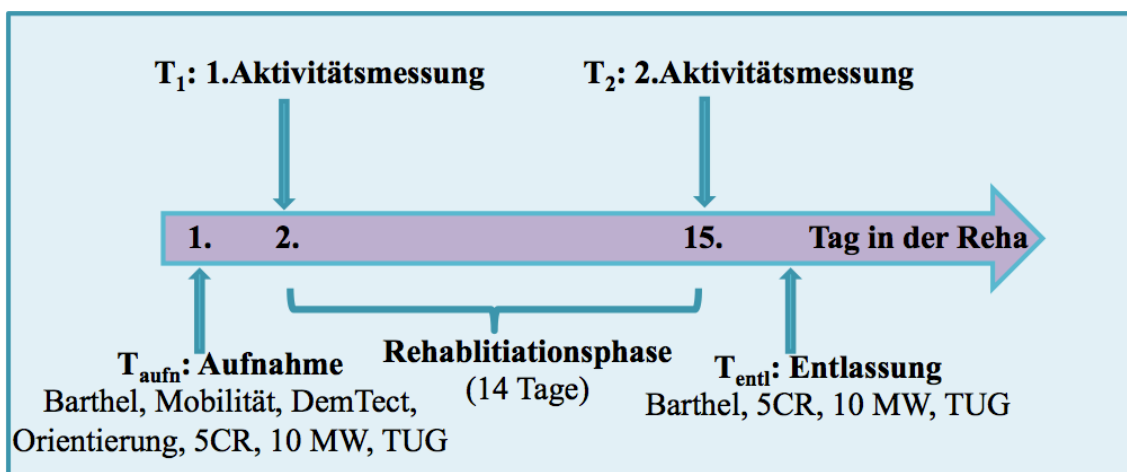


Abb. 1 Zeitlicher Verlauf der Messungen im Studienablauf

2.2 Bestimmung der körperlichen Aktivität

2.2.1 Durchführung der Aktivitätsmessung

Die Anbringung des Sensors erfolgte durch wissenschaftliche Mitarbeiter der Klinik für Geriatrische Rehabilitation einen Tag vor dem Tag der Aktivitätsbestimmung. In der Anlaufphase wurden erste Erfahrungen hinsichtlich des optimalen Zeitpunkts der Aktivitätsmessung gesammelt. Darauf basierend wurde festgelegt, dass die Ausstattung mit dem Sensor am Aufnahmetag für die 1. Messung und 14 Tage später für die Folgeuntersuchung erfolgte (1). Durch die gewählten Zeitpunkte konnte eine Standardisierung der Rehabilitationsdauer (14 Tage) unabhängig von der Dauer des kompletten Aufenthalts erreicht werden. Dabei konnte die erste Zeit der Rehabilitation sehr gut den allgemeinen Rehabilitationserfolg widerspiegeln, wie es sich in der Vergangenheit für die funktionelle Verbesserung gezeigt hat (44). Die Patienten wurden angewiesen, den Sensor Tag und Nacht zu tragen, was eine vollständige Aufzeichnung (24 h) des Folgetages T_1 (2. Tag des Klinikaufenthalts), dem Tag des Therapiebeginns, ermöglichte (1). Für Patienten, die Freitags in die Rehabilitation aufgenommen wurden, erfolgte die Anbringung des Sensors ebenfalls am selben Tag. Allerdings wurde als T_1 der folgende Montag ausgewertet (4. Tag des Klinikaufenthalts). Im Fall von Feiertagen wurde der erste reguläre Arbeitstag nach dem Tag der Aufnahme als T_1 ausgewertet (1). Die Patienten die freitags aufgenommen wurden verbrachten im Vergleich zu den Patienten, die unter der Woche aufgenommen wurden, zwei komplette Tage mehr in der Klinik ehe die Aktivitätsmessung erfolgte. In dieser Zeit fand allerdings keine therapeutische Maßnahme statt. Wie sich zeigte, hatte dies keinen Einfluss sowohl auf die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt T_2 als auch auf die Änderung der Aktivität (Tab. 20). Daher wurden diese Patienten im Weiteren nicht separat betrachtet. Die Verlaufsuntersuchung (T_2) wurde, wie bereits erwähnt, in den meisten Fällen 14 Tage später, also am Tag 15 des Klinikaufenthalts aufgezeichnet. Entsprechend zu T_1 wurden die Patienten einen Tag zuvor mit dem Sensor ausgestattet. In manchen Fällen wurden aus Gründen der klinischen Routine die Sensoren teilweise früher oder später angebracht bzw. abgenommen. Dadurch variierte der Zeitpunkt der zweiten Messung bei manchen Patienten zwischen Tag 14 und Tag 16, was jedoch keinen Einfluss auf die körperliche Aktivität hatte (Tab. 21). Patienten, deren zweiter Messpunkt mehr als ein

Tag von der geplanten Messung an Tag 14 abwich, wurden von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

2.2.2 Spezifikation des Bewegungssensors

Die körperliche Aktivität wurde mit dem activPAL (PAL Technologies Ltd., Glasgow, UK)(45) Bewegungssensor gemessen. Der activPAL beinhaltet einen uni-axialen Beschleunigungssensor, welcher sowohl die Erdbeschleunigung als auch die segmentale Beschleunigung detektiert. Er wiegt 20 g und hat eine Abmessung von 5x3,5x0,7 cm. Der Sensor kann zwischen den verschiedenen Körperhaltungen unterscheiden¹ und ist dabei relativ zuverlässig, was bei Erwachsenen (45, 46) und älteren Probanden gezeigt werden konnte (47, 48). Darüber hinaus konnte der Sensor auch die Bewegung von älteren Menschen, welche beim Gehen beeinträchtigt waren, verlässlich messen (49).

Durch sein kompaktes Format konnte der Sensor auf der Oberschenkelvorderseite mit einem hautfreundlichen, wasserfesten Klebeband angebracht werden (1). Dies schränkte den Patienten weder in seiner Bewegungsfreiheit noch im Schlaf ein, was eine Messung über mehrere Tage ermöglichte. Über die Haltung des Oberschenkels und dessen Bewegung konnte der Sensor zwischen Sitzen bzw. liegender Position, Stehen und Gehen unterscheiden (1). Dabei erfasste der Sensor eine Neigung von mehr als 30 Grad gegen die Horizontale als Stehen. Die Fähigkeit, die Körperhaltung und Gehepisoden im täglichen Leben zu erfassen, wurde mittels Videobeobachtung evaluiert und zeigte eine hohe Zuverlässigkeit des Sensors (45, 46). Der Speicher des Sensors ermöglichte eine Aufzeichnung der Daten bis zu 10 Tagen. Zum Auslesen der Daten wurde der Sensor mit einem Personal Computer mittels einer USB-Schnittstelle verbunden, wodurch die Übertragung und Auswertung der Daten mit der vom Hersteller zur Verfügung gestellten Software durchgeführt werden konnte.

2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Von den insgesamt 1251 Datensätzen wurden nur die Patienten in die Analyse mit einbezogen, bei denen Aktivitätsdaten vom zweiten Kliniktag (T₁) (bzw. 4. Kliniktag für Patienten die Freitags aufgenommen wurden) vorhanden waren (1). Die Messung

¹ Übereinstimmung von 95,9% zwischen Beobachter und Sensor.

² MVPA, Moderate to vigorous physical activity, entspricht einer Leistung von 3 - 5,9

2. METHODEN

musste zudem an einem Arbeitstag (Montag-Freitag) erfolgt sein (1031 Patienten verbleibend). Lagen zwischen Baselineuntersuchung T_1 und Folgeuntersuchung T_2 weniger als 13 oder mehr als 15 Tage, wurden diese Patienten ebenfalls ausgeschlossen (696 Patienten verbleibend) (1). Des Weiteren wurden Patienten ausgeschlossen, deren Aktivitätsmessungen für die untersuchten Tage unvollständig waren oder gar keine Aktivität zeigten. Ergaben die Aktivitätsprofile unrealistische Aktivitätsdaten (z.B. extrem lange Stehepisoden), welche auf eine Störung des Sensors oder dessen vorzeitige Abnahme hinwiesen, wurden diese Patientendaten ebenfalls von der weiteren Analyse ausgenommen. Nach Anwendung dieser Kriterien verblieben 648 Patienten, die in dieser Studie untersucht wurden.

2.4 Ablauf der Rehabilitation

Jeder Patient wurde vor Aufnahme in die Klinik auf dessen Rehabilitationsfähigkeit hin überprüft. Dabei wurde die körperliche Belastbarkeit, Kraft und Funktionsniveau anhand von Berichten begutachtet und entschieden, ob diese ausreichend waren, um die Therapieangebote wahrzunehmen. In diesem Zuge wurde auch der kognitive Status überprüft, wobei eine beginnende Demenz kein Ausschlusskriterium darstellte. Bei der Aufnahme des Patienten in die Klinik wurde anhand des durchgeführten geriatrischen Assessments die Therapie und Therapieziele, individuell in Absprache mit dem Patienten und dessen Angehörigen, festgelegt. Die Therapie wurde einzeln oder in Gruppen von einem interprofessionellen Team von Mitarbeitern durchgeführt und umfasste die Bereiche Pflege, Physiotherapie, Sport, Ergotherapie, Logopädie, Kunst- und Musiktherapie, Psychologie, Seelsorger. Im Durchschnitt hatten die Patienten zwischen 15-20 Therapieeinheiten pro Woche (1). Die Dauer des Aufenthalts unterschied sich teilweise und lag im Median bei 21 Tagen.

2.5 Erfassung der klinischen Routinedaten

2.5.1 Patientenalter

Das Alter der Patienten wurde bei der Aufnahme erfasst. Zum besseren Vergleich wurden die Patienten in dieser Studie in vier Altersgruppen, eingeteilt: jünger als 70, 70-79, 80-89 und älter als 90 Jahre (1).

2.5.2 Einweisungsursache (1)

Die Einweisungsursache wurde anhand der ICD-10 Klassifikation durch den aufnehmenden Arzt erfasst. Zur genaueren Betrachtung wurden in dieser Studie eine Einteilung der Patienten in drei Gruppen anhand ihrer Erkrankung vorgenommen: Patienten mit Femurfrakturen (S72, n=146), Patienten mit zerebrovaskulärer Erkrankung (I60-I69, n=58) und Patienten mit anderen Erkrankungen (1). Andere Erkrankungen (n=444) beinhalten:

- Fraktur der Rippen des Sternums und der Brustwirbelsäule (S22, n=13)
- Fraktur der Lendenwirbelsäule und des Beckens (S32, n=17)
- Fraktur Oberarm/Schulter (S42, n=18)
- Fraktur Unterarm (S52, n=4)
- Fraktur Unterschenkel/Sprunggelenk (S82, n=1)
- Elektiver Hüftersatz (M16, n=23)
- Elektiver Knieersatz (M17, n=6)
- andere Erkrankung (Z54, n=361)

2.5.3 Barthel-Index

Der Barthel-Index (BI) dient als Instrument zur Beurteilung von alltäglichen Fähigkeiten des Patienten (50). Dieser wurde routinemäßig vom Pflegepersonal bei der Aufnahme (T_{aufn}) und der Entlassung (T_{entl}) des Patienten erhoben. Er beinhaltet die Bewertung von 10 Leistungen des alltäglichen Lebens (ADL) mit 0, 5, 10 oder 15 Punkten. Die Leistungen umfassen Tätigkeitsbereiche wie Essen, Baden, Körperpflege, An- und Auskleiden, Stuhl- und Urinkontrolle, Toilettenbenutzung, Bett- bzw. Stuhltransfer, Mobilität und Treppensteigen. Maximal können 100 Punkte erreicht werden, was bedeutet, dass der Patient sich eigenständig versorgen kann. Da Bereiche wie Kochen, Haushalt und Fähigkeit zur sozialen Interaktion vom Test nicht erfasst werden, bedeutet eine volle Punktzahl nicht, dass der Patient alleine leben kann. Hingegen weisen 0 Punkte auf die totale Pflegebedürftigkeit des Patienten hin. Patienten lassen sich anhand ihres BI, in Anlehnung an Supervia et al., in drei Kategorien einteilen: Stark funktionell beeinträchtigt (0-50 Punkte), mittel (55-75 Punkte) und leicht bis nicht beeinträchtigt (80-100 Punkte) (51). In dieser Arbeit wurden die Patienten anhand Ihres Barthel-Index in zwei Gruppen eingeteilt: (I) Stark

funktionell beeinträchtigt (0-50 Punkte) und (II) weniger stark bis nicht beeinträchtigt (55-100 Punkte) (1). Die Vorteile des Barthel-Index sind seine einfache Durchführbarkeit und seine gute Validität. Er findet daher breite Anwendung und wird von den gesetzlichen Krankenkassen als Entscheidungskriterium für die Kostenübernahme einer rehabilitativen Maßnahme verwendet (52).

2.5.4 DemTect

Der DemTect ist ein psychometrischer Test, der zur Feststellung einer Demenz oder einer leichten kognitiven Beeinträchtigung dient (53). In der ersten Therapiewoche (T_{aufn}) wurde er von dem Mitarbeitern der Abteilung Ergotherapie mit dem Patienten durchgeführt. Der Test besteht aus einem Fragebogen, der gemeinsam mit dem Patienten durchgeführt und protokolliert wird. Er beinhaltet die Überprüfung mehrerer kognitiven Fähigkeiten wie die Überprüfung des Gedächtnisses, der Wortflüssigkeit, der Aufmerksamkeit und der Fähigkeit des flexiblen Denkens. Als Ergebnis des Tests ergibt sich ein Wert zwischen 0-18 Punkte, wobei 13-18 Punkte für eine adäquate, altersentsprechende kognitive Leistung sprechen. 9-12 Punkte hingegen weisen auf leichte kognitive Einschränkungen des Patienten hin und bei weniger als 9 Punkten ist von einer Demenz auszugehen. Dementsprechend wurden in dieser Arbeit die Patienten anhand ihres DemTect-Ergebnisses wie folgt eingeteilt: Adäquate kognitive Leistung (13-18 Punkte), leichte kognitive Einschränkung (9-12 Punkte) und Demenzverdacht (0-8 Punkte) (1).

2.5.5 Mobilitätsindex

Die Mobilität der Patienten wurde durch das Personal der Pflege anhand der unten abgebildeten Kriterien (Tab. 1) eingestuft. Zur genaueren Betrachtung wurden die Patienten anhand Ihres Mobilitätsindex in Gruppen unterteilt (1).

Tab. 1 Kriterien für die Bestimmung des Mobilitätsindex und die Mobilitätsgruppen

Mobilitäts-index	Kriterium	Mobilitäts-gruppe	Kriterium für die Gruppierung
1	Patient ist bettlägerig		
2	Patient ist nicht selbständig mobil im Rollstuhl	1	Gehen nicht oder nur eingeschränkt möglich
3	Patient ist selbstständig mobil im Rollstuhl		
4	Patient geht unsicher mit Hilfsperson/Hilfsmittel	2	Gehen mit Hilfsperson möglich
5	Patient geht sicher mit Hilfsperson		
6	Patient geht sicher mit Hilfsmittel	3	Gehen mit Hilfsmittel eigenständig möglich
7	Patient geht sicher ohne Hilfsmittel		

2.5.6 Orientierung

Die Patienten wurden bei der Aufnahme durch das Pflegepersonal auf eine Orientierungsstörung hin beurteilt und mit "nicht vorhanden", "leicht", "mittel" und "schwer" eingestuft. Die weitere Betrachtung der Patienten erfolgte anhand der dichotomen Einteilung: "Voll orientiert" oder "Orientierungsstörung vorhanden" (1). Letztere Gruppe beinhaltete alle Schweregrade einer Orientierungsstörung.

2.5.7 Messung der Distanz zwischen Speisesaal zum Patientenzimmer

Die Distanz zwischen Speisesaal und Patientenzimmer wurde in der Vergangenheit als möglicher Einflussfaktor auf die Aktivität beschrieben. Daher wurde zur Bestimmung der Distanz der direkte Laufweg zwischen dem Mittelpunkt jedes Patientenzimmers und dem Mittelpunkt des Speisesaals mit Hilfe eines Messrad (Hodometer) abgegangen. Diese Messung wurde nur für eine der beiden Stationen durchgeführt, da die Aufteilung der Patientenzimmer auf beiden Stockwerken identisch ist. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Patienten anhand der Distanz ihres Zimmers zum Speisesaal in vier Gruppen eingeteilt: Weniger als 35 Meter, 35-50 Meter, 50-65 Meter und mehr als 65 Meter.

2.6 Tests zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit

Die Tests zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit wurden zweimal im Laufe des Klinikaufenthalts durch das Personal der Physiotherapie mit dem Patienten durchgeführt. Die erste Durchführung erfolgte in der ersten Therapiestunde nach Aufnahme (T_{aufn}), die zweite Messung aus organisatorischen Gründen in der vorletzten Therapiestunde vor Entlassung (T_{entl}). Dies konnte mitunter aus Gründen der Planung bis zu einer Woche vor Entlassung sein. Entsprechend war die Zeit zwischen den beiden Messungen zum Teil sehr unterschiedlich. Der Zeitpunkt der Messung wurde im Rahmen der Studie nicht festgehalten. Des Weiteren konnten die Tests aus physischen oder organisatorischen Gründen nicht mit allen Patienten durchgeführt werden. Physische Gründe basieren auf der Tatsache, dass die Tests eine Grundfunktionalität (motorisch und kognitiv) voraussetzen. Diese konnten manche Patienten zu Beginn der Rehabilitation noch nicht vorweisen, weshalb sie den Test nicht durchführen konnten. Dieses, als Bodeneffekt bezeichnete Problem, stellt ein Nachteil der Untersuchungen dar und wurde bereits in anderen Studien beschrieben (16, 54). Organisatorische Gründe waren z.B. eine vorzeitige Entlassung oder eine unangemeldete Abwesenheit des Patienten.

2.6.1 Timed up & go-Test (TUG)

Der Timed up & go-Test (55) ist ein klinischer Test zur Beurteilung der funktionellen Mobilität älterer Menschen. Er überprüft die körperliche und kognitive Fähigkeit, unterschiedliche Formen der Bewegungen in Folge durchführen zu können. Des Weiteren wird er als Screening-Test für ein Sturzrisiko empfohlen (56). Der Test wurde in leicht geänderter Form durchgeführt und die Verwendung von Gehilfen war erlaubt. Der Patient wurde aufgefordert, von einem Stuhl mit Armlehnen aufzustehen, zu einem in drei Meter Entfernung platzierten Kegel zu gehen, diesen einmal zu umkreisen, zum Stuhl zurückzukehren und sich abschließend wieder auf diesen zu setzen. Die dafür benötigte Zeit (in Sekunden) wurde gemessen und entspricht dem Testergebnis. Der Test wurde zweimal durchgeführt und die dafür benötigte Zeit wurde jeweils gemessen. Aus den gemessenen Zeiten wurde der Mittelwert gebildet und diente als endgültiges Testergebnis.

Der Timed up & go-Testwert wurde in der vorliegenden Arbeit stellvertretend als funktioneller Test für die körperliche Leistungsfähigkeit gewählt, da er eine

Kombination aus dem Five-Chair-Rise-Test und dem 10-Meter-Gehtest darstellt. Des Weiteren wurde bei der Untersuchung der Studienpopulation die stärkste Änderung im Rehabilitationsverlauf beim TUG beobachtet (vgl. Kap. 3.1.3). Für die genauere Betrachtung des Zusammenhangs der TUG Resultate und der Änderung der körperlichen Aktivität wurden die Patienten anhand des Medians (25 s) des Timed up & go-Tests (TUG) in zwei Patientengruppen eingeteilt. Zur Untersuchung des Zusammenhangs einer Änderung beim Timed up & go-Test (TUG) und der körperlichen Aktivität wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt. Dies erfolgte anhand der Änderung ihrer TUG Resultate zwischen T_{aufn} und T_{entl} : Weniger als 7 s Abnahme bzw. mehr als 7 s Abnahme der TUG Testzeit.

2.6.2 Five-Chair-Rise-Test (5CR)

Der Five-Chair-Rise-Test dient zur Untersuchung der Aufstehbewegung und wird darüber hinaus zur Bestimmung des Sturzrisikos, der Kraftbestimmung der unteren Extremität und der Propriozeption verwendet (7). Der Patient wurde dazu aufgefordert, fünfmal hintereinander von einem Stuhl mit Armlehnen aufzustehen und sich anschließend wieder zu setzen. Die dafür benötigte Zeit wurde gemessen und entsprach dem Testergebnis. In der sitzenden Position wurde der Patient aufgefordert darauf zu achten, dass der Rücken an der Rückenlehne angelehnt war. Nach dem Aufstehen sollte der Patient auf einen möglichst aufrechten Stand achten. Patienten, denen ein Aufstehen ohne Zuhilfenahme der Armlehne nicht möglich war, wurde dies erlaubt. Der Test wurde zweimal durchgeführt und die gemessenen Zeiten gemittelt und als endgültiges Testergebnis verwendet.

2.6.3 10-Meter-Gehtest (10-Meter-Walk-Test; 10MW)

Der 10-Meter-Gehtest wird zur Bestimmung der Gehgeschwindigkeit verwendet. Die Durchführung des Tests erfolgte anhand der Anweisung des Physiotherapeuten auf dem Flur der Station, entlang dessen vier rote Markierungen angebracht waren. Der Abstand zwischen erster und zweiter Markierung war drei Meter, zwischen zweiter und dritter 10 Meter und zwischen dritter und letzter Markierung ein Meter. Zur Ermittlung der Gehgeschwindigkeit wurde der Patient gebeten von der ersten Markierung gerade, in seinem eigenen Tempo und wenn nötig mit Hilfsmittel, entlang des Flures zu gehen. Gemessen wurde die Zeit zwischen zweiter und dritter Markierung (10 m) wobei der

Abstand davor und danach zur Beschleunigung bzw. zum Abbremsen diente. Die dabei ermittelte Zeit entsprach dem Testergebnis in dieser Arbeit. Eine Zeit bis 9 s spricht dabei für eine normale, eine Zeit zwischen 10-14 s für eine herabgesetzte und eine Zeit von mehr als 15 s für eine erheblich eingeschränkte Gehgeschwindigkeit.

2.7 Statistik

Zur Untersuchung der ermittelten Daten wurde Statistik Software SAS[®] 9.4 (©SAS Inc., Heidelberg, Deutschland) verwendet. Aus den Aktivitätsdaten wurden die Parameter berechnet, die zur Untersuchung der körperlichen Aktivität in dieser Arbeit herangezogen wurden. Die Parameter waren (I) die Gehdauer, definiert als die Summe der Zeit aller Gehepisoden eines Tages, (II) die Gehepisoden, definiert als die Anzahl der Gehepisoden eines Tages und (III) die Gehepisodendauer, definiert als Durchschnitt der Dauer der Gehepisoden eines Tages (1). Eine Gehepisode wurde dabei als zwei aufeinanderfolgende Schritte definiert und ein Tag beinhaltete dabei die Zeit von 0-24 Uhr. Die Auswahl dieser Parameter erfolgte aus verschiedenen Gründen: Das "Gehen" wird vom Sensor sehr sensitiv erfasst, weswegen die Entscheidung auf diesen Parameter fiel. Der oft gewählte Parameter "Uptime" (22, 57-59), also die totale Zeit auf den Beinen pro Tag, konnte in unserem Fall nicht verwendet werden, da die Auswertung der Daten bei manchen Patienten extrem lange Stehepisoden (bis zu 693 min) ergaben. Ursache dieses Fehlers ist vermutlich die Einstellung des Sensors, welcher eine Neigung von 30 Grad gegen die Horizontale bereits als Stehen registriert. Entsprechend kann auch ein Sitzen an der Bettkante oder eine entsprechende Liegeposition als Stehen erfasst worden sein.

Für die Beschreibung der Population wurden Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der untersuchten Variablen berechnet. Der Einfluss verschiedener Variablen, wie Mobilität, Erkrankung, kognitiver Status und Orientierung auf die Änderung der körperlichen Aktivität wurde anhand der Mittelwerte (MW) mit Konfidenzintervallen (KI) auf dem 95%-Niveau durchgeführt (1). Zur Veranschaulichung sind diese als Streudiagramm der Mittelwerte mit Konfidenzintervallen abgebildet. Aufgrund der starken Streuung wurden bei der individuellen relativen Änderung der körperlichen Aktivität der Median und das obere und untere Quartil berechnet. Zur Untersuchung des nicht-linearen Einflusses von Alter, körperlicher Leistungsfähigkeit, Barthel-Index und Gehdistanz zum Speisesaal auf die

2. METHODEN

körperliche Aktivität wurde eine kubische Spline-Interpolation durchgeführt (1). Die Methode ermöglichte die anschaulich Darstellung der komplexen Zusammenhänge der Parameter und vermeidet falsche Schlussfolgerungen durch inadäquate Linearitätsannahmen, wie sie im Fall von statistischen Regressionsmodellen auftreten können (60). Eine Spline Funktion ist eine Funktion die stückweise aus Polynom n-ten Grades aufgebaut ist. Bei der Spline-Interpolation werden die Daten mit Polynome n-ten Grades an definierten Knoten interpoliert, wobei sowohl Zahl und Ort der Knoten als auch der Grad des Polynoms frei wählbar sind. Für die Interpolation wurden Knoten bei 5, 35, 65 und 95% gewählt (1, 61). Des Weiteren wurde das Model für die Variable Geschlecht adjustiert. Um den Einfluss von extremen Werten auf das Modell zu minimieren wurden Werte der unabhängigen Variablen, unterhalb des 2,5%-Quantils und oberhalb des 97,5%-Quantils, ausgeschlossen (1).

3. ERGEBNISSE

Im folgenden werden die Ergebnisse dieser Studie beschrieben. Da sich bei dem Vergleich der durchschnittlichen Werte von Patientengruppen die Konfidenzintervalle oftmals überschneiden und auf eine Signifikanztestung verzichtet wurde, sind die beschriebenen Unterschiede als Tendenz aufzufassen. Wenn die Unterschiede eindeutiger waren und sich die Konfidenzintervalle nicht überschneiden ist dies an der entsprechenden Stelle vermerkt.

3.1 Beschreibung der Untersuchungspopulation

3.1.1 Allgemeine Parameter bei Aufnahme und Aufenthaltsdauer

Die Altersverteilung der Patienten war annähernd normalverteilt und lag zwischen 58 und 101 Jahren. Das Durchschnittsalter der Population war 81,9 Jahre ($SD \pm 7,18$), wobei Frauen (82,9 $SD \pm 6,29$) im Durchschnitt 3,2 Jahre älter waren als die männlichen Patienten (79,7 $SD \pm 7,18$) (1). Bei den Männern waren beinahe die Hälfte (48,7%) jünger als 80 Jahre, wohingegen nur 30,1% der Frauen in dieser Altersgruppe waren. Vor der Einweisung in die geriatrische Rehabilitation waren die meisten Patienten akut in einem Krankenhaus hospitalisiert gewesen. Die Rehabilitationsdauer lag im Mittel bei 23,4 Tage (Median 21 Tage) (1), wobei es keinen Unterschied zwischen Männern und Frauen gab. Mit knapp 5 Barthel-Index (BI) Punkten mehr hatten die weiblichen Patienten, bei großer Streuung der Daten, demnach eine größere Selbstständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens als die Männer. Im Durchschnitt hatten alle Patienten ein Barthel-Index von 61,2 Punkte ($SD \pm 17,9$). Dies entspricht einer mittelgradigen Beeinträchtigung der Selbstständigkeit. Die häufigste Ursache für eine Rehabilitation stellte vor einer zerebrovaskulären Erkrankung die Femurfraktur dar (1), wobei sich Frauen und Männer in den Häufigkeiten kaum unterschieden. Mit knapp über 60% war ein Großteil der Patienten bei Aufnahme zu Fuß selbständig mobil. Rund ein Viertel der Rehabilitanden waren bei Aufnahme nicht voll orientiert. Davon waren Männer prozentual häufiger betroffen als Frauen. Auch bei den kognitiven Fähigkeiten schnitten Frauen (11,0 DemTect Punkte $SD \pm 4,1$) im DemTect etwas besser ab als Männer (10,1 DemTect Punkte $SD \pm 4,0$). Allgemein lag das Ergebnis des DemTects durchschnittlich bei 10,8 Punkte ($SD \pm 4,10$), was einer leichten kognitiven Beeinträchtigung entspricht.

Tab. 2 Allgemeine Parameter der Population bei Aufnahme und Aufenthaltsdauer (1)

	Gesamtpopulation n=648	Frauen n=455 (70,3%)	Männer n=192 (29,3%)
Alter [Ø Jahre]	81,9±7,18	82,9±6,97	79,7±7,18
< 70 Jahre [Anzahl Pat. (%)]	33 (5,1%)	16 (3,5%)	17 (8,8%)
70-79 Jahre [Anzahl Pat. (%)]	198 (30,6%)	121 (26,6%)	77 (39,9%)
80-89 Jahre [Anzahl Pat. (%)]	323 (49,9%)	237 (52,1%)	86 (44,6%)
> 89Jahre [Anzahl Part. (%)]	94 (14,5%)	81 (17,8%)	13 (6,7%)
Barthel Index [Ø Punktzahl]	61,2±17,9	62,6±16,8	57,9±20,0
0-50 Barthel Index Punkte [Anzahl Pat. (%)]	196 (30,3%)	117 (25,8%)	79 (40,9%)
55-100 Barthel Index Punkte [Anzahl Pat. (%)]	451 (69,7%)	337 (74,2%)	114 (59,1%)
Diagnosen bei Aufnahme			
Femurfraktur [Anzahl Pat. (%)]	145 (22,4%)	113 (24,8%)	32 (16,7%)
Zerebrovaskuläre Krankheit [Anzahl Pat. (%)]	58 (8,96%)	37 (8,13%)	21 (10,9%)
sonstige Diagnosen [Anzahl Pat. (%)]	444 (68,8%)	305 (67,3%)	139 (72,4%)
Mobilität bei Aufnahme			
Mobilitätsindex 1-3 [Anzahl Pat. (%)]	80 (12,6%)	50 (11,3%)	30 (15,7%)
Mobilitätsindex 4 und 5 [Anzahl Pat. (%)]	178 (28,0%)	119 (26,8%)	59 (30,9%)
Mobilitätsindex 6 und [Anzahl Pat. (%)]	377 (59,4%)	275 (61,9%)	102 (53,4%)
Orientierung			
Orientierungsstörung [Anzahl Pat. (%)]	150 (23,6%)	99 (22,2%)	51 (26,8%)
keine Orientierungsstörung [Anzahl Pat. (%)]	486 (76,4%)	374 (77,8%)	139 (73,2%)
DemTect [Ø Punktzahl]	10,8±4,10	11,0±4,10	10,1±4,00
0-8 DemTect Punkte [Anzahl Pat. (%)]	257 (39,7%)	173 (38,0%)	84 (43,5%)
9-12 DemTect Punkte [Anzahl Pat. (%)]	181 (27,9%)	119 (26,2%)	62 (32,1%)
13-18 DemTect Punkte [Anzahl Pat. (%)]	210 (32,4%)	163 (35,8%)	47 (24,4%)
Rehabilitationsdauer [Tage]	23,4±6,29	23,3±5,86	23,8±7,20

Die Werte entsprechen den Mittelwerten ± Standardabweichung. Die prozentualen Angaben beziehen sich auf die Anteile in der Population bzw. für das jeweilige Geschlecht. Ø: Durchschnitt, n: Anzahl der Patienten, Pat.: Patient.

3.1.2 Körperliche Leistungsfähigkeit und Aktivität

Die Überprüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit konnte, wie bereits im Methodenteil beschrieben (vgl. Kap. 2.6), nicht für alle Patienten durchgeführt werden. Die Patientenzahl, für die der jeweilige Test durchgeführt wurde, ist in der Tab. 3 ersichtlich. Die Interpretation der durchschnittlichen Testzeiten ergab, dass die Patienten bei Aufnahme in die Klinik eine relevante Mobilitätseinschränkung, eine erheblich reduzierte Gehgeschwindigkeit und deutliche Probleme bei der Aufstehbewegung aufwiesen. Dabei benötigten die Frauen für alle drei Tests durchschnittlich etwas mehr Zeit als die Männer. Die Messung der körperlichen Aktivität ergab für T₁ eine durchschnittliche Gehzeit von 31,3 min pro Tag (SD ± 23,6) bei großer Streuung der Werte

Tab. 3 Körperliche Leistungsfähigkeit und Aktivität (1)

	Gesamtpopulation n=648	Frauen n=455 (70,3%)	Männer n=192 (29,3%)
Körperliche Leistungsfähigkeit T_{aufn}			
5 Chair rise [s] (n=418)	26,1±12,5	26,9±12,6	23,7±11,8
10 Meter Walk [s] (n=482)	21,6±14,7	22,3±15,3	19,7±12,9
	28,5±15,2	29,5±14,9	25,9±15,7
Körperliche Aktivität T₁			
Gehd. [min/Tag]	31,3±23,6	31,3±23,3	31,3±24,6
Gehepi [Anzahl/Tag]	136±91,4	139±94,8	129±81,2
Gehepid. [s]	13,3±5,49	12,9±5,31	14,2±5,87

Die Werte entsprechen den Mittelwerten ± Standardabweichung. Die prozentualen Angaben beziehen sich auf die Anteile in der Population. T₁: Zeitpunkt der 1. Messung, T_{aufn}: Zeitpunkt der Aufnahme Untersuchung, n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

Bei Frauen und Männer wurden ähnliche Mittelwerte und Verteilungen beobachtet. Für die tägliche Anzahl der Gehepisoden und deren Dauer offenbarten sich ebenfalls nur geringe Unterschiede zwischen den Geschlechtern: Männer hatten im Vergleich tendenziell weniger, dafür aber längere Gehepisoden pro Tag als die Frauen.

3.1.3 Änderung der Leistungsfähigkeit und Aktivität im Rehabilitationsverlauf

Zum Zeitpunkt T_{entl} zeigten die Patienten durchschnittlich eine deutliche Verbesserung ihrer körperliche Leistungsfähigkeit im Vergleich zum Zeitpunkt T_{aufn} (Tab. 4). Dies zeigte sich anhand der Reduktion aller Testzeiten für die Leistungsfähigkeit (5CR, 10MW, TUG) und den 95%-Konfidenzintervallen (KI), die sich von Null unterschieden.

Tab. 4 Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Aktivität (1)

	Gesamtpopulation	Frauen	Männer
Änderung der Leistungsfähigkeit			
Δ_L 5 Chair rise [s, %] (n=418)	-7,16 (-6,19; -8,13) -27,4%	-7,83 (-6,65; -9,02) -29,1%	-5,26 (-3,67; -6,85) -22,2%
Δ_L 10 Meter Walk [s] (n=482)	-6,26 (-5,09; -7,43) -29,0%	-6,84 (-5,40; -8,28) -30,7%	-4,69 (-2,79; -6,60) -23,8%
Δ_L Timed up and go [s] (n=439)	-8,63 (-7,50; -9,76) -30,2%	-9,28 (-7,92; -10,6) -31,5%	-6,80 (-4,83; -8,77) -26,3%
Änderung der Aktivität			
Δ_A Gehd. [min/Tag]	12,1 (10,3; 13,8) 38,7%	11,5 (9,34; 13,6) 36,7%	13,5 (10,3; 16,6) 43,1%
Δ_A Gehepi. [Anzahl/Tag]	36,3 (30,9; 41,6) 26,7%	37,5 (30,7; 44,3) 26,8%	33,3 (24,9; 41,7) 25,8%
Δ_A Gehepid. [s]	2,39 (1,77; 3,00) 18,0%	1,92 (1,21; 2,63) 14,9%	3,48 (2,29; 4,66) 24,5%

Wenn nicht anders angegeben entsprechen die Werte den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). Δ_L entspricht dem Unterschied zwischen Aufnahme- und Entlassungsuntersuchung (T_{aufn} und T_{entl}). Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen 1. und 2. Sensormessung (T₁ und T₂). Die Prozentangabe beschreibt die Änderung zwischen T_{aufn} und T_{entl} bzw. T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Pat.: Patient, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

3. ERGEBNISSE

Am stärksten reduzierte sich die Zeitspanne für den Timed up & go-Test mit durchschnittlich 8,63s (KI -7,50;-9,76), was einer Reduktion im Mittel um 30,2% entspricht. Die sensorgestützte Messung der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt T₂ offenbarte für die gesamte Studienpopulation ebenfalls eine deutliche Steigerung aller Gehparameter im Vergleich zu T₁ (1). Im Mittel nahm die Gehdauer um 12,1 min/Tag (KI 10,3; 13,8) zu, wobei sich die Anzahl der Gehepisoden um 36,3 Episoden/Tag (KI 30,9; 41,6) erhöhte und diese sich um 2,39 min (KI 1,77; 3,00) verlängerten. Dies entspricht einer Steigerung der Gehdauer um 38,7%, der Anzahl der Gehepisoden um 26,7% und der Gehepisodenlänge um 18,0% .

Beim Vergleich der Geschlechter zeigten sich Unterschiede hinsichtlich der Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit: Bei sich überschneidenden Konfidenzintervallen hatten Frauen eine größere Reduktion aller Testzeiten (5CR, 10MW, TUG). Wie schon bei der Gesamtpopulation konnte bei den Frauen die größte Reduktion von 9,28 s (KI -7,92; -10,6) für den Timed up & go-Test beobachtet werden. Im Hinblick auf die Aktivität zeigten Männer zum Zeitpunkt T₂ eine größere Zunahme der Gehdauer pro Tag von 13,5 min (KI 10,3; 16,6) und eine größere Verlängerung der Episodendauer pro Tag 3,48 s (KI 2,29; 4,66) im Vergleich zu den Frauen. Dahingegen hatten die Frauen eine tendenziell größere Steigerung der täglichen Gehepisoden 37,5 (KI 30,7; 44,3).

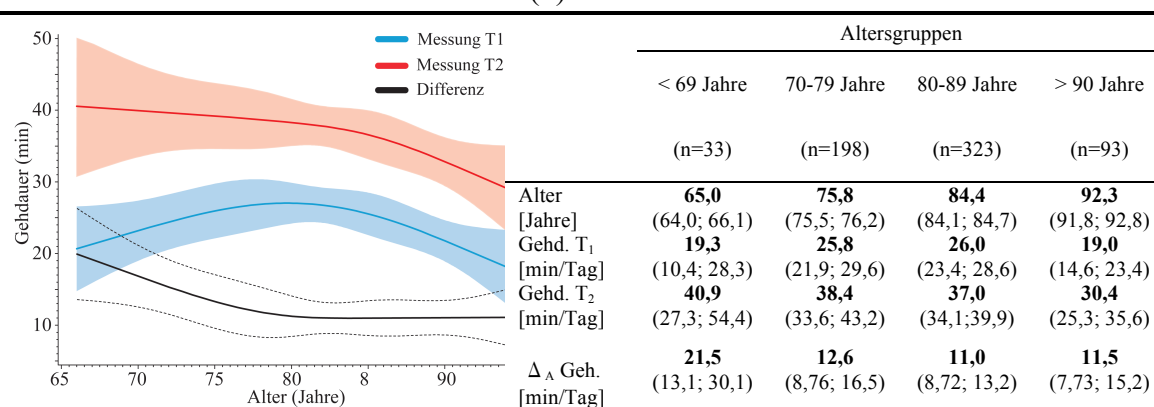
Aufgrund der geringfügigen Unterschiede und der sich überschneidenden Konfidenzintervalle wurden in den folgenden Analysen Frauen und Männer gemeinsam betrachtet.

3.2 Prädiktoren für die Änderung der Körperlichen Aktivität

3.2.1 Patientenalter

Patienten die jünger als 70 und älter als 90 Jahre waren hatten mit rund 19 Gehminuten pro Tag am wenigsten Gehaktivität pro Tag (Tab. 5). Patienten in den zwei mittleren Altersgruppen (70-79 bzw. 80-89 Jahre) zeigten demgegenüber ein längere Gehdauer mit 25,8 min (KI 21,9; 29,6) bzw. 26,0 (KI 23,4; 28,6). Zum Zeitpunkt T₂ hat die Gehdauer in der Altersgruppe unter 70 Jahren am meisten zugenommen und betrug 40,9 min (KI 27,3; 54,4). Ältere Patienten hingegen hatten zu diesem Zeitpunkt mit zunehmenden Alter weniger Gehminuten, wobei Patienten über 90 Jahre mit 30,4 min (KI 25,3; 35,6) am wenigsten Gehminuten hatten (1).

Tab. 5 Alter der Patienten vs. Gehdauer (1)



Die Flächen ober- und unterhalb der Kurven (bzw. gestrichelte Linie) entsprechen dem 95%-Konfidenzband des Modells. Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). T₁/T₂: Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen der T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer

Entsprechend nahm auch die Steigerung der Aktivität mit steigendem Lebensalter ab. Diese Beobachtung wurde durch den Verlauf der Spline-Interpolation bestätigt. Die Abbildung in Tab. 5 zeigt die Spline-Interpolation der durchschnittlichen Gehdauer pro Tag zum Zeitpunkt T₁ und T₂ in Abhängigkeit des Patientenalters. Dem parabelförmigen Verlauf der Kurve zum Zeitpunkt T₁ zufolge hatten die jüngsten Patienten eine ähnlich niedrige Gehaktivität wie die ältesten Patienten am Anfang der Rehabilitation. Am meisten bewegten sich die Patienten um das 80. Lebensjahr. Für die Gehepisoden pro Tag und die Gehepisodendauer konnten ganz ähnliche Tendenzen und Verläufe wie bei der Gehdauer beobachtet werden (Tab. 6).

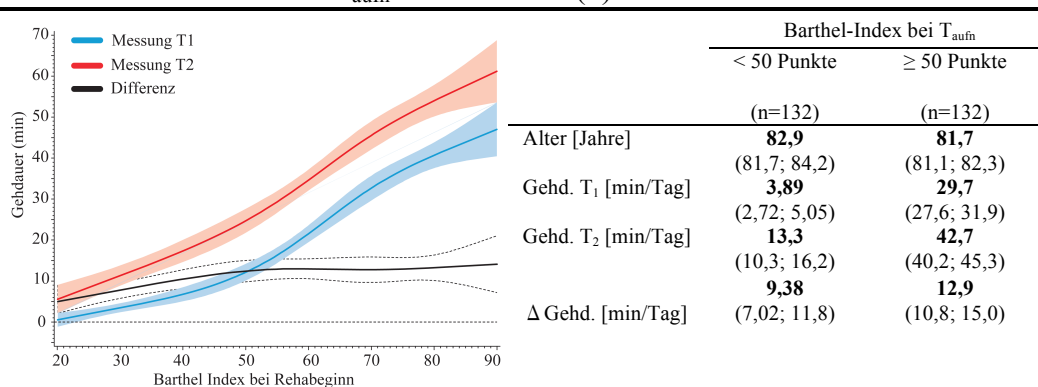
Tab. 6 Alter der Patienten vs. Anzahl und Dauer der Gehepisoden (1)

	Altersgruppen			
	jünger als 70 Jahre (n=33)	70-80 Jahre (n=198)	80-90 Jahre (n=323)	älter als 90 Jahre (n=93)
Altersdurchschnitt [Jahre]	65,0 (64,0; 66,1)	75,8 (75,5; 76,2)	84,4 (84,1; 84,7)	92,3 (91,8; 92,8)
Gehepi. T ₁ [Anzahl/Tag]	87,5 (54,0; 121,0)	109,7 (95,6; 123,8)	114,4 (103,7; 125,2)	83,0 (65,9; 100,0)
Gehepi. T ₂ [Anzahl/Tag]	142,1 (99,1; 185,1)	144,9 (130,1; 159,6)	149,2 (138,0; 160,3)	121,4 (102,6; 140,2)
Δ_A Gehepi. [Anzahl/Tag]	54,6 (26,6; 82,6)	35,2 (24,7; 45,6)	34,4 (26,9; 41,9)	38,5 (26,4; 50,5)
Gehepid. T ₁ [s]	12,5 (9,37; 15,6)	12,3 (11,4; 13,2)	13,1 (11,6; 14,6)	11,1 (9,97; 12,3)
Gehepid. T ₂ [s]	15,5 (12,8; 18,2)	14,9 (13,9; 15,9)	14,8 (14,1; 15,6)	12,8 (11,5; 14,1)
Δ_A Gehepid. [s]	2,70 (-0,44; 5,83)	2,50 (1,47; 3,53)	2,40 (1,45; 3,34)	1,99 (0,69; 3,29)

Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). T₁/T₂: Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen der T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

3.2.2 Barthel-Index

Die Spline-Interpolation ergab eine positive Assoziation zwischen BI bei Rehabilitationsbeginn und der Gehdauer sowohl für T₁ als auch T₂ (Tab. 7). Die Gehdauer für die Patienten mit einem BI von weniger als 50 Punkten betrug bei T₁ 3,89 min (KI 2,72; 5,05) und bei T₂ 13,3 min (KI 10,3; 16,2). Der Spline-Interpolation entsprechend war die Gehdauer bei Rehabilitanden mit einem BI von 50 und mehr Punkten zu beiden Messzeitpunkten eindeutig länger (T₁: 29,7 min (KI 27,6; 31,9), T₂: 42,7 min (KI 40,2; 45,3)). In dieser Patientengruppe wurde zudem eine größere Zunahme der Gehdauer beobachtet (1).

Tab. 7 Barthel-Index bei T_{aufn} vs. Gehdauer (1)

Die Flächen ober- und unterhalb der Kurven (bzw. gestrichelte Linie) entsprechen dem 95%-Konfidenzband des Modells. Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). Barthel Index < 50 Punkte: Stark funktionelle Beeinträchtigung, ≥ 50 Punkte: Leichte bis keine funktionelle Beeinträchtigung. T_{aufn}: Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Aufnahme. T₁/T₂: Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten. Gehd.: Gehdauer

3. ERGEBNISSE

Eine ähnliche positive Assoziation wurde auch für die Anzahl der Gehepisoden und die Länge der Gehepisoden in Abhängigkeit von BI beobachtet (Tab. 8). Patienten mit einem BI von 50 und mehr Punkten hatten zu beiden Messzeitpunkten mehr und längere Gehepisoden. Bei der Zunahme der Gehepisoden gab es kaum Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen. Dagegen verlängerte sich die Gehepisodendauer bei Patienten mit einem BI kleiner 50 (3,81 s (KI 1,82; 5,81)) mehr als bei Patienten mit einem BI 50 und größer (2,06 s (KI 1,47; 2,66)) (1).

Tab. 8 Barthel-Index bei T_{aufn} vs. Anzahl und Dauer der Gehepisoden (1)

	Barthel-Index bei T _{aufn}	
	< 50 Punkte (n=132)	≥ 50 Punkte (n=515)
Gehepi. T ₁ [Anzahl/Tag]	18,4 (13,8; 23,0)	129,3 (121,0; 137,50)
Gehepi. T ₂ [Anzahl/Tag]	52,4 (41,4; 63,5)	167,0 (158,6; 175,5)
Δ _A Gehepi. [Anzahl/Tag]	34,1 (25,7; 42,4)	37,6 (31,3; 43,8)
Gehepid. T ₁ [s]	10,9 (7,20; 14,6)	12,9 (12,4; 13,4)
Gehepid. T ₂ [s]	12,8 (11,1; 14,4)	15,4 (14,5; 15,6)
Δ _A Gehepid.[s]	3,81 (1,82; 5,81)	2,06 (1,47; 2,66)

Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). Barthel Index < 50 Punkte: Starke funktionelle Beeinträchtigung, ≥ 50 Punkte: Leichte bis keine funktionelle Beeinträchtigung. T_{aufn}: Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Aufnahme. T₁/T₂: Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen der T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

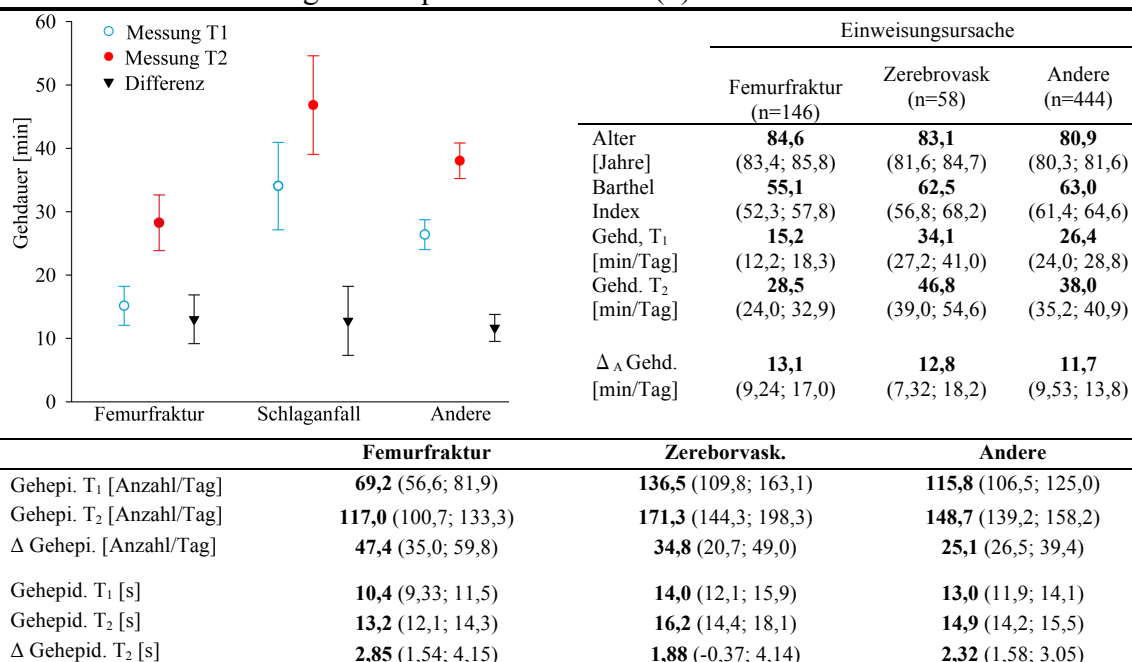
3.2.3 Indexerkrankung

Patienten mit Femurfraktur waren durchschnittlich am ältesten und hatten im Vergleich zu den zwei anderen Patientengruppen mit zerebrovaskulärer Krankheit und anderen Diagnosen den niedrigsten durchschnittlichen BI bei T_{aufn} (Tab. 9). Rehabilitanden mit einer zerebrovaskulären Krankheit stellten die kleinste Patientengruppe dar. Sie unterschieden sich in ihrem BI kaum von Patienten mit anderen Einweisungsgründen, wobei sie aber durchschnittlich etwas älter als diese waren. Deutlich am wenigsten Gehdauer, sowohl bei T₁ (15,2 min (KI 12,2; 18,3)) als auch T₂ (28,5 min (KI 24,0; 32,9)), wurde bei Patienten mit Femurfraktur aufgezeichnet. Patienten mit zerebrovaskulärer Krankheit hatten zu beiden Messzeitpunkten die längste Gehzeit pro Tag (T₁ 34,1 min (KI 27,2; 41,0), T₂ 46,8 min (KI 39,0; 54,6)). Bei der Zunahme der Gehdauer im Verlauf der Rehabilitation konnten kein Unterschied zwischen den drei Gruppen beobachtet werden.

3. ERGEBNISSE

Die Beobachtungen für die Anzahl der Gehepisoden und der Gehepisodendauer zeigten bis auf kleine Unterschiede ähnliche Tendenzen wie für die Gehdauer. Ein Unterschied in diesem Zusammenhang war, dass Femurfrakturpatienten eine größere Zunahme der Gehepisoden hatten.

Tab. 9 Indexerkrankung vs. Körperliche Aktivität (1)



Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). T₁/T₂: Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen T₁ und T₂. Zerebrovask.: Zerebrovaskuläre Krankheiten n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

3.2.4 Mobilität

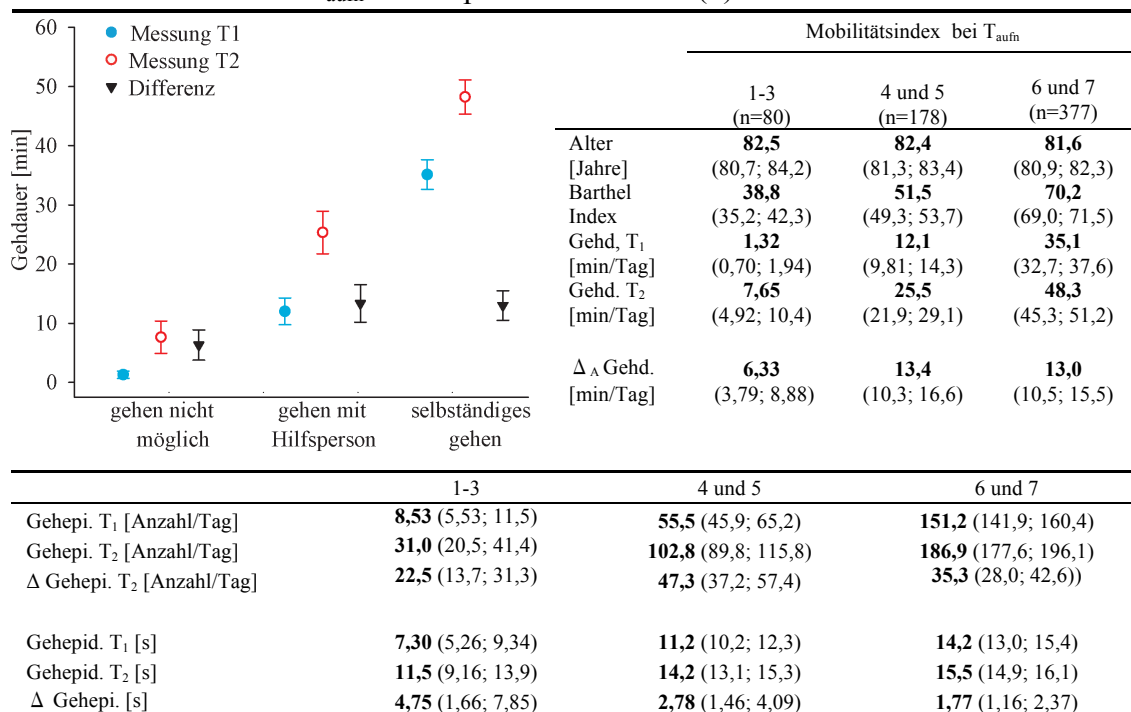
Das durchschnittliche Alter der Mobilitätsgruppen unterschied sich nur geringfügig und lag bei ca. 82 Jahren (Tab. 10). Hingegen differierte der BI beträchtlich zwischen den Gruppen, wobei Patienten mit Mobilitätsindex 1-3 erwartungsgemäß den deutlich geringsten BI (38,8 (KI 35,2; 42,3)) und Patienten mit MI 6 und 7 den höchsten BI (70,2 (KI 69,0; 71,5)) hatten.

Die geringste Gehdauer pro Tag hatten zu beiden Messpunkten (T₁ und T₂) Patienten, bei denen das Gehen nicht oder nur eingeschränkt möglich war (MI 1-3). Diese Patientengruppe hatte die geringste Steigerung ihrer Gehdauer (6,33min (KI 3,79; 8,88)) und damit deutlich weniger Steigerung als Patienten mit höherem Mobilitätsindex (s.u.) (1). Die längste Gehdauer zum Zeitpunkt T₁ (35,1 min (KI 32,7; 37,6)) und T₂ (48,3 min (KI 45,3; 51,2)) hatten die Patienten, welche selbständig gehen konnten (MI

3. ERGEBNISSE

6&7), wobei sie Ihre Gehdauer um 13,0 min (KI 10,5; 15,5) steigerten. Ähnliches wurde bei Patienten die anfangs nur mit Hilfsperson mobil waren (MI 4&5) beobachtet, die ihre Gehdauer verdoppelten (T_1 : 12,1 min (KI 9,81; 14,3), T_2 : 25,5 min (KI 21,9; 29,1)).

Tab. 10 Mobilität bei T_{aufn} vs. Körperliche Aktivität (1)



Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). Mobilitätsindex: 1-3: Gehen nicht oder nur sehgeschänkt möglich, Mobilitätsindex: 4 und 5: Gehen mit Hilfsperson möglich, Mobilitätsindex 6 und 7: Gehen mit Hilfsmittel eigenständig möglich. T_{aufn} : Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Aufnahme. T_1/T_2 : Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ entspricht dem Unterschied zwischen T_1 und T_2 . n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

Für die Anzahl der Gehepisoden und der Gehepisodendauer zeigte sich ein ähnlicher Zusammenhang wie bei der Gehdauer (Tab. 10): Patienten mit höherem Mobilitätsindex zeigten sowohl zu Beginn der Rehabilitation, als auch nach 14 Tagen mehr und längere Gehepisoden. Im Gegensatz dazu zeigte sich bei der Zunahme der Gehepisodendauer die größte Änderung bei Patienten mit MI 1-3 und die kleinste Änderung bei Patienten mit hohem MI (1).

3.2.5 Kognitive Leistungsfähigkeit

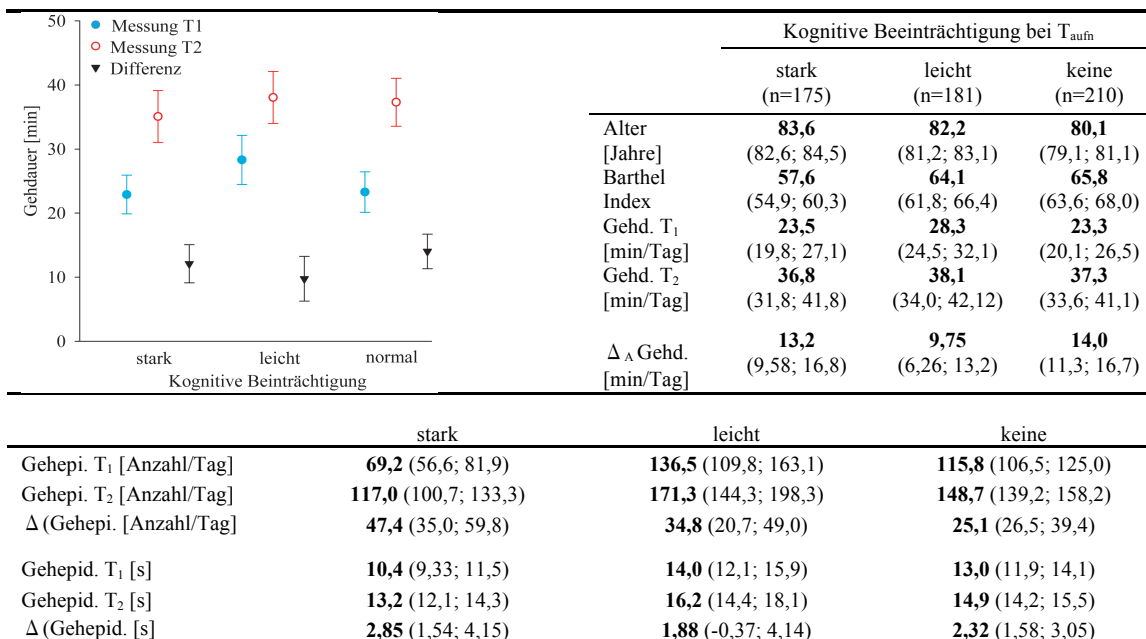
Bei abnehmender kognitiver Leistungsfähigkeit nahm das durchschnittliche Patientenalter zu und der BI verringerte sich (Tab. 11). Bei Rehabilitationsbeginn (T_1) wurde bei Patienten mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (DemTect 9-12 Pkte.) die längste Gehdauer aufgezeichnet (28,3 min (KI 24,5; 32,1)). Die anderen beiden Patientengruppen hatten bei insgesamt großen Konfidenzintervallen nur geringfügig

3. ERGEBNISSE

weniger Gehaktivität. Nach 14 Tage Rehabilitation hatten die drei Patientengruppen annähernd die gleiche Anzahl an Gehminuten im Bereich zwischen 36,8 min und 38,1 min bei ähnlicher Streuung der Daten. Entsprechend hatten die Patientengruppen mit starker und keiner kognitiver Beeinträchtigung eine größere Steigerung ihrer täglichen Gehdauer.

Ein ähnliches Bild zeigte sich auch für die Anzahl der Gehepisoden pro Tag: Patienten mit leichter kognitiver Einschränkung hatten anfangs mehr Gehepisoden, wobei die anderen Patienten bis zum T₂ ihre Gehepisoden etwas mehr steigerten. Patienten mit starker Beeinträchtigung hatten zu beiden Messzeitpunkten weniger und kürzere Gehepisoden. Zwischen T₁ und T₂ hatten sie bei beiden Parameter eine größere Zunahme als die Patienten mit leichter und keiner kognitiver Beeinträchtigung.

Tab. 11 Kognitive Leistungsfähigkeit bei T_{auffn} vs. Körperliche Aktivität (1)



Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). Kognitive Beeinträchtigung: stark: 1-8 DemTect Punkte, leicht: 9-12 DemTect Punkte, keine: 13-18 DemTect Punkte. T_{auffn}: Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Aufnahme. T₁/T₂: Zeitpunkt der 1./Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen der T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten. Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

3.2.6 Orientierung

Lag eine Orientierungsstörung vor, waren die Patienten durchschnittlich circa zwei Jahre älter, hatten annähernd 15 BI Punkte und über 3 DemTect Punkte weniger (Tab. 12). Zu beiden Zeitpunkten T₁ und T₂ hatten Patienten ohne Orientierungsstörung eine längere tägliche Gehdauer. Unabhängig von dem Vorliegen einer Orientierungsstörung nahm die Gehdauer durchschnittlich um ca. 12 min in den Gruppen zu (1). Bei der Anzahl an täglichen Gehepisoden zeigte sich ein ähnlicher

Zusammenhang, wobei Patienten mit Orientierungsstörung etwas mehr an Gehepisoden zulegen. Die Gehepisodendauer bei beiden Messzeitpunkten und die Änderung war bei den Patientengruppen annähernd identisch.

Tab. 12 Orientierung bei T_{aufn} vs. körperlichen Aktivität (1)

	Orientierungsstörung bei T_{aufn}	
	keine (n=486)	vorhanden (n=150)
Alter	81,5	83,4
[Jahre]	(80,9; 82,2)	(82,3; 84,6)
Barthel	64,6	50,4
Index	(63,2; 66,1)	(47,3; 53,4)
DemTect	11,4	8,15
[Punkte]	(11,1; 11,8)	(7,38; 8,91)
Gehd, T_1	25,7	21,1
[min/Tag]	(23,5; 27,9)	(17,4; 24,7)
Gehd, T_2	38,0	33,1
[min/Tag]	(35,4; 40,7)	(28,5; 37,7)
Δ_A Gehd.	12,3	12,1
[min/Tag]	(10,2; 14,4)	(8,84; 15,3)

	keine	vorhanden
Gehepi. T_1 [Anzahl/Tag]	113,1 (104,4; 121,9)	88,0 (73,4; 102,7)
Gehepi. T_2 [Anzahl/Tag]	148,1 (139,1; 157,1)	131,3 (114,1; 148,5)
Δ_A Gehepi. [Anzahl/Tag]	34,7 (28,8; 40,7)	43,3 (31,5; 55,1)
Gehepid. T_1 [s]	12,7 (11,7; 13,8)	12,0 (10,9; 13,1)
Gehepid. T_2 [s]	14,8 (14,2; 15,4)	14,2 (12,9; 15,4)
	2,42 (1,71; 3,13)	2,45 (1,17; 3,73)

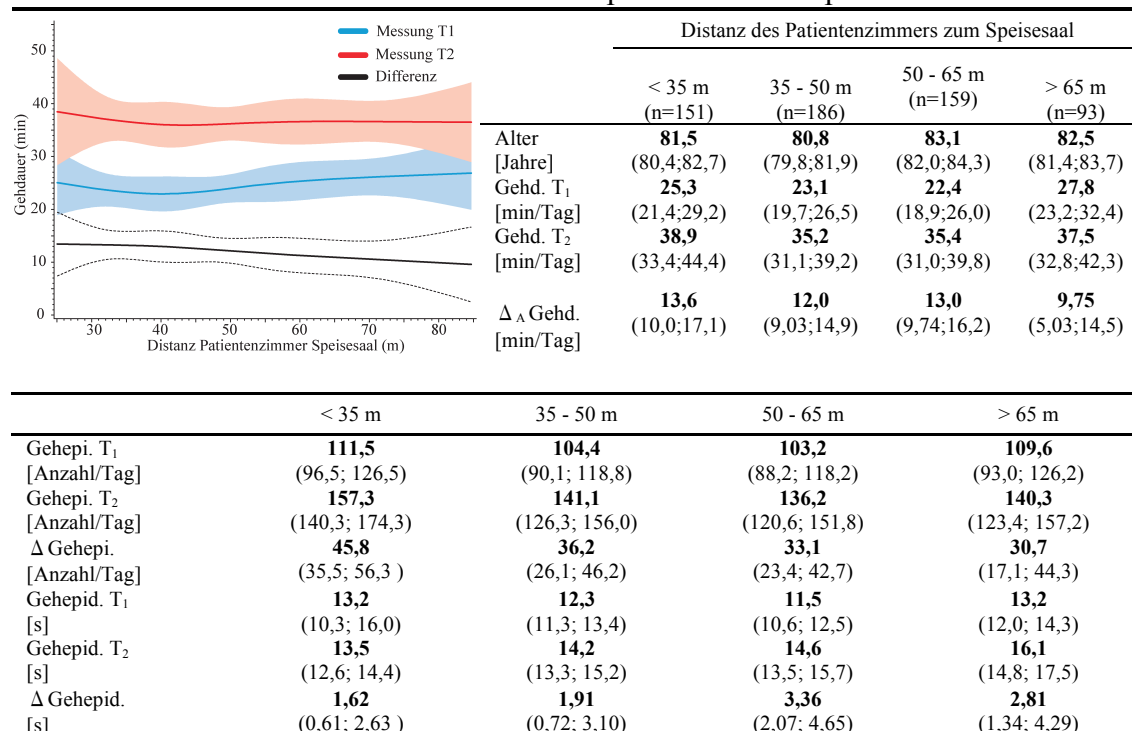
Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). Die Patientengruppe "Orientierungsstörung vorhanden" beinhaltet Patienten mit leichter (n=102), mittlerer (n=39) und schwerer (n=9) Orientierungsstörung. T_{aufn} : Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Aufnahme. T_1/T_2 : Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen T_1 und T_2 . n: Anzahl der Patienten, Gehd: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

3.2.7 Distanz zwischen Patientenzimmer und Speisesaal

Der Verlauf der Splines für die Gehdauer in Abhängigkeit von der Distanz zwischen Patientenzimmer und Speisesaal offenbarte keinen Zusammenhang (Tab. 13). Dies zeigte sich auch bei der Berechnung der durchschnittlichen Werte der Gehdauer für die Patientengruppen. Diese wiesen zu beiden Zeitpunkten T_1 und T_2 minimale Unterschiede auf. Dabei war bei großer Streuung der Daten kein Zusammenhang feststellbar war.

Für die Gehepisoden zeigte sich ein geringfügig negativer Zusammenhang bei T_2 und deren Zunahme zwischen T_1 und T_2 . Patienten unter 35 Meter Gehstrecke hatten nach 14 Tagen Klinikaufenthalt durchschnittlich ca. 17 Gehepisoden mehr und erhöhten deren Anzahl um ca. 15 Episoden mehr als Patienten die weiter als 65 Meter zum Speissaal gehen mussten.

Tab. 13 Distanz des Patientenzimmers zum Speisesaal vs. Körperliche Aktivität



Die Flächen ober- und unterhalb der Kurven (bzw. gestrichelte Linie) entsprechen dem 95%-Konfidenzband des Modells. Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). T₁/T₂: Zeitpunkt der 1. Messung/2. Messung. Δ entspricht dem Unterschied zwischen T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

Im Vergleich zu den Gehepisoden ergab sich für die Dauer der Gehepisoden ein leicht umgekehrte Assoziation. Mit zunehmender Distanz vom Speisesaal verlängerte sich die durchschnittliche Gehepisodendauer bei T₂ und die Zunahme zwischen T₁ und T₂ vergrößerte sich. Bei T₂ hatten Patienten mit einer Gehstrecke von länger als 65 Meter eine im Mittel 2,5 s längere Gehepisode als Patienten die weniger als 35 Meter zum Speisesaal gehen mussten.

3.2.8 Körperliche Leistungsfähigkeit zu Beginn der Rehabilitation

Bei den folgenden Ergebnissen handelt es sich um Beobachtungen an einem Teil der Patientenpopulation (n=470), für die Daten vom TUG bei T_{aufr} vorhanden waren.

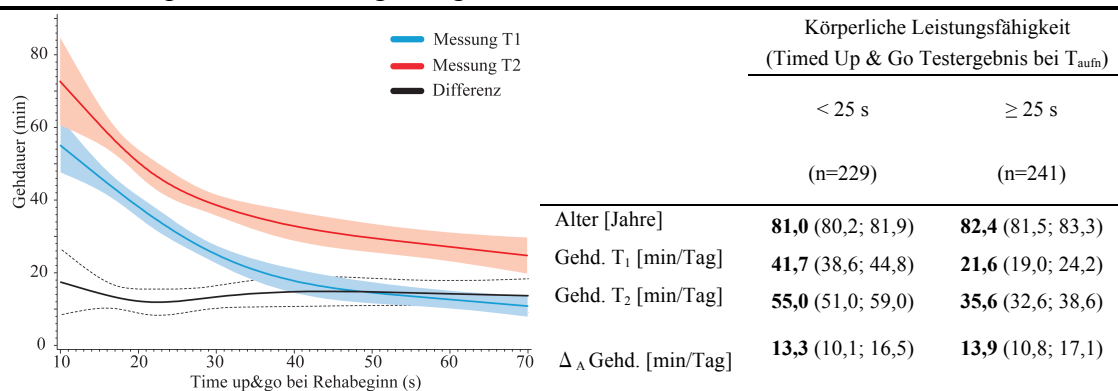
Das Alter der Patienten, welche 25 und mehr Sekunden zum Absolvieren des Tests benötigten, lag im Durchschnitt 1,5 Jahre höher, als das der anderen Patienten (Tab. 14).

Die Berechnung der Splines lieferte einen negativen, nicht-linearen Zusammenhang zwischen der Testzeit des TUG und der körperlichen Aktivität sowohl für T₁ als auch T₂. Im Genaueren zeigte sich ein zweiphasiger Verlauf mit starkem Abfall der körperlichen Aktivität für Testwerte unter 30 s und ein mäßigen Abnahme von Werten

3. ERGEBNISSE

darüber. Entsprechend hatten Patienten, die weniger als 25 s für den TUG benötigten, circa 20 min mehr Gehdauer pro Tag bei T₁ und T₂ im Gegensatz zur Patientengruppen mit geringerer körperlicher Leistungsfähigkeit (TUG ≥ 25s). Für die Zunahme der Aktivität war kaum ein Unterschied zu beobachten.

Tab. 14 Körperliche Leistungsfähigkeit bei T_{aufn} vs. Gehdauer



Die Flächen ober- und unterhalb der Kurven (bzw. gestrichelte Linie) entsprechen dem 95%-Konfidenzband des Modells. Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). T_{aufn}: Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Aufnahme. T₁/T₂: Zeitpunkt der 1. Messung/2. Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

Im Unterschied zur Gehdauer, hatten Patienten mit schlechterem Abschneiden im TUG eine etwas größere Zunahme der Gehepisoden im Rehabilitationsverlauf (Tab. 15). Patienten mit einem TUG Wert über 25 s hatten bei T₂ eine Zunahme von 45,7 (KI 36,1; 55,3) Gehepisoden. Dies waren durchschnittlich 15 Episoden mehr als bei Patienten mit einem besseren TUG Resultat bei Aufnahme.

Tab. 15 Körperliche Leistungsfähigkeit bei T_{aufn} vs. Anzahl und Dauer der Gehepisoden

	Körperliche Leistungsfähigkeit (Timed Up & Go Test bei T _{aufn})	
	< 25 s (n=229)	≥ 25 s (n=241)
Gehepi. T ₁ [Anzahl/Tag]	180,5 (168,6; 192,4)	94,5 (85,3; 103,6)
Gehepi. T ₂ [Anzahl/Tag]	211,2 (199,4; 223,0)	140,5 (129,8; 151,2)
Δ _A Gehepi. T ₂ [Anzahl/Tag]	30,7 (21,5; 39,9)	45,7 (36,1; 55,3)
Gehepid. T ₁ [s]	13,9 (13,3; 14,4)	12,8 (12,0; 13,7)
Gehepid. T ₂ [s]	15,3 (14,7; 16,0)	15,4 (14,5; 16,2)
Δ _A Gehepid. [s]	1,46 (0,87; 2,05)	2,49 (1,51; 3,47)

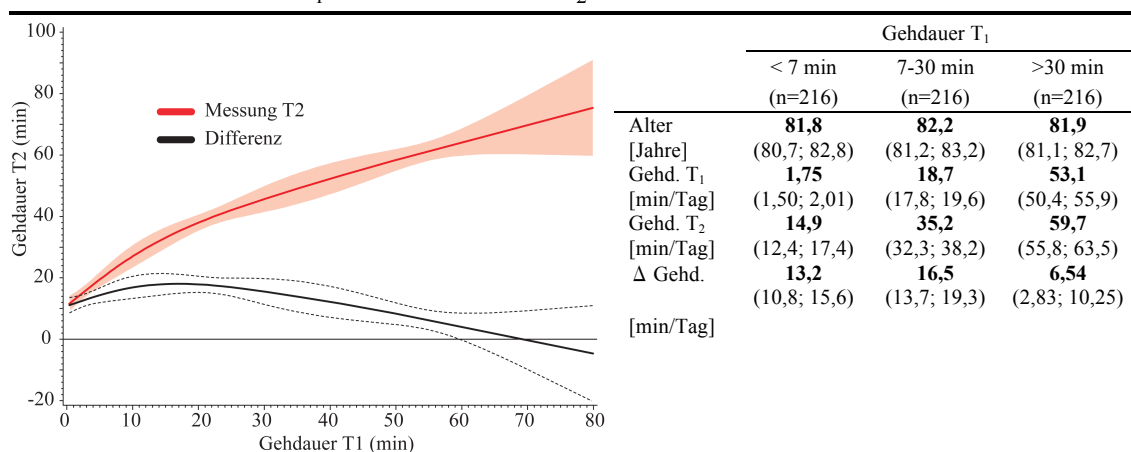
Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). T_{aufn}: Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Aufnahme. T₁/T₂: Zeitpunkt der 1. Messung/2. Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

Die Gehepisodendauer war zum Zeitpunkt T_1 ebenfalls negativ abhängig von dem Testergebnis des TUG. Im Laufe der Rehabilitation nahm die Gehepisodendauer bei Patienten mit schlechterem TUG Resultat mehr zu (2,49 s (KI 1,51; 3,47)) als bei den Patienten mit besseren Abschneiden im TUG (1,46 s (KI 0,87; 2,05)). Dadurch war zum Zeitpunkt T_2 die Gehepisodendauer für beide Patientengruppen etwas mehr als 15 s.

3.2.9 Körperliche Aktivität zu Beginn der Rehabilitation

Zur Untersuchung des Einflusses der körperlichen Aktivität bei Beginn der Rehabilitation auf die Aktivität nach 14 Tagen wurde eine Spline-Interpolation durchgeführt. Ferner wurden die Patienten anhand der Tertile der Gehdauer bei T_1 in drei Gruppen eingeteilt: Weniger als 7 min, 7 bis 30 min und mehr als 30 min Gehdauer.

Tab. 16 Gehdauer bei T_1 vs. Gehdauer bei T_2



Die Flächen ober- und unterhalb der Kurven (bzw. gestrichelte Linie) entsprechen dem 95%-Konfidenzband des Modells. Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle); T_1/T_2 : Zeitpunkt der 1./2. Messung, Δ entspricht dem Unterschied zwischen T_1 und T_2 , n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer.

Das durchschnittliche Alter der Patientengruppen unterschied sich kaum und lag zwischen 81,8 und 82,2 Jahren (Tab. 16). Insgesamt nahm die Gehdauer zwischen T_1 und T_2 bei allen Patienten zu. Patienten mit mittlerer Gehdauer (7-30 min) zum Zeitpunkt der ersten Messung (T_1) hatten mit 16,5 min (13,7; 19,3) durchschnittlich die größte Zunahme ihrer Gehdauer nach 14 Tagen (T_2). Patienten mit einer Gehdauer größer 30 Minuten bei T_1 hatten auch zum Zeitpunkt der zweiten Messung (T_2) am meisten Gehdauer, wobei sie die geringste Zunahme hatten.

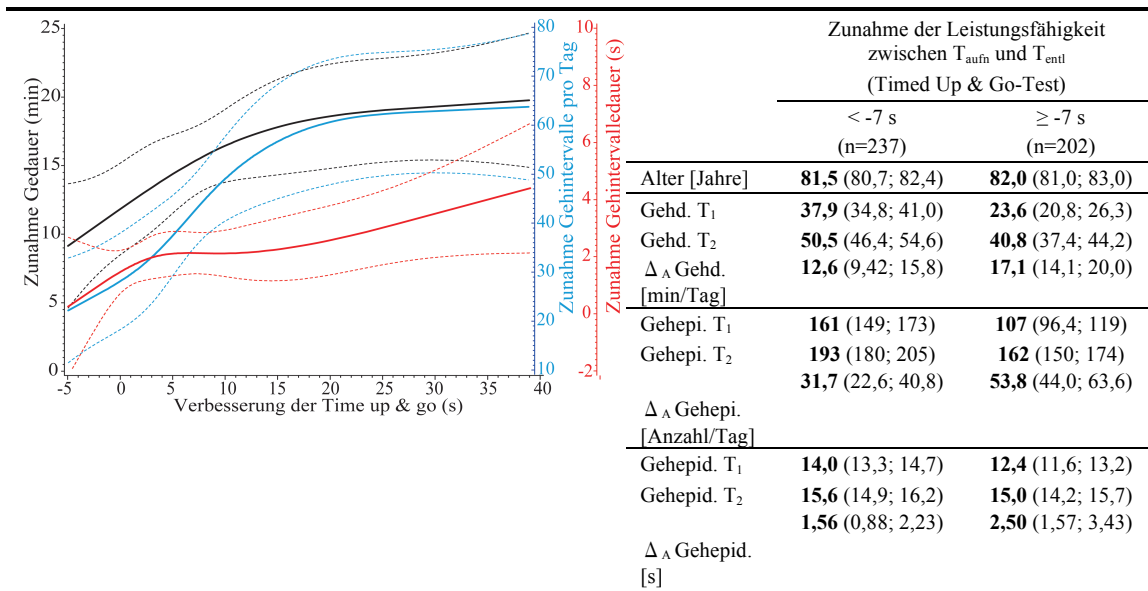
3.3 Zusammenhang zwischen der Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Aktivität

Bei den folgenden Ergebnissen handelt es sich um Beobachtungen an einem Teil der Patientenpopulation (n=395), für die Daten vom TUG sowohl bei T_{aufn} als auch bei T_{entl} vorhanden waren.

3.3.1 Absolute Betrachtung

Patienten, die eine größere Verkürzung der TUG Zeit ($\geq -7s$) im Vergleich zu anderen Patienten hatten, waren im Mittel 0,5 Jahre älter (Tab.). Diese Patienten hatten zum Zeitpunkt T₁ eine deutlich geringere körperlicher Aktivität in allen betrachteten Parametern, steigerten diese aber mehr als Patienten mit kleinere Verkürzung der TUG Zeit ($< -7s$). Beispielweise betrug die Gehdauer der Patientengruppen mit mehr als 7 s TUG Zeit Verbesserung bei T₁ 23,6 min (KI 20,8; 26,3), welche bis zum T₂ um 17,1 min (KI 14,1; 20,0) gesteigert hatte.

Tab. 17 Zunahme der körperlichen Leistungsfähigkeit vs. Parameter der körperlichen Aktivität



Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle). T_{aufn}/T_{entl}: Zeitpunkt der Erfassung der klinischen Parameter nach Aufnahme/Entlassung. T₁/T₂: Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

Die Gehdauer der anderen Patienten hingegen war 37,9 min für den Ausgangswert (T₁) mit einer Änderung um 12,6 min (KI 9,42; 15,8) nach 14 Tagen. Für die zwei weiteren Variablen, Gehepisoden und Gehepisodendauer, wurden ähnliche Beobachtungen gemacht. Entsprechend der Analyse in Gruppen, lieferte die Spline-Interpolation eine

positive Abhängigkeit zwischen der Verbesserung des TUG Ergebnis und der Zunahme an Gehdauer und Gehepisoden pro Tag. Dieser Zusammenhang war für kleinere Verbesserungen des TUG stärker als für große Verbesserungen. Auch bei Patienten, die sich im TUG verschlechterten, war eine Zunahme der körperlichen Aktivität erkennbar. Für die Zunahme der Gehepisodendauer wurde diese Abhängigkeit nicht beobachtet.

3.3.2 Relative Betrachtung

Für die Tests der körperlichen Leistungsfähigkeit verkürzten sich die Zeiten durchschnittlich um 18% für den 10-Meter-Gehtest (rel. Änderung 0,82 (KI 0,80; 0,85)) und 23% für den Timed up & go-Test (rel. Änderung 0,77 (KI 0,74; 0,79)) (Tab 18). Die Gehdauer steigerte sich in der Population um 41%. Dabei war die Steigerung der Anzahl (27%) und Dauer (13%) der Gehepisoden geringer.

Tab. 18 Relative Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Aktivität im Rehabilitationsverlauf

relative Änderung der körperlichen Kapazität (zwischen T_{aufn} und T_{entl}) und Aktivität (zwischen T_1 und T_2) der gesamten Population (n=395)	
Körperliche Leistungsfähigkeit	
Timed up & go Test (TUG)	0,77 (0,74; 0,79)
5-Chair-Rise-Test (5CR)	0,79 (0,77; 0,82)
10-Meter-walk-Test (10MW)	0,82 (0,80; 0,85)
Körperliche Aktivität	
Gehdauer	1,41 (1,05; 2,38)
Gehepisoden	1,27 (1,00; 1,88)
Gehepisodenlänge	1,13 (0,91; 1,40)

Die relative Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit entspricht dem Verhältnis der ermittelten Testergebnisse: $T_{\text{entl}}/T_{\text{aufn}}$. Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervallen). Die relative Änderung der körperlichen Aktivität entspricht dem Verhältnis der ermittelten Werten der Aktivität: T_2/T_1 . Die Werte entsprechen dem Median (unteres; oberes Quartil). n: Anzahl der Patienten

3.3.3. Einteilung nach der relativen Änderung im Timed up & go-Test

Die Patienten wurden anhand der relativen Änderung ($T_{\text{entl}}/T_{\text{aufn}}$) des TUG Testergebnisses in drei Gruppen eingeteilt (I) Patienten die sich im TUG Test verschlechterten (II) Patienten, deren Testergebnis gleich blieb oder bis zu halbierte (III) Patienten, die ihr Testergebnis mehr als halbieren konnten.

Das Alter der Patientengruppen war sehr ähnlich und lag im Mittel zwischen 81,1 und 81,9 Jahren (Tab. 19). Patienten, die für die Durchführung des TUG Test bei T_{entl} mehr Zeit benötigten als bei T_{aufn} , steigerten dennoch ihre körperliche Aktivität im Rehabilitationsverlauf. Die Gehdauer dieser Patienten nahm im Median um 24% und

3. ERGEBNISSE

ihre Gehepisodenlänge um 5% zu. Patienten, deren ihre TUG Zeit sich nicht veränderte oder bis zu halbierte, steigerten im Median ihre Gehdauer um 36%. Am meisten nahm die Aktivität bei Patienten zu, die ihr TUG Ergebnis mehr als halbierten. Sie konnten ihre Gehepisodenzahl fast (88%) verdoppeln und ihre Gehzeit mehr als verdoppeln (112%).

Tab. 19 Relative Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit vs. körperlichen Aktivität

	rel. Änderung der Timed up & go Testzeit		
	Verschlechterung der TUG Zeit (rel. Änderung >1) (n=37)	Reduktion der TUG Zeit um bis zu der Hälfte (rel. Änderung 0,5-1) (n=345)	starke Reduktion der TUG Zeit um mehr als die Hälfte (rel. Änderung < 0,5) (n=57)
Alter [Jahre]	81,1 (78,7; 83,5)	81,9 (81,2; 82,6)	81,6 (79,7; 83,5)
rel. TUG Änderung	1,31 (1,22; 1,40)	0,76 (0,74; 0,77)	0,39 (0,37; 0,41)
rel. Änderung der Gehd.	1,24 (0,91; 2,12)	1,36 (1,01; 2,26)	2,12 (1,35; 10,07)
rel. Änderung der Gehepi.	1,15 (0,85; 1,65)	1,23 (0,98; 1,84)	1,88 (1,37; 5,76)
rel. Änderung der Gehepid.	1,05 (0,93; 1,52)	1,15 (0,89; 1,39)	1,20 (0,97; 2,20)

Die rel. Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit entspricht dem Verhältnis der ermittelten Testergebnisse des TUG: $T_{\text{entl}}/T_{\text{aufn}}$. Die Werte für das TUG Ergebnis entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervallen). Die relative Änderung der körperlichen Aktivität entspricht dem Verhältnis der ermittelten Werten der Aktivität: T_2/T_1 . Die Werte entsprechen dem Median (unteres; oberes Quartil). n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer

4. DISKUSSION

Im ersten Abschnitt des vorliegenden Kapitels werden die verwendeten Methoden dieser Studie diskutiert. Dabei werden die Besonderheiten und Limitationen der Methoden beschrieben, welche für das Verständnis und die Interpretation der darauf folgenden Ergebnisdiskussion wichtig sind.

4.1 Methodendiskussion

Allem voran stellt diese Arbeit, nach bestem Wissen des Autors, momentan die umfangreichste sensorgestützte Studie in einer Rehabilitationsklinik dar (1). Mit Daten von 1251 Patienten aus der klinischen Routine, welche über etwas weniger als zwei Jahre gesammelt wurden, stand für diese Arbeit eine sehr umfangreiche Datengrundlage zur Verfügung. Trotz der Reduktion durch die Ausschlusskriterien verblieben Daten von 648 Patienten. Diese stellten eine aussagekräftige Datengrundlage dar. Aufgrund der Erhebung dieser Daten in der klinischen Routine erfolgte vorab keine Fallzahlplanung. Die routinemäßige, sensorgestützte Messung der körperlichen Aktivität wurde erstmals in der geriatrischen Rehabilitation durchgeführt und erforderte daher eine umfangreiche Planung. Aufgrund der erstmaligen Durchführung und der großen Patientenzahl konnten nicht alle Aktivitätsdaten planmäßig erfasst werden. Dies war auch der Grund für die Halbierung der Ausgangsdatenlage (1). Eine Ursache war, dass ein Teil der erhobenen Daten, die vor Festlegung der exakten Messzeitpunkte der Aktivität (T_1, T_2) erfasst wurden, aufgrund der Ausschlusskriterien (vgl. Kap 2.3) verworfen werden mussten. Andere häufige Ursachen für einen unvollständigen Aktivitätsdatensatz waren zu frühes oder spätes Anlegen oder Abnehmen des Sensors, sowie vorzeitige Entlassung bzw. Verlegung der Patienten. Des Weiteren lehnten manche Patienten die Sensormessung ab oder waren bei der Vorbereitung der Messung nicht auffindbar, da sie die Klinik unangemeldet verlassen hatten.

In der Vergangenheit stellte sich die sensorgestützte Messung der körperlichen Aktivität als wertvolles Instrument zur objektiven Beschreibung des Rehabilitationsverlaufs heraus (18, 26, 28, 62, 63). Die Wahl des activPAL (PAL Technologies Ltd., Glasgow, UK) erfolgte aufgrund der Erfahrung der Arbeitsgruppe mit dem Sensor (42, 64). Er zeigte in anderen Studien (46) reproduzierbare Ergebnisse unabhängig vom Befestigungspunkt am Oberschenkel und erleichterte dadurch die Handhabung im klinischen Alltag. Zur Etablierung des Sensors als klinisches Routineinstrument war

4. DISKUSSION

dieser Aspekt bei der Wahl des Sensors wichtig. Aufgrund seiner kompakten Größe und der Anwendung als Routineinstrument wurde der Sensor von den Patienten toleriert(1). Des Weiteren zeigten die Messungen keinen Deckeneffekt (1). Bei der Verwendung des Sensors in der Vergangenheit wurde ein Verlust an Sensitivität bei kleinen Gehgeschwindigkeiten beobachtet (45, 49). Da langsames Gehen im Rahmen einer geriatrischen Rehabilitation sehr wahrscheinlich ist, könnte dieser Bodeneffekt zu einem Unterschätzen der Gehdauer geführt haben (1). Ein weiteres Problem könnte die fehlende Verblindung der Patienten gegenüber dem Sensor gewesen sein. Sie könnte in manchen Fällen, aufgrund von Reaktivität, zu erhöhter Aktivität geführt haben.

Die Wahl des 14-tägigen Abstands zwischen den zwei Messungen erfolgte aufgrund verschiedener Ursachen (vgl. Kap 2.2.1): Da die Aufenthaltsdauer im Median bei 21 Tage lag, war bei einer Messung nach 14 Tage die Erfassung eines Großteils der Patienten möglich. Eine Verlaufsmessung zum Zeitpunkt der Entlassung hätte zwar den Therapieerfolg besser abgebildet, wurde aber aus organisatorischen und aus Gründen der schlechteren Vergleichbarkeit der Patienten aufgrund unterschiedlicher Aufenthaltsdauern nicht gewählt. Da auch ein Abstand von 13 bzw. 15 Tage zwischen T_1 und T_2 kein Ausschlussgrund darstellte (vgl. Kap 2.2.1), erfolgte bei 18 Patienten die Folgeuntersuchung am Wochenende (14 Pat. Samstag, 4 Pat. Sonntag). Da im Vergleich zu Werktagen die Wochenenden therapiefrei waren, könnte die Aktivität an den Wochenenden geringer ausgefallen sein.

Im Vergleich zu einer Erfassung der körperlichen Aktivität in einem definierten Zeitraum während des Tages (18, 29, 30) wurde die kontinuierliche Erfassung der Aktivität (über 24 Stunden) dem individuellen Bewegungsverhalten der Patienten besser gerecht. Zudem wurden dadurch Fehler in der Aufzeichnung z.B. durch fehlerhafte Anbringung, zu spätes Anlegen am Morgen und vorzeitiges Ablegen des Sensors am Abend vermieden. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die Verlaufsbeobachtung mittels zweier Messpunkte in der Aussagekraft bezüglich der individuellen Aktivitätsveränderung der Patienten limitiert ist (1). Zur Beurteilung des individuellen Fortschritts im Therapieverlauf wäre die kontinuierliche Aktivitätsaufzeichnung über den kompletten Rehabilitationsaufenthalt eine mögliche Lösung. Um die Aktivität repräsentativ für die Gruppe abzubilden, wurden die gemessenen Parameter über die gesamte Gruppe gemittelt und so glichen sich

4. DISKUSSION

individuelle, tagesabhängige Schwankungen wahrscheinlich wieder aus. Dies wurde auch in Studien berichtet, welche dieselbe Methode verwendeten (18, 65). Entsprechend genügte in der vorliegenden Studie ein einziger Tag zur Bestimmung der durchschnittlichen Aktivität für T₁ und T₂ in der Gruppe.

Zur Wahl der Parameter der körperlichen Aktivität gibt es bislang noch keine einheitliche Meinung (49). Gründe für die Wahl des Parameters "Gehdauer pro Tag" waren, dass er bereits in früheren Studien verwendet wurde und sich als zuverlässige Messgröße bei der Auswertung von Sensordaten erwiesen hat (42, 65). Zudem wurde die Gehdauer als intuitiv verstehbare Größe erachtet, die sich gut gegenüber dem Patienten und dem Gesundheitswesen erklären lässt. Beispielsweise könnte die tägliche Gehdauer in Zukunft als ein Therapieziel dienen, das gemeinsam mit dem Patienten festgelegt wird (1). Ferner könnte die Steigerung der Gehdauer als eine Kennzahl dienen, welche den Rehabilitationserfolg abbildet und nach der sich die Entlassung und die Erstattung durch den Kostenträger richtet.

Zur genaueren Untersuchung der Zusammensetzung der Gehdauer wurden die Anzahl und die durchschnittliche Dauer der Gehepisoden evaluiert. Da eine Gehepisode als zwei aufeinanderfolgende Schritte definiert wurde ergaben sich bei der Auswertung durchschnittlich kurze und viele Gehepisoden. Die Wahl der "Uptime" (gesamte Zeit im Gehen und Stehen) hätte hinsichtlich der Vergleichbarkeit mit anderen Studien Vorteile gehabt, konnte aufgrund eines Problems bei der Erfassung des Stehens (vgl. Kap. 2.2.2) aber nicht gewählt werden. Das Problem führte zu der Beobachtung, dass bei manchen Patienten bis zu 12 Stunden im Stehen erfasst wurde. Die wurde als unwahrscheinlich erachtet.

Die tägliche Gehdauer, als Determinante der Aktivität, wurde möglicherweise von der Umgebung und dem Tagesablauf in der Rehabilitationsklinik beeinflusst (1). Auch wenn die Architektur der Klinik eine große Bewegungsfreiheit bieten konnte, so war eine Einschränkung des Bewegungsraums durch die fremde Umgebung nicht auszuschließen. Zudem brachten die Therapieeinheiten die Patienten teilweise an ihre Leistungsgrenze, weshalb sich viele der Patienten danach in ihrem Zimmer ausruhten. Entsprechend konnte dies an den Messtagen zu einer Beeinflussung der natürlichen Aktivität während der Therapie und in der Zeit danach geführt haben. Zur Bestimmung der natürlichen Aktivität sollte daher in Zukunft eine zusätzliche Messung an

4. DISKUSSION

therapiefreien Tagen (Wochenende, Feiertage) erwogen werden (1). Zudem sollte der Einfluss von längeren Therapiepausen z.B. durch Feiertage auf den Rehabilitationserfolg untersucht werden. Als weiterer Einflussfaktor könnte der Tagesablauf in der Klinik zu einer Angleichung der Aktivität bei den Patienten geführt haben, wodurch die individuelle, körperlich mögliche Aktivität nicht beobachtet wurde. Eine Messung im häuslichen Umfeld nach der Beendigung der Rehabilitation könnte Aufschluss darüber geben, birgt aber das Problem der fehlenden Vergleichbarkeit aufgrund des Einflusses des häuslichen Umfelds (66, 67).

Aus den Daten des activPAL war es nicht möglich die Gehdistanz oder die Gehintensität zu bestimmen. Dies stellt eine Limitation dar, da aus der Gehdauer keine Aussage zur Intensität der Bewegung, beispielsweise Treppensteigen, leistungsintensiver Therapieeinheit und Gehen im Gang gemacht werden konnte (18). Mit der Erfassung der Bewegungsintensität werden daher erst in Zukunft detailliertere Einblicke in die Aktivität der Patienten möglich sein. Da der positive Effekt der Aktivität auf die Mortalität von der Intensität abzuhängen scheint, wird die Bestimmung der Aktivitätsintensität über den rehabilitativen Kontext hinaus von großem Interesse sein (68). Des Weiteren werden neue Möglichkeiten zur Beschreibung der Aktivität im Fokus der Forschung sein. Bisherige Untersuchungen zur Aktivität untersuchten nur einzelne Aspekte der Aktivität getrennt voneinander. Neue Ansätze zur Beschreibung der Aktivität versuchen der Natur der Bewegung gerecht zu werden, indem sie gleichzeitig mehrere Aktivitätsparameter wie z.B. Gehdauer, Schrittgeschwindigkeit, Schrittrhythmus betrachten. Dies gelingt durch Visualisierung in Form von Bewegungs-Barcodes und der Berechnung von Kennzahlen, welche das Aktivitätsmuster beschreiben (69). Vielleicht ist es in Zukunft möglich daraus beispielsweise Informationen zum gesundheitlichen Zustand und zum möglichen Sturzrisiko der untersuchten Person zu erhalten(1).

Wie in den Methoden beschrieben wurden die Testergebnisse zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit aus den Daten der klinischen Routine entnommen. Für den Messzeitpunkt (Datum, Uhrzeit) lagen keine Daten vor. Während die Aufnahmeuntersuchung (T_{aufn}) zeitlich relativ einheitlich stattfand, konnte der Zeitpunkt der Entlassungsuntersuchung individuell unterschiedlich sein. Auch die Tageszeit der Erhebung konnte mitunter verschieden sein, wobei ein Einfluss aufgrund

4. DISKUSSION

vorangegangener Therapien nicht auszuschließen ist. Ferner konnte für den Timed up & go-Test (TUG) bei der Untersuchung von geriatrischen Patienten schlechte Test-Retest-Reliabilität festgestellt werden (70). Grund dafür ist ein hoher kognitiver Anteil des Tests, welcher viele Teilkomponenten beinhaltet. Dies konnte auch bei Patienten mit kognitiver Beeinträchtigung und Orientierungsstörungen beobachtet werden, die tendenziell schlechtere Werte aufwiesen (Daten nicht gezeigt). Da der Unterschied nicht eindeutig war und kein Einfluss auf die Änderung zwischen T_{aufn} und T_{entl} festgestellt wurde, stellten diese Beobachtungen kein Ausschlusskriterium für den Test dar. Des Weiteren wurden für den TUG, wie für andere Tests der körperlichen Leistungsfähigkeit, Bodeneffekte bei geriatrischen Patienten beobachtet (16, 54). Dies zeigt sich an der reduzierten Patientenzahl in Kap. 3.2.8 und Kap. 3.3. Ein Hauptursache für das Fehlen der Daten war die Unfähigkeit viele Patienten bei Therapiebeginn bzw. Therapieende den Test durchzuführen. Für zukünftige Studien wäre daher die Erfassung des ETUG (expanded Timed up & go-Test (71)), der eine höhere Reliabilität bei älteren Personen mit Bewegungseinschränkungen gezeigt hat, zu erwägen. Für das Resultat des Five-Chair-Rise-Test (5CR) und dessen Änderung der Testzeit ist zu bedenken, dass neben der Geschwindigkeit auch die Sicherheit der Aufstehbewegung Therapieziel war. Somit konnte die Verbesserung der Testzeit den Therapieerfolg nur teilweise abbilden. Ähnliches gilt auch für den 10-Meter-Walk-Gehtest (10MW). Da der Test den Gebrauch einer Gehhilfe erlaubte, dies aber nicht dokumentiert wurde, war der Therapieerfolg anhand der Testzeit nur teilweise nachvollziehbar (72). Beispielsweise konnte die Messung T_{aufn} noch mit Gehhilfe erfolgt sein, während die zweite Messung T_{entl} ohne Gehhilfe erfolgte. Eine Verschlechterung der Testzeit konnte dementsprechend auch einen Therapieerfolg beinhalten. Da die drei Tests zur körperlichen Leistungsfähigkeit von einem Teil der Patienten nicht durchführbar war, besteht die Möglichkeit der Selektion aufgrund des entsprechend verkleinerten Patientenkollektivs. Der Barthel-Index, als Beschreibung der Aktivitäten des täglichen Lebens, hat gute Reliabilität (73, 74), ist leicht durchführbar und konnte daher bis auf eine Ausnahme bei allen Patienten bestimmt werden. Zur Erfassung der kognitiven Leistungsfähigkeit wurde der DemTect verwendet, der bereits leichte kognitive Einschränkungen gut erfasst (53).

Bei der statistischen Auswertung wurde auf die Verwendung von Signifikanztests,

4. DISKUSSION

aufgrund notwendiger Voraussetzungen und häufiger Fehlinterpretation der Ergebnisse, verzichtet (75). Stattdessen wurden die Ergebnisse, wie von der American Psychological Association (APA) empfohlen, anhand von Mittelwerten und Konfidenzintervallen bzw. Splines mit Konfidenzbändern dargestellt (76). Da die Konfidenzintervalle beim Vergleich von Patientengruppen häufig überlappten und auf eine Signifikanztestung verzichtet wurde, ist bei den beschriebenen Unterschieden generell von einer Tendenz auszugehen.

4.2 Ergebnisdiskussion

Im Folgenden werden die Resultate entsprechend ihrer Reihenfolge aus dem Ergebnisteil diskutiert. Dabei stellt die Gehdauer den hauptsächlich diskutierten Anteil der körperlichen Aktivität dar. Auf die Ergebnisdiskussion der Dauer und Anzahl der Gehepisoden wird, aufgrund ähnlicher Beobachtungen, nur bei Besonderheiten eingegangen.

4.2.1 Beschreibung der Untersuchungspopulation

Insgesamt wurden die Daten von insgesamt 648 Patienten analysiert. Die Untersuchungspopulation war vergleichbar mit den Beobachtungen großer Metaanalysen zum Patientenkollektiv in geriatrischen Rehabilitationskliniken in Baden-Württemberg (13). Dies spricht für die Repräsentativität der vorliegenden Studie.

Das Durchschnittsalter lag bei 81,9 Jahren bei einem durchschnittlichen BI von 61,2. Dies ist vergleichbar mit den Werten anderer Studien aus derselben Rehabilitationsklinik (18, 28, 29). Prozentual waren mehr Patienten in den älteren Altersgruppen. Dies entspricht der Beobachtung einer zunehmenden Morbidität mit steigendem Alter (77) und daher häufigeren Aufnahmen in die Rehabilitation (13). Über den größeren Anteil von Frauen und deren durchschnittlich höheres Alter wurde ebenfalls bereits berichtet (13, 28). Bei beiden Geschlechtern stellte die Diagnose Femurfraktur, vor zerebrovaskulärer Erkrankung, den häufigsten Einweisungsgrund dar (1). Ähnliche Häufigkeiten berichtet Rapp et al. bei akuten Krankenhausaufnahmen (78) und Jamour et al. bei Aufnahmen in Rehabilitationskliniken (13). Darüber hinaus gab es diverse andere Einweisungsursachen, die rund 70% ausmachten und unter "sonstige Erkrankungen" zusammengefasst wurden. Allgemein waren die Frauen bei Aufnahme

mobiler, besser orientiert, hatten etwas bessere kognitive Fähigkeiten und hatten einen höheren BI.

4.2.2 Körperliche Aktivität und Leistungsfähigkeit

Die kumulierte Gehdauer pro Tag zu Rehabilitationsbeginn betrug 31,3 min und wies einen geringen Unterschied zwischen Frauen und Männern auf. Die Dauer lag über dem Wert vorheriger Studien in derselben Klinik, welche die Gehdauer von Patienten mit Hüftfraktur (T_1 : 7,0 min, (29)), Schlaganfall (T_1 : 23,3 min, (18)) und Femurfraktur (T_1 : 7,02 min, (28)) untersuchten. Allerdings verwendeten diese Studien einen anderen Beschleunigungssensor, wodurch ein Einfluss nicht auszuschließen ist (1). Der vergleichsweise hohe Wert der vorliegenden Studie, könnten auch durch den großen Anteil von Patienten mit sonstigen Erkrankungen (68,8%) zustande gekommen sein. Diese litten eventuell nicht an einer Beeinträchtigung im unteren Bewegungsapparat und waren folglich weniger im Gehen gehindert. Etwas jüngere, selbstständig lebende Personen (75,6 Jahre) hatten ca. eine dreimal höhere Gehdauer, als der Durchschnitt der Rehabilitanden (79). Hinsichtlich der Anzahl an Gehepisoden und deren Dauer fand sich nur eine Studie mit Femurfrakturpatienten, bei denen geringere Werte beobachtet wurden (28). Die große Standardabweichung der Geh-Parameter spiegelten die bereits erwähnte Diversität der Krankheitsbilder in der Rehabilitation wieder.

Die Tests zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Rehabilitationsbeginn deuteten auf eine eingeschränkte Gehgeschwindigkeit und eine Einschränkung der Mobilität bzw. der Aufstehbewegung hin. Für den Five-Chair-Rise Test benötigten gesunde Vergleichspersonen beispielsweise 12,5 s (65) während die Rehabilitanden 26,1 s benötigten. Diese Werte entsprechen Beobachtungen an Schlaganfall und Femurfraktur Patienten in der Rehabilitation (18, 65).

Ein Ziel der geriatrischen Rehabilitation ist es, die Teilhabechance für den Einzelnen so weit wie möglich zu steigern. Zusätzlich zur Steigerung der Leistungsfähigkeit, ist es derzeit das Ziel der Rehabilitation die Voraussetzungen für die Selbstständigkeit und Teilhabe am sozialen Leben zu schaffen (1, 10). Dies steht im Einklang mit dem ICF Konzept der WHO (11). Ein wichtiger Teil der Selbstständigkeit stellt dabei die Mobilität bzw. körperliche Aktivität dar. Entsprechend kann die Messung der körperlichen Aktivität eines der Rehabilitationsziele widerspiegeln. Insgesamt konnte nach 14-tägigem Klinikaufenthalt eine durchschnittlich 12,1 min (38,7%) längere Gehdauer (bei

4. DISKUSSION

geringer Streuung) der Studienpopulation festgestellt werden. Dies stellt ein zentrales Ergebnis dieser Studie dar und ist ein Indiz für den Erfolg der rehabilitativen Maßnahme (1). Die Verlängerung der täglichen Gehdauer setzte sich größtenteils aus mehr Gehepisoden und zu einem kleinen Teil aus der Verlängerung der Episodendauer zusammen.

Während die durchschnittliche, absolute Steigerung der körperlichen Aktivität nur eine geringe Streuung aufwies, zeigten sich bei der Berechnung der relativen Steigerung (prozentuale Zunahme) teilweise beträchtliche Unterschiede. Ein möglicher Grund dafür sind die zum Zeitpunkt T_1 sehr immobilen Patienten, welche durch eine therapiebedingte Steigerung ihrer Gehminuten eine große prozentuale Steigerung verzeichnen. Zum Beispiel wurde für einige, vermutlich bettlägerige Patienten bei T_1 weniger als 1 min Gehen registriert. In solchen Fällen war es schwierig zwischen einem Messfehler und tatsächlich gemessener Inaktivität zu unterscheiden. Aufgrund der Streuung der relativen Werte wurde die prozentuale Veränderung daher aus den Mittelwerten für T_1 und T_2 berechnet.

Für Männer ergab sich eine etwas größere Zunahme der Gehdauer und Verlängerung der Gehepisoden. Der Einfluss des Geschlechts auf die Aktivität wurde in Studien bereits beobachtet (33, 80-82), fiel aber in dieser Studie vergleichsweise gering aus. Ein Grund für den geringen Unterschied könnte das insgesamt niedrige Aktivitätsniveau gewesen sein, wodurch der Einfluss des Geschlechts im rehabilitativen Rahmen kaum eine Rolle gespielt hat. Aufgrund der geringfügigen Unterschiede zwischen den Geschlechtern wurde in den weiteren Analysen auf eine Unterscheidung verzichtet.

Allgemein betrachtet haben die Patienten nach zweiwöchiger Therapie die körperlichen Möglichkeiten, sich täglich eine halbe Stunde zu bewegen (1). Für die meisten Patienten ist diese tägliche Bewegung, teilweise mit nur geringem Bewegungsradius, noch mit großer Anstrengung verbunden. Auch wenn der Bewegungsumfang nicht dem gesunder Vergleichspersonen entspricht, so ist er aufgrund der großen Anstrengung dennoch vergleichbar mit der Empfehlung der WHO, sich wöchentlich 5 mal 30 Minuten intensiv zu bewegen (83, 84). Die stationäre Rehabilitation ist einer der ersten Schritte auf dem Weg zur Wiederherstellung des körperlichen Ausgangszustandes, der vor dem Akutereignis bestand. Sie soll die Patienten dazu befähigen, nach Entlassung die Dauer und den Radius ihre Bewegung weiter zu steigern. So konnten Studien zeigen, dass

4. DISKUSSION

Patienten nach einem stationären Aufenthalt im häuslichen Umfeld ihre Aktivität weiter steigerten (85). Durch zusätzliche Trainingsprogramme konnte der körperliche Zustand weiter verbessert werden, führte aber teilweise zu einem erhöhten Sturzrisiko (86). Wie nachhaltig Patienten von einer rehabilitativen Maßnahme profitieren und wie Einfluss darauf genommen werden kann, sollte der Inhalt zukünftiger Studien sein (1). Eine aktuelle Studie beschäftigt sich bereits mit der Entwicklung eines Trainingsprogramm für ältere Patienten mit kognitiven Einschränkungen, bei denen ein nachhaltiger Effekt der Rehabilitation seltener beobachtet wird (87).

Ob eine geriatrische Rehabilitation überhaupt stationär erfolgen muss und wenn ja in welchem Umfang, ist Thema aktueller Diskussionen. Über die Gleichwertigkeit von stationärer und ambulanter Rehabilitation wurde bereits in Studien über ältere Patienten mit muskuloskelettaler Erkrankung (88) , Schenkelhalsfraktur (89, 90) oder nach Gelenkersatz berichtet (91). Für Schlaganfallpatienten konnte ebenfalls der Vorteil einer frühen Entlassung mit einer anschließenden Rehabilitation im häuslichen Umfeld festgestellt werden (92). Dabei wurde, wie erwartet, eine höhere Kosteneffektivität einer häuslichen Rehabilitation für diese Patienten festgestellt. Zudem waren die Patienten zufriedener mit der Behandlung. Angesichts eine stark belasteten Gesundheitssystem und der demographischen Entwicklung wären dadurch zukünftig Kosteneinsparung im geriatrischen Bereich möglich. Allerdings zeigte sich jüngst, dass Patienten nach Hüftfraktur im Falle einer kosteneffektiven häuslichen Rehabilitation eine erhöhte Mortalitäts- und Rehospitalisierungsrate haben (93, 94). Zudem ist die Möglichkeit zu Rehabilitation im eigenen Zuhause stark vom sozialen Umfeld abhängig. Wahrscheinlich wird für Patienten ohne sozialer Unterstützung oder stark körperlich beeinträchtigte Patienten die stationäre Rehabilitation vorerst Mittel der Wahl bleiben. Welche Patientenkriterien eine ambulante Rehabilitation, sowohl hinsichtlich des Heilungsprozesses als auch der Kosteneffektivität, begünstigen, muss in zukünftigen Studien evaluiert werden.

4.2.3 Prädiktoren für die Änderung der körperlichen Aktivität

4.2.3.1 Patientenalter

Unabhängig vom Alter profitierten alle Patienten von der Rehabilitation durch eine Zunahme an körperlicher Aktivität. Dies entspricht der Beobachtung einer großen Metaanalyse, dass Patienten, auch die besonders Alten, durch eine Zunahme an körperlicher Leistungsfähigkeit von der Rehabilitation profitieren (13). Im Detail zeigte sich allerdings ein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Aktivität. Der Einfluss des Alters auf die Aktivität wurde schon in mehreren Studien berichtet (17, 31-33, 80-82, 95). Entsprechend wurde auch in dieser Studie zum Zeitpunkt T_2 bei der Spline-Interpolation eine negative Assoziation zwischen dem Patientenalter und der Gehdauer gefunden(1). Die Beobachtungen zum Zeitpunkt T_1 zeigten hingegen einen parabelförmigen Verlauf mit kürzerer Gehdauer bei besonders jungen und besonders alten Patienten. Die Steigerung der Aktivität war bei den jüngsten Patienten am größten und nahm mit zunehmendem Alter ab. Ab 80 Jahren konnte kein Einfluss mehr beobachtet werden (1). Demnach steigerten die Patienten über 80, die über die Hälfte der Population darstellten (Alter > 80, n=395), ihre Aktivität in ähnlichem Umfang und dies unabhängig vom Alter. Einer der Gründe für die geringere Aktivität der jüngeren Patienten am Rehabilitationsbeginn könnte die Schwere ihrer Diagnose bzw. ihrer Beeinträchtigung gewesen sein. Aufgrund dieser wurden sie in eine geriatrische Rehabilitation eingewiesen und nicht, wie für ihr Alter üblich, in eine organspezifische Rehabilitation. Durch eine erfolgreiche Therapie nahmen diese Patienten nach anfänglich starker Beeinträchtigung überproportional an Bewegung zu.

Die Beobachtung zeigt, dass jüngere Patienten möglicherweise ein größeres Potential zur Regeneration haben und das dieses mit dem Alter abnimmt. Für die Therapieplanung und die Zielsetzung gilt es dies zu beachten, um das jeweilige Potential optimal auszuschöpfen. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass alle Altersklassen von einer Rehabilitation profitierten, wobei die Aktivität nach zweiwöchiger Therapie und die Aktivitätsverbesserung durch das Alter beeinflusst wurde.

4.2.3.2 Barthel-Index

Da ein Zusammenhang zwischen funktionellem Status des Patienten und seiner körperlichen Aktivität naheliegend erschien, wurde der Barthel-Index (BI) bei Aufnahme als Prädiktor untersucht. Entsprechend der Hypothese wurde für beide Messzeitpunkte T_1 und T_2 eine positive Korrelation zwischen Barthel-Index und der täglichen Gehdauer gefunden (1). Demnach kann die Erfassung des Barthel-Index teilweise Aufschluss über die Aktivität der Patienten geben. Bei der Betrachtung im Detail ergab die Einteilung in Gruppen ein durchschnittlich höheres Alter der Patienten mit einem BI unter 50, was ebenfalls einen Einfluss auf die geringere Gehdauer gehabt haben könnte. Vergleichbar zu der in dieser Studie gefundenen Korrelation konnten Chipperfield et al. bei vorwiegend allein lebenden Personen einen positiven Zusammenhang zwischen der Aktivität des täglichen Lebens und dem funktionellen Status beobachten (34). Des Weiteren zeigte eine Studie mit älteren Schlaganfall-Patienten ebenfalls eine signifikante Korrelation zwischen der "Uptime" (gesamte Zeit im Gehen oder Stehen) und dem Barthel-Index sowohl zu Beginn als auch bei Entlassung (35).

Für die Prädiktion der Aktivitätssteigerung durch den anfänglichen BI konnte kaum ein Einfluss festgestellt werden. Beide Patientengruppen, eingeteilt in BI kleiner und größer gleich 50, steigerten die tägliche Gehdauer. Anhand der Spline-Interpolation zeigte sich ein geringfügiger Zusammenhang bei den Patienten mit einem BI unter 50: Je geringer der BI bei Rehabilitationsbeginn war, desto kleiner war die Zunahme an Gehdauer (1). Patienten mit einem BI über 50 hatten durchschnittlich annähernd gleiche Gehdauerzunahmen. Demnach zeigte sich, dass vom BI bei Aufnahme keine eindeutige Aussage zur möglichen Zunahme der Aktivität getroffen werden konnte. Der Großteil der Patienten profitierte unabhängig vom BI bei Therapiebeginn in ähnlichem Umfang von der Rehabilitation. Die Praxis, den BI als Kriterium zur Rehabilitationsfähigkeit zu verwenden, ist daher in diesem Zusammenhang kritisch zu betrachten (52).

Für den Vergleich konnte keine andere Studie gefunden werden, die diesen Aspekt untersucht hat. Es gibt lediglich eine Studie von Askim et al., die eine lineare Korrelation zwischen der Änderung der Zeit in aufrechter Haltung und der Verbesserung des BI (10,5 min/5 BI Punkte) bei Patienten nach einem Schlaganfall gefunden haben (36). Da die Suche nach mögliche Prädiktoren im Vordergrund stand,

wurde die Untersuchung dieses Zusammenhangs allerdings nicht durchgeführt.

4.2.3.3 Kognitive Fähigkeit und Orientierung

Es konnte zu beiden Messzeitpunkten keine eindeutiger Einfluss der kognitiven Fähigkeit auf die körperliche Aktivität beobachtet werden (1). Patienten mit einer "geringen kognitiven Einschränkung" hatten zu Beginn (T_1) tendenziell am meisten Aktivität. Interessanterweise verbesserten sich die zwei anderen Patientengruppen ohne und mit starker Beeinträchtigung in dem Maße, dass alle drei Patientengruppen bei T_2 vergleichbare Aktivität aufwiesen (bei ähnlicher Streuung). Gemäß dieser Beobachtung konnte bei Patienten, unabhängig von deren kognitiven Fähigkeit, ein vergleichbarer Rehabilitationserfolg erzielt werden. Allgemein nahm das Alter der Patientengruppe mit der Schwere der kognitiven Beeinträchtigung zu. Dies entspricht der Beobachtung, dass die Demenzprävalenz mit dem Alter zunimmt (96).

Eine Studie mit Femurfrakturpatienten konnte ebenfalls keinen Einfluss der kognitiven Funktionalität auf die körperliche Aktivität feststellen (28). Die Kognition wurde in diesem Fall durch den SOMC Score (97) erfasst, der Fragen zu den Bereichen Gedächtnis, Orientierung und Konzentration beinhaltet. Im Gegensatz dazu konnte von Zhu et al. bei einer detaillierteren Untersuchung ein Einfluss der Kognition auf die Aktivitätsintensität festgestellt werden (37). Dabei hatten die Probanden ohne kognitive Beeinträchtigung mehr gesundheitsförderliche, mäßige bis kräftige Aktivität² (98) als Patienten, die unter einer Beeinträchtigung litten. Eine ähnliche Beobachtung wurde auch von Kerr et al. gemacht, die eine Abhängigkeit der Aktivitätsintensität von der kognitiven Funktionalität beobachteten (38).

Umgekehrt zeigte sich körperliche Bewegung als protektiver Faktor gegenüber kognitiver Beeinträchtigung und Demenz (99-101). Als Grund dafür wird der Einfluss von körperlicher Aktivität auf das Volumen des Hippocampus vermutet (102). Demnach scheint die Maximierung der körperlichen Aktivität auch für die Therapie und Prophylaxe einer Demenz dienlich zu sein. Der Unterschied zwischen den Beobachtungen der anderen Studien und den der vorliegenden Studie kann mehrere Gründe haben. Zum einen wurde in diesen Studien der Zusammenhang zwischen

² MVPA, Moderate to vigorous physical activity, entspricht einer Leistung von 3 - 5,9 MET (Metabolisches Äquivalent) (85) .

4. DISKUSSION

Kognition und Aktivitätsintensität beobachtet. Da die Bestimmung der Intensität in der vorliegenden Studie nicht möglich war (vgl. Kap. 4.1), konnte dieser möglicherweise bestehende Zusammenhang nicht untersucht werden. Zum anderen könnte die Verwendung anderer Messmethoden der kognitiven Beeinträchtigung einen Einfluss gehabt haben. Während die Einteilung in dieser Studien anhand des DemTect erfolgte nutzen die Studien, die einen Zusammenhang zwischen Kognition und Aktivität beobachteten, den Trail-Making Test(103) oder die Mini-Mental State Examination (MMSE)(104). Des Weiteren wurden diese Studien an Personen gemacht, die keine Beeinträchtigung im Bewegungsapparat aufwiesen. Wie schon zuvor erwähnt, kann im Rahmen der geriatrischen Rehabilitation das Niveau der körperliche Aktivität zu Beginn noch so gering sein, dass kognitive Faktoren nur einen geringen Einfluss auf die Aktivität hatten.

Anhand der Beobachtungen profitieren Patienten also in der frühen Phase der Rehabilitation unabhängig von kognitiven Einschränkungen von der Rehabilitation.

Patienten mit einer Orientierungsstörung zeigten zu beiden Messzeitpunkten (T_1, T_2) eine verringerte Aktivität. Das höhere Alter und die schlechteren kognitiven Fähigkeiten dieser Patientengruppe sind dabei als Einflussfaktor nicht auszuschließen. Auf die Änderung während der Rehabilitation hatte die Orientierungsstörung jedoch keinen Einfluss. Beide Patientengruppen hatten betragsmäßig fast die gleiche Zunahme der Gehdauer. Dabei spiegelte die große Streuung der Werte bei den Patienten mit Orientierungsstörung vermutlich die Heterogenität dieser Patientengruppe wieder. Zur Einfluss einer Orientierungsstörung auf die Aktivität konnte keine Literatur gefunden werden. Ein Erklärungsversuch könnte sein, dass die Orientierungsstörung zu einer Einschränkung der Bewegungsfreiheit und folglich zu einer reduzierten Aktivität geführt hat. Allerdings scheint die Steigerung der Aktivität unabhängig davon gewesen zu sein.

4.2.3.4 Indexerkrankung

Während dem Zeitraum der Beobachtung hatten Patienten mit einer zerebrovaskulären Krankheit bei beiden Messungen die längste tägliche Gehdauer (T_1 : 34,1 min; T_2 :46,8 min) (1). Grund dafür könnte das breite Spektrum der zerebrovaskuläre Krankheiten gewesen sein, die in ihrer Ausprägung und Schwere variieren können. Dazu zählen unter anderem Schlaganfälle, intrazerebrale und subarachnoidale

4. DISKUSSION

Blutungen, Hirninfarkte und Stenosen oder Verschlüsse zuführender Gefäße. Transitorische Ischämien (TIA) werden nicht zu dieser Gruppe gezählt. Die Patientengruppe war somit heterogen, was sich auch in den großen Konfidenzintervallen der Aktivitätsparameter widerspiegelte. Da schwere Fälle von zerebrovaskulären Erkrankungen häufiger in neurologischen Rehabilitationskliniken behandelt werden, setzte sich die Patientengruppe in der geriatrischen Rehabilitation wahrscheinlich größtenteils aus weniger schweren Fällen zusammen. Diese leichteren Fälle werden häufig auch aufgrund internistischer Begleiterkrankungen in die Rehabilitation aufgenommen, die nur einen geringen Einfluss auf die Bewegungsfähigkeit haben. Dies könnte die vergleichsweise höhere Gehdauer dieser Patientengruppe erklären. Dabei lag die erfasste Gehdauer zwischen den Beobachtungen von Lindemann et al. (T_1 : 23,3 min, T_2 : 28,4 min) (18) und Prajapati et al. (47,5min³) (105) die in rehabilitativen Kliniken an Schlaganfall Patienten gemacht wurden⁴. Die geringste Aktivität hatten Patienten mit Femurfraktur, deren Gehdauer über der von Nicolai beobachteten Gehdauer lag (T_1 :7,02 min; T_2 :16,3 min) (28). Angesichts der starken Beeinträchtigung des Bewegungsapparats durch eine Femurfraktur ist diese Beobachtung nachvollziehbar. Die Vermutung war allerdings, dass diese Patienten durch die gezielte Therapie ihre Gehaktivität vergleichsweise stark steigern würden. Entgegen dieser Annahme nahm die Aktivität der drei Patientengruppen in ähnlichem Umfang zu. Beispielsweise hatten Patienten mit zerebrovaskulärer Krankheit bei der Baselineuntersuchung (T_1) bereits eine doppelt so große Gehdauer wie Femurfrakturpatienten und steigerten diese aber betragsmäßig in vergleichbarem Umfang. Aufgrund der Schwere der Beeinträchtigung verbessern sich Femurfrakturpatienten möglicherweise langsamer, als andere Patientengruppen. Dass sie beispielsweise weniger von einer Rehabilitation profitieren als Patienten mit zerebrovaskulären Erkrankungen, kann aus diesen Beobachtungen nicht geschlossen werden. Allerdings wurde berichtet, dass Schlaganfallpatienten auf lange Sicht mehr von einer Rehabilitation profitierten als Patienten mit einer Femurfraktur (106). Ob sich dies bereits in frühen Stadium der Rehabilitation

³ Gemessen an Patienten, bei den ein Schlaganfall durchschnittlich 37,8 Tage zurücklag.

⁴ Da der Schlaganfall zu den Diagnosen aus dem Gebiet der zerebrovaskulären Krankheiten zählt, wurde es hier für den Vergleich herangezogen.

4. DISKUSSION

bemerkbar macht und auch für leichtere Fälle von zerebrovaskulären Erkrankungen gilt, ist fraglich. Zusammenfassend zeigte sich anhand der Ergebnisse, dass die Einweisungsursache nur einen Einfluss auf das Aktivitätsniveau, nicht aber die Aktivitätssteigerung hatte.

4.2.3.5 Mobilität

Wie vermutet hatten die Patienten zu beiden Messzeitpunkten (T_1 , T_2) mehr Aktivität je mobiler sie bei Rehabilitationsaufnahme waren. Zudem konnten bettlägerige oder nur im Rollstuhl mobile Patienten ihre Aktivität auch im Rehabilitationsverlauf weniger als mobilere Patienten steigern (1). Es scheint als profitierte diese Patientengruppe weniger von der Therapie als andere Patienten. Dem widerspricht aber teilweise die Tatsache, dass das Therapieziel bei diesen Patienten das Gehen an sich und nicht dessen quantitative Steigerung war. Somit kann bei dieser Patientengruppe der vergleichsweise nur halb so große Aktivitätszuwachs als adäquater Therapieerfolg bewertet werden. Die Vermutung, dass selbständig mobile Patienten ihre Aktivität mehr als die anderen Patienten steigern zeigte sich nicht. Im Detail hatten eine ca. gleich große Gehdauerzunahme, wie Patienten die vor Therapiebeginn mit Hilfsperson mobil waren (MI 4/5.) Diese Beobachtung sollte auf dem Hintergrund der Ausgangsaktivität bei T_1 betrachtet werden: Die bei Therapiebeginn selbständig mobile Patientengruppe (MI 6/7) hatte, bei fast doppelt so großer Ausgangsaktivität, eine gleich große Steigerung wie Patienten, die anfangs mit Hilfsperson mobil waren. Dies kann als überproportionale Aktivitätssteigerung der Patientengruppe mit MI 6/7 gewertet werden, da es mit steigender Ausgangsaktivität anstrengender ist an Aktivität zuzulegen. Betrachtet man die Aktivitätszunahme unter diesem Aspekt, führt dies zu der möglichen Schlussfolgerung, dass der Umfang der Aktivitätszunahme abhängig von der selbständigen Mobilität bei Therapiebeginn war.

4.2.3.6 Distanz zum Speisesaal

In der Vergangenheit wurde die Architektur des Klinikgebäudes bzw. die Distanz zwischen Speisesaal und Patientenzimmer als möglicher Confounder für die Aktivität beschrieben (28). Die aktuelle Studie fand jedoch keinen Einfluss der Distanz zwischen Zimmer und Speisesaal auf die Gehdauer pro Tag. Es konnte lediglich ein geringer Zusammenhang zwischen der Strecke zum Speisesaal und den Gehepisoden festgestellt

werden: Bei größeren Distanzen wurden tendenziell weniger, dafür aber längere Gehepisoden beobachtet. Hinsichtlich der Gehepisodendauer könnte sich der leichte Unterschiede zwischen den Patientengruppen möglicherweise durch die notwendigen längeren Gehstrecken für die Patienten mit größerer Distanz zum Speisesaal zu den Essenszeiten ergeben haben. Dass sich diese Patienten darüber hinaus mehr bewegt haben, konnte anhand der Daten nicht festgestellt werden. Der leicht abnehmende Zusammenhang bei der Anzahl der Gehepisoden ist eventuell auf die weiteren Gehstrecken zu den zentralen Einrichtungen der Klinik zurückzuführen. Die größere notwendige Anstrengung könnte dabei die Gehepisodenhäufigkeit dieser Patienten negativ beeinflusst haben. Insgesamt war der Einfluss der Distanz zwischen Patientenzimmer und Speisesaal auf die körperliche Aktivität marginal in dieser Studie. Eine Konsequenz für die zukünftige Zimmerzuteilung zu Therapiezwecken ist daher aus diesen Ergebnissen nicht abzuleiten.

4.2.3.7 Körperliche Leistungsfähigkeit zu Beginn der Rehabilitation

Der Zusammenhang zwischen der Aktivität und der körperlichen Leistungsfähigkeit wurde, wie beschrieben (vgl. Kap. 2.6.1), anhand des TUG exemplarisch für die anderen klinischen Tests (5CR,10MW) analysiert. Die Analyse der zwei anderen Tests zeigte einen ähnlichen Einfluss und wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht weiter diskutiert. Es sei nochmals auf die durch Bodeneffekte oder aus anderen Gründen reduzierte Population bei der Betrachtung der folgenden Ergebnisse hingewiesen.

Die körperliche Leistungsfähigkeit bei Rehabilitationsbeginn, erfasst in Form des Timed up & go-Tests, korrelierte in dieser Studie mit der Aktivität. Dabei war für T_1 und T_2 ein zweiphasiger Verlauf der Abnahme der Gehdauer in Abhängigkeit von den Testzeiten zu verzeichnen (vgl. Tab. 14). Aus dem zweiphasigen Verlauf geht hervor, dass mit sinkender Leistungsfähigkeit der Einfluss auf die Aktivität abnimmt. Ein möglicher Grund dafür könnten die Grundaktivitäten, wie der Gang zum Essen oder der Toilettengang, gewesen sein. Diese notwendigen Aktivitäten erforderten ein tägliches Grundniveau an Aktivität und wurden daher unabhängig von der körperlichen Kapazität von den Patienten, möglicherweise unter größten Anstrengungen, erbracht. Ein Einfluss auf die Aktivitätssteigerung konnte von der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Therapiebeginn nicht festgestellt werden. Für Patienten mit geringer Leistungsfähigkeit nahm die Anzahl und Dauer der Gehepisoden nach 2 Wochen Therapie lediglich etwas

4. DISKUSSION

mehr zu. Dies hatte aber keinen Effekt auf die Zunahme der Gehdauer, die bei den Patienten unabhängig von der anfangs gemessenen Leistungsfähigkeit zunahm. Die Ergebnisse von TUG, 5CR und 10MW bei Therapiebeginn scheinen daher keine Prognose über die zukünftige Aktivitätszunahme in der Rehabilitation zuzulassen.

Über den positiven Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Leistungsfähigkeit wurde in der Vergangenheit bereits berichtet (39, 40). Entsprechend den Ergebnissen der vorliegenden Studie wurde von Reid et al. die negative Korrelation von TUG-Zeit und Schrittzahl bei über 65-80 Jährigen beobachtet (41). Für den TUG konnte darüber hinaus ein signifikanter Zusammenhang mit der Inaktivität entdeckt werden (39, 107). Für den 5-Chair-Rise-Test wiesen Rapp et al. einen linearen Zusammenhang mit der täglichen Gehdauer nach (42). Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen fanden andere Studien keine signifikante Korrelation zwischen körperlicher Kapazität und Aktivität. Beispielsweise wurde für Femurfrakturpatienten kein signifikanter Zusammenhang gefunden (28). Der Grund dafür könnte die verwendete Methode und die nur aus Femurfrakturpatienten bestehende Population der Studie sein. Gründe für die abweichende Beobachtungen anderer Studien kann die höhere Aktivität und die Untersuchung an einer gesunden Studienpopulationen gewesen sein (65, 108). Die Ergebnisse dieser Studien an gesunden Probanden und der Beobachtung der vorliegenden Arbeit lassen folgendes vermuten: Während in der Rehabilitation die körperliche Leistungsfähigkeit den limitierenden Faktor hinsichtlich der Aktivität darstellt, haben bei gesunden älteren Personen Faktoren, wie z.B. das soziale oder wohnliche Umfeld, mehr Einfluss auf den Bewegungsumfang. Dies könnte der Grund sein, warum ein Einfluss der körperlichen Leistungsfähigkeit auf die Aktivität bei den Patienten in dieser Studie festgestellt werden.

Angesichts des scheinbar komplexen Zusammenhangs (vgl. Spline-Interpolation Tab. 14) zwischen Kapazität und Aktivität, scheint die in der Vergangenheit verwendete Beschreibung von Kapazität und Aktivität mittels linearer Regressionen den Zusammenhang nur unzureichend zu beschreiben.

4.2.3.8 Körperliche Aktivität zu Beginn der Rehabilitation

Unabhängig vom Ausgangsniveau der Aktivität beim Rehabilitationsbeginn konnten alle Patienten ihre körperliche Aktivität steigern. Der Einfluss des Ausgangsniveaus fiel dabei geringer aus als vermutet. Die Patienten mit wenig Aktivität bei Beginn der

4. DISKUSSION

Rehabilitation konnten sich relativ betrachtet am meisten steigern. Absolut betrachtet hatten Patienten mit einer mittleren Gehdauer (T_1 : 7-30 min) bei Rehabilitationsbeginn die größte Verlängerung der Gehdauer. Mögliche Gründe für die geringere Zunahme der anderen Patienten könnte folgende Ursachen haben: Patienten mit sehr wenig Aktivität hatten eine stärkere Beeinträchtigung und daher einen langsameren Rehabilitationsfortschritt. Patienten mit großer Aktivität (T_1 : >30 min) hingegen hatten ein hohes Ausgangsniveau, wodurch eine Steigerung schwieriger war. Entgegen der Annahme, dass die Patienten mit großer Aktivität ihre Gehdauer besonders steigern würden, fiel die Steigerung mit rund 7 min am geringsten aus. Ob diese Patienten durch das klinische Setting, wie z.B. durch den klar strukturierten Tag, die unbekannte Umgebung oder die therapiebedingte Verausgabung in ihrer eigenmotivierten Bewegung gehemmt wurden, ist unklar. Es wäre besonders interessant zu erfahren, ob die Motivation oder die Kondition der Patienten der Grund für den geringen Zuwachs war. Möglicherweise benötigen insbesondere die aktiven Patienten während der Rehabilitation in der therapiefreien Zeit mehr Anreize zur Bewegung. Eine Möglichkeit die Limitation zu ergründen und Anreize für Bewegung zu schaffen wäre, die bereits sehr aktiven Patienten zum Beispiel mit Schrittzähler auszustatten und damit Tages- oder Wochenziele zu definieren. Anhand der Ergebnisse ließen sich die Grenzen der Patienten besser ausloten und gleichzeitig könnte diese Intervention zu einer Steigerung der Aktivität in größerem Umfang führen. Allerdings bestünde die Gefahr, dass Patienten zu sehr an ihre Leistungsgrenze gebracht werden, was das Risiko für Stürze erhöhen könnte. Die Vor- und Nachteile müssten bei jedem Patienten im Einzelfall abgewogen werden. Ferner wäre es von Interesse die eigenmotivierte Aktivität zu bestimmen, da die tägliche Aktivität in der Klinik möglicherweise von den Therapien beeinflusst wurde. Dazu wäre eine Messung an therapiefreien Tagen, also den Wochenenden, eine mögliche Option.

Angesichts der Ergebnisse gilt es in Zukunft insbesondere bei den bereits aktiven Patienten die Aktivitätssteigerung mehr in den Fokus zu rücken.

4.2.4 Zusammenhang zwischen der Änderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Aktivität

4.2.4.1 Absolute Betrachtung

Hintergrund dieser Untersuchung war die Frage, welcher Zusammenhang zwischen einer Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit, erfasst durch die Änderung des TUG Ergebnisses, und der Zunahme an körperlicher Aktivität besteht. Anhand einer Spline-Interpolation ergab sich für die Abhängigkeit der beiden Variablen eine Kurve mit beschränktem Wachstum. Der Zusammenhang wurde also mit größerer Zunahme der Leistungsfähigkeit schwächer. Die eingeschränkte Korrelation der Zunahme von Kapazität und Aktivität wurde in der Vergangenheit auch bei Hüftfrakturpatienten gemacht (29). Zur Ursache des abnehmenden Einflusses können bislang nur Vermutungen angestellt werden. Eine mögliche Ursache könnte die körperlich anstrengende Therapie gewesen sein, die zwar die Leistungsfähigkeit steigerte, die Motivation zur selbständigen Bewegung aber limitierte. Die Gruppe mit starker Verbesserung ($\Delta \text{TUG} \geq -7\text{s}$) bestand vermutlich aus schwächeren und weniger aktiven Patienten, was anhand der kürzeren Gehzeiten teilweise ersichtlich war. Eventuell waren besonders diese Patienten, durch die Erfüllung des Therapieplans in der Klinik, stark ausgelastet und der körperliche Zustand ließ möglicherweise ein zusätzliches Maß an Bewegung nicht zu. Für die stärkeren Patienten ($\Delta \text{TUG} < -7\text{s}$) hatte dieser Effekt anscheinend weniger Einfluss, wodurch ein annähernd linearer Zusammenhang beobachtet wurde. Eine weitere Erklärung könnten sein, dass eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit nur bis zu einem gewissen Maß mit einer Steigerung der Aktivität einhergeht. Eine größere Steigerung der Leistungsfähigkeit drückt sich demnach immer weniger durch eine Zunahme der Aktivität aus. Wie bereits zuvor erwähnt, wäre auch hier der Einfluss eines Aktivitäts-Wochenziels für die Patienten mit großer Leistungsfähigkeit für zukünftige Studien interessant. So ließe sich klären, ob die geringere Korrelation zwischen Leistungsfähigkeit und Aktivität bei diesen Patienten ein Resultat der fehlenden Motivation oder von Umgebungseinflüssen ist. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass von der Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit nicht uneingeschränkt auf die Steigerung der Aktivität geschlossen werden kann.

4.2.4.2 Relative Betrachtung

Ziel dieser Betrachtung war der Vergleich der relativen Änderung der körperlichen Aktivität mit der relativen Änderung der Leistungsfähigkeit. Patienten steigerten im Laufe der Rehabilitation sowohl ihre körperliche Aktivität als auch ihre Leistungsfähigkeit. Während sich die Testzeiten, in ähnlichem Maße bis zu einem Viertel verkürzten, stieg die Gehdauer um rund 40%. Die Zunahme der Gehdauer setzte sich vorwiegend aus der Steigerung der Anzahl der Gehepisoden (27%) zusammen, da die Verlängerung der Gehepisoden mit 13% gering ausfiel. Dabei ist zu beachten, dass durch die Art der Auswertung auch nur wenige Schritte des Patienten als Gehepisode erfasst wurden. Diese kurzen Gehepisoden bestanden teilweise nur aus wenigen Schritten. Sie könnten somit, aufgrund ihrer kleinen Werte, großen Einfluss auf den durchschnittlichen Wert der Gehepodendauer gehabt haben. Dies kann auch einer der Gründe für die beobachtete Episodendauerverkürzung (unteres Quartil = 0,91) bei manchen Patienten sein.

Allgemein sei auf die große Streuung bei der relativen Betrachtung der Aktivität hingewiesen, die mitunter durch besonders immobile Patienten zustande kam. Bei diesen wahrscheinlich bettlägerigen Patienten führte schon eine geringe Zunahme der Aktivität zu großen relativen Veränderungen.

Interessanterweise hatten beim Vergleich von Aktivität und Leistungsfähigkeit, manche Patienten trotz Verschlechterung in den Tests (TUG, 5CR, 10MW) nach 14 Tagen mehr Gehaktivität. Zur Untersuchung dieser Beobachtung wurde eine Einteilung der Patienten nach ihrer relativen TUG Änderung durchgeführt. Wie sich zeigte, hatten viele Patienten trotz einer vermeintlichen Abnahme ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit (Zunahme der Testzeiten), eine durchschnittliche Steigerung ihrer Gehdauer. Diese lag nur 12 % unter der Gehdauerzunahme von Patienten, die ihre funktionelle Kapazität steigerten. Ein Grund dafür könnte die Verwendung der Testzeit als Ergebnis gewesen sein, welche nicht die Qualität der Testdurchführung erfasst hat. Dieses Problem wurde bereits in der Methodendiskussion erwähnt. So kann eine längere Testzeit unabhängig von einer Verschlechterung auch aufgrund einer qualitativ besseren Durchführung des Tests (bessere Haltung, sicherer Gang, weniger Sturzgefahr etc.) oder den Verzicht auf eine Gehhilfe zustande gekommen sein. Für die zwei anderen Patientengruppen, deren Leistungsfähigkeit zugenommen hatte, zeigte sich wie erwartet

4. DISKUSSION

ein positiver Zusammenhang zwischen relativen Zunahmen von Aktivität und Kapazität. Angesichts dieser Ergebnisse kann ein ähnliches Fazit wie zuvor gezogen werden: Die verwendeten Tests konnten wahrscheinlich nur einen groben Eindruck der tatsächlichen Leistungsfähigkeit vermitteln. Ferner ergab sich ein begrenzter Zusammenhang zwischen ermittelter Leistungsfähigkeit und Aktivität. Die Ergebnisse zeigen, dass sich zur Bestimmung der Aktivität die direkte z.B. sensorbasierte Messung durch kein anderes Instrument ersetzen lässt.

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Verbesserung der körperlichen Aktivität stellt ein zentrales Therapieziel der geriatrischen Rehabilitation dar. Sie verbessert die Prognose der Patienten und verschafft die Möglichkeit zur sozialen Teilhabe und Selbständigkeit, die zentrale Faktoren der Lebensqualität im Alter darstellen. Ziel dieser Studie war es daher die Aktivität, deren Veränderung und Einflussfaktoren im Therapieverlauf der geriatrischen Rehabilitation zu untersuchen. Dazu wurde der Beschleunigungssensor activPAL, als Instrument zur Aktivitätsmessung, in der klinischen Routine eingesetzt. Die Aktivität wurde in Form der täglichen Gehdauer, der Anzahl Gehepisoden und Gehepisodendauer ermittelt. Die Daten zu den möglichen Einflussfaktoren, wie beispielsweise Alter, Selbständigkeit, und körperliche Leistungsfähigkeit wurden aus den Aufzeichnungen der klinischen Routine entnommen. Die untersuchte Population bestand nach Anwendung der Ausschlusskriterien aus 648 Patienten, welche in der geriatrischen Rehabilitation des Robert Bosch Krankenhaus Stuttgart stationär therapiert wurden.

Die Studie zeigte, dass mit Hilfe der Sensortechnologie die Aktivität von Patienten in der Rehabilitation routinemäßig erfasst werden kann. Die Daten des activPAL ermöglichten wertvolle Einblick in das Bewegungsverhalten der Patienten bei der Rehabilitationsaufnahme und nach 14 Tagen Klinikaufenthalt. So war es möglich die Verbesserung der Aktivität, welche ein zentrales Ziel der Therapie ist, direkt zu erfassen. Dieser Teil des Rehabilitationserfolgs wurde bislang durch keine andere Methode der klinischen Routine dokumentiert. Die Auswertung der Daten ergab für die Studienpopulation eine tägliche Gehdauer von 31,3 min (SD \pm 23,6) am Therapiebeginn und eine Zunahme von 12,1 min (KI 10,3; 13,8) innerhalb von zwei Wochen. Diese setzte sich aus größtenteils häufigeren Gehepisoden zusammen. Somit hatte ein Großteil der Patienten, hinsichtlich der Steigerung der Aktivität, ein Rehabilitationserfolg. Mit Hilfe von Spline-Interpolationen und Einteilung in Patientengruppen wurden mögliche Einflussfaktoren der körperlichen Aktivität untersucht. Je größer die Selbständigkeit (BI), die Mobilität, die Orientierung und die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten bei Therapiebeginn war, umso mehr Aktivität wurde bei den Patienten beobachtet. Des Weiteren wurde das Maß an Aktivität vom Alter und der Einweisungsursache beeinflusst. Dabei war die Größe des jeweiligen Einflusses sehr unterschiedlich und zeigte teilweise einen komplexen und vom Messzeitpunkt

abhängigen Zusammenhang. Kognitive Beeinträchtigungen hingegen schienen nur einen geringen Einfluss auf die Gehdauer zu haben. Kein Zusammenhang zeigte sich zwischen der Distanz des Patientenzimmers zum Speisesaal und der körperlichen Aktivität. Die Suche nach möglichen Prädiktoren für die Aktivitätssteigerung, ergab lediglich für junges Alter, bei Therapiebeginn größere Mobilität und Selbständigkeit (Barthel Index) einen positiven Zusammenhang. Des Weiteren zeigte sich, dass im Therapieverlauf mit zunehmender körperlicher Leistungsfähigkeit auch die Aktivität der Patienten zunahm, wobei die Leistungsfähigkeit wurde durch den Timed up & go-Test (TUG) bestimmt wurde. Dieser Zusammenhang wurde mit steigendem Zuwachs der Leistungsfähigkeit geringer. Während des Klinikaufenthalts nahm die Zeit zum Absolvieren des TUG im Durchschnitt um rund ein Viertel ab, während sich die tägliche Gehdauer der Patienten in den ersten 14 Tagen um 41% verlängerte. Interessanterweise verlängerte sich die Gehdauer auch bei Patienten, die keine Verbesserung im TUG Ergebnis hatten. Gründe hierfür sind wahrscheinlich die Einschränkungen des TUG und dessen begrenzte Aussagekraft bei geriatrischen Patienten. Darüber hinaus spielt die begrenzte Korrelation zwischen körperlicher Kapazität und Aktivität wahrscheinlich ebenfalls eine Rolle.

Allgemein zeigte sich, dass die tatsächliche Aktivität durch keines der klinischen Tests repräsentativ abgebildet werden konnte. Die Aktivität scheint vermutlich von zu vielen Faktoren beeinflusst zu sein, um sie durch die verwendeten klinischen Tests abzubilden. Daher sollte die direkte Messung der Aktivität, zusätzlich zu den bislang durchgeführten Tests und Fragebögen, als Routineuntersuchung in der Rehabilitation etabliert werden. Durch die anhaltende Miniaturisierung und die fallenden Preise der Sensoren wird dies in Zukunft ökonomisch und mit geringer Einschränkung für den Patienten möglich sein. So wäre es möglich, die Aktivität als Therapieziel zu setzen und zu überprüfen. Dies würde auch dem Ziel der Aktivitätsmaximierung in der Rehabilitation nachkommen, welches vom ICF Konzept der WHO gefordert wird.

Diese Studie stellt einen ersten Versuch dar, die Einflussfaktoren auf die Steigerung der körperliche Aktivität in der Rehabilitation zu identifizieren. Es zeigte sich, dass die Patienten größtenteils unabhängig von den untersuchten Einflüssen, wie kognitiver Beeinträchtigung, geringer Selbständigkeit oder körperlicher Schwäche, in vergleichbarem Umfang von der Rehabilitation profitierten. Dies spiegelt einen Erfolg

des Konzepts der geriatrischen Rehabilitation des RBK wieder, das die Patienten individuell auf ihrem Niveau fördert.

Trotz des erwiesenermaßen erfolgreichen Konzepts sollten zukünftige Studien umfangreichere Daten zu den Patienten erfassen. So ließen sich möglicherweise Einflussfaktoren identifizieren, anhand derer sich Verbesserungen für die Therapie ergeben. Beispielsweise könnten zukünftige Studien die Therapiepläne mit erfassen, um deren Einfluss auf die Aktivität, auch im Zusammenhang mit dem jeweiligen Krankheitsbild, zu untersuchen. Da die Aktivität wahrscheinlich durch die tägliche Therapie beeinflusst wurde, sollte eine zusätzliche Messung der Aktivität an therapiefreien Tagen erwogen werden. Zudem könnte eine Folgemessung nach Klinikentlassung möglicherweise Aufschluss über den weiteren Verlauf der Aktivitätssteigerung im häuslichen Umfeld geben. Dadurch ließ sich eine Aussage zum nachhaltigen Nutzen der rehabilitativen Maßnahme machen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob Patienten nach Entlassung von selbständig durchgeführten oder angeleiteten Trainingsprogrammen profitieren würden. Bisher durchgeführte Studien zeigten bereits positive Effekte solcher häuslichen Trainingsprogramme auf die körperliche Aktivität und Funktionalität. Darüber hinaus zeigten Studienergebnisse an Patientenkollektiven mit verschiedenen Erkrankungen die Gleichwertigkeit oder leichte Überlegenheit der häuslichen Rehabilitation gegenüber der stationären. Auch wenn dies nicht auf alle Patienten übertragbar ist, so wird die Rehabilitation im häuslichen Umfeld, auch wegen der möglichen höheren Kosteneffektivität, für ein Teil des Patientenkollektivs an Bedeutung zunehmen.

Hinsichtlich der Methodik werden weiterhin neue Möglichkeiten zur Beschreibung der Aktivität im Fokus der Forschung sein. Die Suche nach einem sensitiven Parameter mit größtmöglichem Informationsgehalt ist dabei von großer Bedeutung. Neue Ansätze versuchen das komplexe Bewegungsverhalten in Form von visuellen Aktivitäts-Barcodes und Berechnung dimensionsloser Kennzahlen zu erfassen. Diese könnten in Zukunft möglicherweise Aufschluss über den funktionellen Zustand oder das Sturzrisiko geben.

Durch die vorliegende Studie konnten wichtige Erkenntnisse zur körperlichen Aktivität und der Messung der Aktivität in der geriatrischen Rehabilitation erlangt werden. Wie bereits in großen Studien berichtet, konnte auch in dieser Arbeit ein positiver Effekt der

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

geriatrischen Rehabilitation hinsichtlich der Vermeidung von Pflegebedürftigkeit und Steigerung der sozialen Teilhabe beobachtet werden. Die Ergebnisse liefern wichtige Hinweise für die zukünftige Suche nach möglichen Einflussfaktoren auf die Aktivität. Das Ziel weiterer Untersuchungen sollte sein, die Potentiale der geriatrischen Patienten zu identifizieren und auszuschöpfen, um ihnen ein größtmögliches Maß an Lebensqualität nach dem Klinikaufenthalt zu ermöglichen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Klenk, J., S. Wekenmann, L. Schwickert, U. Lindemann, C. Becker, and K. Rapp (2019) *Change of Objectively-Measured Physical Activity during Geriatric Rehabilitation*. Sensors (Basel). 19.
2. http://www.who.int/topics/physical_activity/en/ [Zugriff am 1.12.2017]
3. Samitz, G., M. Egger, and M. Zwahlen (2011) *Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies*. Int J Epidemiol. 40: 1382-400.
4. Nelson, M.E., W.J. Rejeski, S.N. Blair, P.W. Duncan, J.O. Judge, A.C. King, C.A. Macera, and C. Castaneda-Sceppa (2007) *Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association*. Med Sci Sports Exerc. 39: 1435-45.
5. Stessman, J., R. Hammerman-Rozenberg, A. Cohen, E. Ein-Mor, and J.M. Jacobs (2009) *Physical activity, function, and longevity among the very old*. Arch Intern Med. 169: 1476-83.
6. Motl, R.W. and E. McAuley (2010) *Physical activity, disability, and quality of life in older adults*. Phys Med Rehabil Clin N Am. 21: 299-308.
7. Guralnik, J.M., E.M. Simonsick, L. Ferrucci, R.J. Glynn, L.F. Berkman, D.G. Blazer, P.A. Scherr, and R.B. Wallace (1994) *A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission*. J Gerontol. 49: M85-94.
8. Fisher, S.R., J.E. Graham, K.J. Ottenbacher, R. Deer, and G.V. Ostir (2016) *Inpatient Walking Activity to Predict Readmission in Older Adults*. Arch Phys Med Rehabil. 97: S226-31.
9. Brown, C.J., R.J. Friedkin, and S.K. Inouye (2004) *Prevalence and outcomes of low mobility in hospitalized older patients*. J Am Geriatr Soc. 52: 1263-70.
10. Becker, C., P. Koczy, and U. Matzke (2010) *Einrichtungskonzept für die stationäre Geriatrische Rehabilitation, Version 2.0*. Klinik für Geriatrische Rehabilitation, Robert-Bosch-Krankenhaus. Stuttgart.
11. World Health Organization (WHO), (2005) *ICF-Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit*. Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI.
12. Bachmann, S., C. Finger, A. Huss, M. Egger, A.E. Stuck, and K.M. Clough-Gorr (2010) *Inpatient rehabilitation specifically designed for geriatric patients: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials*. BMJ. 340: c1718.
13. Jamour, M., C. Marburger, M. Runge, C.C. Sieber, T. Tümena, and W. Swoboda (2014) *Wirksamkeit geriatrischer Rehabilitation bei Hochbetagten*. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie. 47: 389-396.
14. Cameron, I.D. and S.E. Kurrle (2002) *1: Rehabilitation and older people*. Med J Aust. 177: 387-91.
15. Wade, D.T. (2009) *Goal setting in rehabilitation: an overview of what, why and how*. Clin Rehabil. 23: 291-5.
16. Jarnlo, G. (2003) *Functional balance tests related to falls among elderly people living in the community*. Eur J Ger. 5: 7-14.

17. Ashe, M.C., J.J. Eng, W.C. Miller, and J.A. Soon (2007) *Disparity between physical capacity and participation in seniors with chronic disease*. Med Sci Sports Exerc. 39: 1139-46.
18. Lindemann, U., M. Jamour, S.E. Nicolai, P. Benzinger, J. Klenk, K. Aminian, and C. Becker (2012) *Physical activity of moderately impaired elderly stroke patients during rehabilitation*. Physiol Meas. 33: 1923-30.
19. Jefferis, B.J., C. Sartini, S. Ash, L.T. Lennon, S.G. Wannamethee, and P.H. Whincup (2016) *Validity of questionnaire-based assessment of sedentary behaviour and physical activity in a population-based cohort of older men; comparisons with objectively measured physical activity data*. Int J Behav Nutr Phys Act. 13: 14.
20. Prince, S.A., K.B. Adamo, M.E. Hamel, J. Hardt, S. Connor Gorber, and M. Tremblay (2008) *A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review*. Int J Behav Nutr Phys Act. 5: 56.
21. Tudor-Locke, C.E. and A.M. Myers (2001) *Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults*. Sports Med. 31: 91-100.
22. Denking, M.D., S.E. Flick, T. Nikolaus, C. Becker, K. Aminian, and U. Lindemann (2014) *Assessing physical activity in inpatient rehabilitation—sensor-based validation of the PAIR*. European Review of Aging and Physical Activity. 11.
23. de Bruin, E.D., A. Hartmann, D. Uebelhart, K. Murer, and W. Zijlstra (2008) *Wearable systems for monitoring mobility-related activities in older people: a systematic review*. Clin Rehabil. 22: 878-95.
24. Cyarto, E.V., A. Myers, and C. Tudor-Locke (2004) *Pedometer accuracy in nursing home and community-dwelling older adults*. Med Sci Sports Exerc. 36: 205-9.
25. Bravata, D.M., C. Smith-Spangler, V. Sundaram, A.L. Gienger, N. Lin, R. Lewis, C.D. Stave, I. Olkin, and J.R. Sirard (2007) *Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review*. JAMA. 298: 2296-304.
26. Culhane, K.M., M. O'Connor, D. Lyons, and G.M. Lyons (2005) *Accelerometers in rehabilitation medicine for older adults*. Age Ageing. 34: 556-60.
27. Cheung, V.H., L. Gray, and M. Karunanithi (2011) *Review of accelerometry for determining daily activity among elderly patients*. Arch Phys Med Rehabil. 92: 998-1014.
28. Nicolai, S.E. (2012) *Sensorbasierte Messung und Bedeutung körperlicher Aktivität bei Patienten nach Hüftfraktur in der geriatrischen Rehabilitation*. Dissertationschrift. Publisher.
29. Benzinger, P., U. Lindemann, C. Becker, K. Aminian, M. Jamour, and S.E. Flick (2014) *Geriatric rehabilitation after hip fracture. Role of body-fixed sensor measurements of physical activity*. Z Gerontol Geriatr. 47: 236-42.
30. Peel, N.M. and S.S. Kuys (2013) *Walking Activity of Older Patients in Rehabilitation: A Prospective Study*. J Frailty Aging. 2: 22-6.
31. Harris, T.J., C.G. Owen, C.R. Victor, R. Adams, and D.G. Cook (2009) *What factors are associated with physical activity in older people, assessed objectively by accelerometry?* Br J Sports Med. 43: 442-50.

32. Strycker, L.A., S.C. Duncan, N.R. Chaumeton, T.E. Duncan, and D.J. Toobert (2007) *Reliability of pedometer data in samples of youth and older women*. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 4: 4.
33. Tudor-Locke, C., S.A. Ham, C.A. Macera, B.E. Ainsworth, K.A. Kirtland, J.P. Reis, and C.D. Kimsey, Jr. (2004) *Descriptive epidemiology of pedometer-determined physical activity*. *Med Sci Sports Exerc*. 36: 1567-73.
34. Chipperfield, J.G., N.E. Newall, L.P. Chuchmach, A.U. Swift, and T.L. Haynes (2008) *Differential determinants of men's and women's everyday physical activity in later life*. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 63: S211-S218.
35. Kunkel, D., C. Fitton, M. Burnett, and A. Ashburn (2015) *Physical inactivity post-stroke: a 3-year longitudinal study*. *Disabil Rehabil*. 37: 304-10.
36. Askim, T., J. Bernhardt, L. Churilov, K.R. Fredriksen, and B. Indredavik (2013) *Changes in physical activity and related functional and disability levels in the first six months after stroke: a longitudinal follow-up study*. *J Rehabil Med*. 45: 423-8.
37. Zhu, W., V.J. Howard, V.G. Wadley, B. Hutto, S.N. Blair, J.E. Vena, N. Colabianchi, D. Rhodes, and S.P. Hooker (2015) *Association Between Objectively Measured Physical Activity and Cognitive Function in Older Adults-The Reasons for Geographic and Racial Differences in Stroke Study*. *J Am Geriatr Soc*. 63: 2447-2454.
38. Kerr, J., S.J. Marshall, R.E. Patterson, C.R. Marinac, L. Natarajan, D. Rosenberg, K. Wasilenko, and K. Crist (2013) *Objectively measured physical activity is related to cognitive function in older adults*. *J Am Geriatr Soc*. 61: 1927-31.
39. Ikezoe, T., Y. Asakawa, H. Shima, K. Kishibuchi, and N. Ichihashi (2013) *Daytime physical activity patterns and physical fitness in institutionalized elderly women: an exploratory study*. *Arch Gerontol Geriatr*. 57: 221-5.
40. Yoshida, D., M. Nakagaichi, K. Saito, S. Wakui, and Y. Yoshitake (2010) *The relationship between physical fitness and ambulatory activity in very elderly women with normal functioning and functional limitations*. *J Physiol Anthropol*. 29: 211-8.
41. Reid, N., R.M. Daly, E.A. Winkler, P.A. Gardiner, E.G. Eakin, N. Owen, D.W. Dunstan, and G.N. Healy (2016) *Associations of Monitor-Assessed Activity with Performance-Based Physical Function*. *PLoS One*. 11: e0153398.
42. Rapp, K., J. Klenk, P. Benzinger, S. Franke, M.D. Denking, R. Peter, and F.E.U.S.G. Acti (2012) *Physical performance and daily walking duration: associations in 1271 women and men aged 65-90 years*. *Aging Clin Exp Res*. 24: 455-60.
43. <http://www.rbk.de/standorte/robert-bosch-krankenhaus/abteilungen/geriatrie-und-geriatriische-rehabilitation/klinik-fuer-geriatriische-rehabilitation/ausstattung-und-kennzahlen.html> [Zugriff am 1.12.2017]
44. Denking, M.D., W. Igl, M. Jamour, A. Bader, S. Bailer, A. Lukas, and T. Nikolaus (2010) *Does functional change predict the course of improvement in geriatric inpatient rehabilitation?* *Clin Rehabil*. 24: 463-70.
45. Ryan, C.G., P.M. Grant, W.W. Tigbe, and M.H. Granat (2006) *The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking*. *Br J Sports Med*. 40: 779-84.

46. Grant, P.M., C.G. Ryan, W.W. Tigbe, and M.H. Granat (2006) *The validation of a novel activity monitor in the measurement of posture and motion during everyday activities*. Br J Sports Med. 40: 992-7.
47. Grant, P.M., P.M. Dall, S.L. Mitchell, and M.H. Granat (2008) *Activity-monitor accuracy in measuring step number and cadence in community-dwelling older adults*. J Aging Phys Act. 16: 201-14.
48. Grant, P.M., M.H. Granat, M.K. Thow, and W.M. Maclaren (2010) *Analyzing Free-Living Physical Activity of Older Adults in Different Environments Using Body-Worn Activity Monitors*. Journal of Aging and Physical Activity. 171-184.
49. Taraldsen, K., T. Askim, O. Sletvold, E.K. Einarsen, K.G. Bjastad, B. Indredavik, and J.L. Helbostad (2011) *Evaluation of a Body-Worn Sensor System to Measure Physical Activity in Older People With Impaired Function*. Physical Therapy. 91: 277-285.
50. Mahoney, F.I. and D.W. Barthel (1965) *Functional Evaluation: The Barthel Index*. Md State Med J. 14: 61-5.
51. Supervia, A., D. Aranda, M.A. Marquez, A. Aguirre, E. Skaf, and J. Gutierrez (2008) *Predicting length of hospitalisation of elderly patients, using the Barthel Index*. Age Ageing. 37: 339-42.
52. e.V., M.D.d.S.B.d.K., (2012) *Begutachtungs-Richtlinie Vorsorge und Rehabilitation vom Oktober 2005, mit Aktualisierungen Februar 2012* Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen e.V. Essen.
53. Kalbe, E., J. Kessler, P. Calabrese, R. Smith, A.P. Passmore, M. Brand, and R. Bullock (2004) *DemTect: a new, sensitive cognitive screening test to support the diagnosis of mild cognitive impairment and early dementia*. Int J Geriatr Psychiatry. 19: 136-43.
54. Jamour, M., C. Becker, S. Bachmann, E.D. de Bruin, C. Gruneberg, J. Heckmann, C. Marburger, S.E. Nicolai, M. Schwenk, and U. Lindemann (2011) *[Recommendation of an assessment protocol to describe geriatric inpatient rehabilitation of lower limb mobility based on ICF: an interdisciplinary consensus process]*. Z Gerontol Geriatr. 44: 429-36.
55. Podsiadlo, D. and S. Richardson (1991) *The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons*. J Am Geriatr Soc. 39: 142-8.
56. American Geriatrics Society, B.G.S., and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention (2001) *Guideline for the prevention of falls in older persons*. J Am Geriatr Soc. 49: 664-72.
57. Bernhardt, J., K. Borschmann, D. Crock, K. Hill, A. McGann, and M. DeGori (2005) *Stand up and be counted: measuring time spent upright after hip fracture and comparison with community dwelling older people*. Physiotherapy. 91: 215-222.
58. Smith, P., M. Galea, M. Woodward, C. Said, and M. Dorevitch (2008) *Physical activity by elderly patients undergoing inpatient rehabilitation is low: an observational study*. Aust J Physiother. 54: 209-13.
59. Egerton, T. and S.G. Brauer (2009) *Temporal characteristics of habitual physical activity periods among older adults*. J Phys Act Health. 6: 644-50.
60. Durrleman, S. and R. Simon (1989) *Flexible regression models with cubic splines*. Stat Med. 8: 551-561.

61. Harrell, F.E. (2001) *Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic Regression, and Survival Analysis*. S. 23. Springer Verlag. New York.
62. Dakin, L.E., L.C. Gray, N.M. Peel, S.A. Salih, and V.H. Cheung (2010) *Promoting walking amongst older patients in rehabilitation: are accelerometers the answer?* J Nutr Health Aging. 14: 863-5.
63. Cheung, V.H., S.A. Salih, A. Crouch, M.K. Karunanithi, and L. Gray (2012) *Monitoring ambulation of patients in geriatric rehabilitation wards: the accuracy of clinicians' prediction of patients' walking time*. Int J Rehabil Res. 35: 375-7.
64. Klenk, J., M. Denking, T. Nikolaus, R. Peter, D. Rothenbacher, W. Koenig, and F.E.S.G. Acti (2013) *Association of objectively measured physical activity with established and novel cardiovascular biomarkers in elderly subjects: every step counts*. J Epidemiol Community Health. 67: 194-7.
65. Nicolai, S., P. Benzinger, D.A. Skelton, K. Aminian, C. Becker, and U. Lindemann (2010) *Day-to-day variability of physical activity of older adults living in the community*. J Aging Phys Act. 18: 75-86.
66. Shumway-Cook, A., A.E. Patla, A. Stewart, L. Ferrucci, M.A. Ciol, and J.M. Guralnik (2002) *Environmental demands associated with community mobility in older adults with and without mobility disabilities*. Phys Ther. 82: 670-81.
67. Strath, S., R. Isaacs, and M.J. Greenwald (2007) *Operationalizing environmental indicators for physical activity in older adults*. J Aging Phys Act. 15: 412-24.
68. Schnohr, P., H. Scharling, and J.S. Jensen (2007) *Intensity versus duration of walking, impact on mortality: the Copenhagen City Heart Study*. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 14: 72-8.
69. Paraschiv-Ionescu, A., S. Mellone, M. Colpo, A. Bourke, E.A.F. Ihlen, C.M.e. Achkar, L. Chiari, C. Becker, and K. Aminian (2016) *Patterns of human activity behavior: from data to information and clinical knowledge*. Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct. 841-845.
70. Rockwood, K., E. Awalt, D. Carver, and C. MacKnight (2000) *Feasibility and measurement properties of the functional reach and the timed up and go tests in the Canadian study of health and aging*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 55: M70-3.
71. Botolfson, P., J.L. Helbostad, R. Moe-Nilssen, and J.C. Wall (2008) *Reliability and concurrent validity of the Expanded Timed Up-and-Go test in older people with impaired mobility*. Physiother Res Int. 13: 94-106.
72. Schwenk, M., M. Schmidt, M. Pfisterer, P. Oster, and K. Hauer (2011) *Rollator use adversely impacts on assessment of gait and mobility during geriatric rehabilitation*. J Rehabil Med. 43: 424-9.
73. Collin, C., D.T. Wade, S. Davies, and V. Horne (1988) *The Barthel ADL Index: a reliability study*. Int Disabil Stud. 10: 61-3.
74. Green, J., A. Forster, and J. Young (2001) *A test-retest reliability study of the Barthel Index, the Rivermead Mobility Index, the Nottingham Extended Activities of Daily Living Scale and the Frenchay Activities Index in stroke patients*. Disabil Rehabil. 23: 670-6.

75. Stang, A., C. Poole, and O. Kuss (2010) *The ongoing tyranny of statistical significance testing in biomedical research*. *Eur J Epidemiol*. 25: 225-30.
76. Wilkinson, L. (1999) *Task force on statistical inference. Statistical methods in psychology journals: guidelines and explanations*. *Am. Psychol*. 54: 594–604.
77. Renteln-Kruse, W.v. (2001) *Epidemiologische Aspekte der Morbidität im Alter*. *Z Gerontol Geriat*. 34: I010–I015.
78. Rapp, K., D. Rothenbacher, J. Magaziner, C. Becker, P. Benzinger, H.H. König, A. Jaensch, and G. Buchele (2015) *Risk of Nursing Home Admission After Femoral Fracture Compared With Stroke, Myocardial Infarction, and Pneumonia*. *J Am Med Dir Assoc*. 16: 715 e7-715 e12.
79. Klenk, J., D. Dallmeier, M.D. Denking, K. Rapp, W. Koenig, D. Rothenbacher, and A.S. Grp (2016) *Objectively Measured Walking Duration and Sedentary Behaviour and Four-Year Mortality in Older People*. *Plos One*. 11.
80. Sequeira, M.M., M. Rickenbach, V. Wietlisbach, B. Tullen, and Y. Schutz (1995) *Physical activity assessment using a pedometer and its comparison with a questionnaire in a large population survey*. *Am J Epidemiol*. 142: 989-99.
81. McCormack, G., B. Giles-Corti, and R. Milligan (2006) *Demographic and individual correlates of achieving 10,000 steps/day: use of pedometers in a population-based study*. *Health Promot J Austr*. 17: 43-7.
82. Bennett, G.G., K.Y. Wolin, E. Puleo, and K.M. Emmons (2006) *Pedometer-determined physical activity among multiethnic low-income housing residents*. *Med Sci Sports Exerc*. 38: 768-73.
83. Nelson, M.E., W.J. Rejeski, S.N. Blair, P.W. Duncan, J.O. Judge, A.C. King, C.A. Macera, C. Castaneda-Sceppa, M. American College of Sports, and A. American Heart (2007) *Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association*. *Circulation*. 116: 1094-105.
84. Gesundheit, E.-A.S.u., (2008) *EU-Leitlinien für körperliche Aktivität-Empfohlene politische Maßnahmen zur Unterstützung gesundheitsfördernder körperlicher Betätigung*. Brüssel.
85. Fairhall, N., C. Sherrington, S.E. Kurrle, S.R. Lord, K. Lockwood, and I.D. Cameron (2012) *Effect of a multifactorial interdisciplinary intervention on mobility-related disability in frail older people: randomised controlled trial*. *BMC Med*. 10: 120.
86. Sherrington, C., S.R. Lord, C.M. Vogler, J.C.T. Close, K. Howard, C.M. Dean, G.Z. Heller, L. Clemson, S.D. O'Rourke, E. Ramsay, E. Barraclough, R.D. Herbert, and R.G. Cumming (2014) *A Post-Hospital Home Exercise Program Improved Mobility but Increased Falls in Older People: A Randomised Controlled Trial*. *PLoS One*. 9.
87. Bongartz, M., R. Kiss, P. Ullrich, T. Eckert, J. Bauer, and K. Hauer (2017) *Development of a home-based training program for post-ward geriatric rehabilitation patients with cognitive impairment: study protocol of a randomized-controlled trail*. *BMC Geriatr*. 17.
88. Stolee, P., S.N. Lim, L. Wilson, and C. Glenny (2012) *Inpatient versus home-based rehabilitation for older adults with musculoskeletal disorders: a systematic review*. *Clinical Rehabilitation*. 26: 387-402.

89. Karlsson, Å., M. Berggren, Y. Gustafson, B. Olofsson, N. Lindelöf, and M. Stenvall (2016) *Effects of Geriatric Interdisciplinary Home Rehabilitation on Walking Ability and Length of Hospital Stay After Hip Fracture: A Randomized Controlled Trial*. Journal of the American Medical Directors Association. 17: 464.e9-464.e15.
90. Zidén, L., K. Frandin, and M. Kreuter (2008) *Home rehabilitation after hip fracture. A randomized controlled study on balance confidence, physical function and everyday activities*. Clinical Rehabilitation. 22: 1019-1033.
91. Buhagiar, M.A., J.M. Naylor, I.A. Harris, and et al. (2017) *Effect of inpatient rehabilitation vs a monitored home-based program on mobility in patients with total knee arthroplasty: The hiho randomized clinical trial*. JAMA. 317: 1037-1046.
92. Langhorne, P., G. Taylor, G. Murray, M. Dennis, C. Anderson, E. Bautz-Holter, P. Dey, B. Indredavik, N. Mayo, M. Power, H. Rodgers, O.M. Ronning, A. Rudd, N. Suwanwela, L. Widen-Holmqvist, and C. Wolfe (2005) *Early supported discharge services for stroke patients: a meta-analysis of individual patients' data*. Lancet. 365: 501-6.
93. Pitzul, K.B., W.P. Wodchis, H.J. Kreder, M.W. Carter, and S.B. Jaglal (2017) *Discharge destination following hip fracture: comparative effectiveness and cost analyses*. Archives of Osteoporosis. 12: 87.
94. Nordström, P., Y. Gustafson, K. Michaëlsson, and A. Nordström (2015) *Length of hospital stay after hip fracture and short term risk of death after discharge: a total cohort study in Sweden*. BMJ : British Medical Journal. 350.
95. Wyatt, H.R., J.C. Peters, G.W. Reed, M. Barry, and J.O. Hill (2005) *A Colorado statewide survey of walking and its relation to excessive weight*. Med Sci Sports Exerc. 37: 724-30.
96. Ziegler, U. and G. Doblhammer (2009) *[Prevalence and incidence of dementia in Germany--a study based on data from the public sick funds in 2002]*. Gesundheitswesen. 71: 281-90.
97. Katzman, R., T. Brown, P. Fuld, A. Peck, R. Schechter, and H. Schimmel (1983) *Validation of a short Orientation-Memory-Concentration Test of cognitive impairment*. Am J Psychiatry. 140: 734-9.
98. Ainsworth, B.E., W.L. Haskell, A.S. Leon, D.R. Jacobs, Jr., H.J. Montoye, J.F. Sallis, and R.S. Paffenbarger, Jr. (1993) *Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities*. Med Sci Sports Exerc. 25: 71-80.
99. Hamer, M. and Y. Chida (2009) *Physical activity and risk of neurodegenerative disease: a systematic review of prospective evidence*. Psychol Med. 39: 3-11.
100. Barnes, D.E., K. Yaffe, W.A. Satariano, and I.B. Tager (2003) *A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults*. J Am Geriatr Soc. 51: 459-65.
101. Barnes, D.E., T. Blackwell, K.L. Stone, S.E. Goldman, T. Hillier, K. Yaffe, and F. Study of Osteoporotic (2008) *Cognition in older women: the importance of daytime movement*. J Am Geriatr Soc. 56: 1658-64.
102. Makizako, H., T. Liu-Ambrose, H. Shimada, T. Doi, H. Park, K. Tsutsumimoto, K. Uemura, and T. Suzuki (2015) *Moderate-intensity physical activity, hippocampal volume, and memory in older adults with mild cognitive impairment*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 70: 480-6.

103. Bowie, C.R. and P.D. Harvey (2006) *Administration and interpretation of the Trail Making Test*. Nat Protoc. 1: 2277-81.
104. Shahid, A., K. Wilkinson, S. Marcu, and C.M. Shapiro, *Mini-Mental State Examination (MMSE)*, in *STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales*, A. Shahid, K. Wilkinson, S. Marcu, and C.M. Shapiro, Editors. 2012, Springer New York: New York, NY. p. 223-224.
105. Prajapati, S.K., W.H. Gage, D. Brooks, S.E. Black, and W.E. McIlroy (2011) *A novel approach to ambulatory monitoring: investigation into the quantity and control of everyday walking in patients with subacute stroke*. Neurorehabil Neural Repair. 25: 6-14.
106. Kramer, A.M., J.F. Steiner, R.E. Schlenker, and et al. (1997) *Outcomes and costs after hip fracture and stroke: A comparison of rehabilitation settings*. JAMA. 277: 396-404.
107. Santos, D.A., A.M. Silva, F. Baptista, R. Santos, S. Vale, J. Mota, and L.B. Sardinha (2012) *Sedentary behavior and physical activity are independently related to functional fitness in older adults*. Exp Gerontol. 47: 908-12.
108. Zalewski, K.R., J.C. Smith, J. Malzahn, M. VanHart, and D. O'Connell (2009) *Measures of physical ability are unrelated to objectively measured physical activity behavior in older adults residing in continuing care retirement communities*. Arch Phys Med Rehabil. 90: 982-6.

7. ERKLÄRUNG ZUM EIGENANTEIL

Die Arbeit wurde in der Klinik für Geriatrie und Geriatrische Rehabilitation im Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart unter Betreuung von Prof. Dr. Clemens Becker (Chefarzt der Klinik und Forschungsleiter) durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch Prof. Dr. med. Clemens Becker und Prof. Dr. med. Kilian Rapp (Stellvertretender Forschungsleiter).

Die Aufbereitung der Studiendaten und Anwendung der Ausschlusskriterien auf die Ausgangspopulation erfolgte in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. biol. hum. Jochen Klenk. Die statistische Auswertung wurde von mir, mit Unterstützung durch Prof. Dr. biol. hum. Jochen Klenk, eigenständig durchgeführt.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer Prüfungsbehörde vorgelegt.

Stuttgart, den

Sebastian Wekenmann

8. VERÖFFENTLICHUNG

Teile der vorliegenden Dissertationsschrift wurden bereits in der folgenden Publikation veröffentlicht:

Klenk, J., S. Wekenmann, L. Schwickert, U. Lindemann, C. Becker, and K. Rapp
(2019) *Change of Objectively-Measured Physical Activity during Geriatric Rehabilitation*. Sensors (Basel). 19.

DANKSAGUNG

Mein aufrichtiges Dankeschön gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Clemens Becker für die Betreuung meiner Arbeit. Vielen Dank für ihre konstruktiven Anregungen und Ihre Unterstützung .

Ganz herzlich möchte ich mich bei Prof. Dr. med. Kilian Rapp und Prof. Dr. Jochen Klenk bedanken. Sie standen mir jederzeit hilfsbereit mit Rat und Tat zur Seite. Vielen Dank für die vielen fruchtbaren Diskussionen, die hilfreichen Vorschläge und die Unterstützung bei technischen Herausforderungen.

Weiterhin möchte ich mich bei den Mitarbeitern der Forschungsabteilung "Geriatric und geriatrische Rehabilitation" für Ihre freundliche Aufnahme in Ihrer Gruppe und Ihren fachlichen Rat bedanken.

Zudem möchte ich mich bei meiner Freundin und meinen Freunden bedanken. Danke für den Rückhalt und die gedankliche Abwechslung.

Mein größter Dank gilt meiner Familie für Ihre bedingungslose Unterstützung meiner Ausbildung und in allen Lebenslagen.

ANHANG**I. Einfluss des Wochentags des Rehabilitationsbeginns auf die körperliche Aktivität****Tab. 20 Wochentag des Rehabilitationsbeginns vs. Körperliche Aktivität**

	Rehabilitationsbeginn	
	Montag (n=132)	Andere Tage (=515)
Gehd. T ₂ [min/Tag]	39.1 (33.9; 44.2)	36.1 (33.5; 38.7)
Δ Gehd. [min/Tag]	12.3 (8.53;16.0)	12.0 (10.0; 4.0)
Gehepi. T ₂ [Anzahl/Tag]	149.8 (132.2;167.3)	142.1 (133.2; 151,0)
Δ Gehepid. [Anzahl/Tag]	35.1 (23.7; 46.5)	36.6 (30.5; 42.7)
Gehepid. T ₂ [s]	15.0 (13.8; 16.2)	14.5(13.9; 15.1)
Δ Gehepid. [s]	2.46 (1.05; 3.87)	2.38 (1.69; 3.06)

Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle); T₁/T₂: Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen der T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer.

II. Einfluss des Beobachtungszeitraums auf die körperliche Aktivität**Tab. 21 Dauer des Beobachtungszeitraums vs. Körperliche Aktivität**

	Anzahl der Tage bis zu zweiten Messung		
	13 Tage (n=15)	14 Tage (n=574)	15 Tage (n=57)
Gehd. T ₂ [min/Tag]	24.9 (8.28;41.6)	37.3 (34.8; 39.8)	33.8 (26.7; 40.9)
Δ Gehd. [min/Tag]	8.81 (-0.7; 18.3)	12.1 (10.2; 14.1)	12.1 (7.75; 16.4)
Gehepi. T ₂ [Anzahl/Tag]	102.2 (36.5; 167.8)	144.9 (136.6; 153.3)	141.9 (114.2; 169.6)
Δ Gehepi. T ₂ [Anzahl/Tag]	31.6 (-3.93; 67.1)	35.4 (29.7; 41.2)	46.4 (29.3; 63.4)
Gehepid. T ₂ [s]	14.7 (9.4; 20.2)	14.3 (15.3; 14.4)	13.5 (11.9; 15.1)
Δ Gehepid. [s]	-0.67 (-10.8; 9.49)	2.50 (1.87; 3.14)	2.06 (0.43; 3.69)

Die Werte entsprechen den Mittelwerten (Konfidenzintervalle); T₁/T₂: Zeitpunkt der 1.Messung/2.Messung. Δ_A entspricht dem Unterschied zwischen der T₁ und T₂. n: Anzahl der Patienten, Gehd.: Gehdauer, Gehepi.: Anzahl der Gehepisoden, Gehepid.: Gehepisodendauer