

Aus der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
(Direktor: Prof. Dr. med. Jochen Cremer)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Sensorbasiertes Geriatriisches Assessment in der Herz- und Gefäßchirurgie:
Eine Machbarkeitsstudie

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Jonas Stamerjohanns

aus Köln

Kiel 2022

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Thomas Pühler

2. Berichterstatter/in: Prof. Dr. Felix Braun

Tag der mündlichen Prüfung: 18.07.2024

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 06.05.2024

gez.: Priv.-Doz. Dr. Grischa Hoffmann (Vorsitzender der Prüfungskommission)

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
1 EINLEITUNG	1
1.1 GERIATRISCHES ASSESSMENT	1
1.2 FUNKTIONELLER STATUS	2
1.2.1 ICF-Modell	3
1.2.2 Erhebung des funktionellen Status im klinischen Umfeld	3
1.2.3 Erhebung des funktionellen Status mit digitaler Technologie	5
1.3 GERIATRISCHES ASSESSMENT IN DER HERZ- UND GEFÄßCHIRURGIE	5
1.3.1 Präoperatives Risiko-Assessment in der Herz- und Gefäßchirurgie	7
1.3.2 Umfang eines Geriatrischen Assessments in der Herz- und Gefäßchirurgie	8
1.4 STATIONÄRES SETTING IN DER HERZ- UND GEFÄßCHIRURGIE	9
1.5 MACHBARKEITSSTUDIEN ZUM (QUANTITATIVEN) GERIATRISCHEN ASSESSMENT IN DER CHIRURGIE	10
1.6 ARBEITSHYPOTHESE	11
2 MATERIAL UND METHODEN	13
2.1 COMON-STUDIE	13
2.2 REKRUTIERUNG	13
2.2.1 Einschlusskriterien	14
2.2.2 Ausschlusskriterien	14
2.3 STUDIENTEILNEHMER*INNEN	14
2.4 KLINISCHE DATEN	15
2.5 UNTERSUCHUNGSZEITPUNKTE	15
2.5.1 T1-Untersuchung	16
2.5.2 T2-Untersuchung	16
2.5.3 T3-Untersuchung	16
2.6 MESSINSTRUMENTE	17
2.6.1 Anamnese und neuropsychologische Screening-Untersuchung	17
2.6.2 Untersuchung der Motorik	18
2.6.3 Fragebögen	21
2.7 DATENAUFBEREITUNG UND STATISTISCHE AUSWERTUNG	22

3	ERGEBNISSE	23
3.1	REKRUTIERUNG	23
3.2	ERREICHTE PATIENT*INNEN.....	24
3.3	T1-UNTERSUCHUNG	25
3.4	T2-UNTERSUCHUNG	26
3.5	T3-UNTERSUCHUNG	28
4	DISKUSSION	32
4.1	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	33
4.1.1	<i>Rekrutierung</i>	33
4.1.2	<i>T1-Untersuchung</i>	34
4.1.3	<i>T2-Untersuchung</i>	38
4.1.4	<i>T3-Untersuchung</i>	40
4.2	BEANTWORTUNG DER FRAGESTELLUNG	42
4.3	AUSSICHTEN	42
4.4	LIMITATIONEN	43
5	ZUSAMMENFASSUNG	45
6	LITERATURVERZEICHNIS.....	46
	ERKLÄRUNG ZUM EIGENANTEIL	56
	DANKSAGUNG.....	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Seite 19

Gehstrecke für die *Short Physical Performance Battery* und die sensorbasierte Bewegungsanalyse

Abbildung 2 – Seite 20

Fußstellungen während der *Short Physical Performance Battery*

Abbildung 3 – Seite 31

Übersicht über die Anzahl der Teilnehmenden an den jeweiligen Untersuchungen und die Anteile, in denen diese vollständig, teilweise oder gar nicht absolviert wurden

Abbildung 4 – Seite 35

Prozentuale Anteile der einzelnen Untersuchungsteile am Gesamt-Zeitaufwand der T1-Untersuchung

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Seite 15

Operationen der an der Studie teilnehmenden Patient*innen

Tabelle 2 – Seite 24

Anzahl der Patient*innen, die während des Studienzeitraums operiert, für die Teilnahme an der Studie angesprochen und in die Studie eingeschlossen wurden

Tabelle 3 – Seite 25

Anzahl der Patient*innen, die die T1-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten

Tabelle 4 – Seite 26

Gründe für das Nicht-Antreten der T2-Untersuchung und die Anzahl, in der sie auftraten

Tabelle 5 – Seite 27

Anzahl der Patient*innen, die die T2-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten

Tabelle 6 – Seite 29

Anzahl der Patient*innen, die die T3-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten

Abkürzungsverzeichnis

ACVB	Aortocoronarer Venenbypass
ADL	<i>Activities of Daily Living</i>
AKE	Aortenklappenersatz
BADL	<i>Basic Activities of Daily Living</i>
BAG	Bundesarbeitsgemeinschaft Geriatischer Einrichtungen
BMI	<i>Body Mass Index</i>
DGG	Deutsche Gesellschaft für Geriatrie
DGGG	Deutsche Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie
DIA-S	Depression im Alter Skala
EuroSCORE	<i>European System for Cardiac Operative Risk Evaluation</i>
FAB-D	<i>Frontal Assessment Battery D</i>
FES-I	<i>Falls Efficacy Scale</i>
FPT	Fünf-Punkt-Test
HADS	<i>Hospital Anxiety- and Depression-Scale</i>
IADL	<i>Instrumental Activities of Daily Living</i>
ICD	<i>International Classification of Diseases</i>
ICF	<i>International Classification of Functioning, Disability and Health</i>
IMC	<i>Intermediate Care Station</i>
IMU	<i>Inertial Measurement Unit</i>
MDS-UPDRS-III	<i>Movement Disorder Society Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i>
M	Mittelwert
MMSE	<i>Mini Mental State Exam</i>
MNA	<i>Mini Nutritional Assessment</i>
MoCA	<i>Montreal Cognitive Assessment</i>
NAA	Nürnberger-Alters-Aktivitäten-Skala
NEADL	<i>Nottingham Extended Activities of Daily Living Scale</i>
QGA	Quantitatives Geriatisches Assessment
SD	Standardabweichung
SPMSQ	<i>Short Portable Mental Status Questionnaire</i>
SPPB	<i>Short Physical Performance Battery</i>
STS	<i>Society of Thoracic Surgeons</i>
TAVI	<i>Transcatheter Aortic Valve Implantation</i>
TMT	<i>Trail Making Test</i>
TUG	<i>Timed Up and Go Test</i>
UKSH	Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
WHO	<i>World Health Organisation</i>

1 Einleitung

1.1 Geriatrisches Assessment

In einer stetig älter werdenden Bevölkerung ist die Weiterentwicklung der Medizin und damit auch der uns zur Verfügung stehenden diagnostischen Mittel unabdinglich (Van Bokkelen, Morsy and Kobayashi, 2015). Mit der Einführung des Facharztes für Innere Medizin und Geriatrie (in drei Bundesländern) bzw. der Weiterbildung Geriatrie im Rahmen diverser medizinischer Fachgebiete wurde dieser demografischen Entwicklung Rechnung getragen. Die Deutsche Gesellschaft für Geriatrie (DGG), die Deutsche Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie (DGGG) und die Bundesarbeitsgemeinschaft Geriatrischer Einrichtungen (BAG) definieren die geriatrische Patientin oder den geriatrischen Patienten als mindestens 70 Jahre alt mit geriatritypischer Multimorbidität oder als mindestens 80 Jahre alt mit alterstypisch erhöhter Vulnerabilität (Sieber, 2007; Thiem *et al.*, 2012).

Eine der in der Geriatrie immer wichtiger werdende Diagnostikmethoden ist das Geriatrische Assessment, das das Ziel hat, die Langzeit- bzw. alltagsrelevanten Auswirkungen einer Behandlung oder eines Eingriffes einzuschätzen und unerwünschte Ereignisse zu reduzieren (Stuck *et al.*, 1993; Partridge *et al.*, 2014). Es gilt als Ergänzung zu klassischen medizinischen Untersuchungen (körperliche Untersuchung, Laborkontrolle etc.) und kann den behandelnden Ärztinnen und Ärzten helfen, ihre Aufmerksamkeit auf das für die Patientin oder den Patienten relevanteste Problem zu lenken (Reuben and Rosen, 2009).

Der Beginn der Entwicklung des Geriatrischen Assessments geht mehr als 80 Jahre zurück und hat seine Ursprünge in England, wo die Geriaterin Dr. Marjory Warren alte und chronisch kranke, häufig bettlägerige, Patient*innen untersuchte. Durch gezielte Behandlung und Rehabilitationsmaßnahmen konnten viele von ihnen wieder mobilisiert und zurück nach Hause entlassen werden (Warren, 1946; Matthews, 1984).

Mit Hilfe eines Geriatrischen Assessments ist es möglich die medizinischen, mentalen und funktionellen Probleme von älteren Patient*innen zu untersuchen und so einen individuellen Behandlungsplan zu erstellen (Ellis *et al.*, 2017). Dabei unterscheidet es sich von einem rein körperorientierten medizinischen Assessment insofern, als es auch Bereiche wie die Funktionalität, Mobilität, im weiteren Sinne auch die Vulnerabilität, Resilienz und Lebensqualität der Patient*innen miteinbezieht (Elsawy and Higgins, 2011). Außerdem werden altersassoziierte Symptome und Funktionseinschränkungen wie Hör- und Sehprobleme,

kognitive und motorische Beeinträchtigungen, Depression und Inkontinenz untersucht. Hierfür werden Gang- und Gleichgewichtsuntersuchungen, kognitive Screenings, sowie klinische Einschätzungsskalen und Fragebögen zu (instrumentellen) Alltagsaktivitäten (ADL, IADL) und Depression verwendet (Rosen and Reuben, 2011). Wenn möglich wird das Geriatriische Assessment dabei anstatt von Ärzt*innen einer einzelnen Fachrichtung, von einem multidisziplinären Team durchgeführt (Elsawy and Higgins, 2011). Außerdem kann es in verschiedenen Varianten und an verschiedenen Orten durchgeführt werden. So kann es zum Beispiel in der Klinik, im Pflegeheim oder bei den Patient*innen zuhause stattfinden (Reuben and Rosen, 2009). Mithilfe eines Geriatriischen Assessments können Behinderungen und funktionelle Probleme erkannt werden und somit längerfristige Pläne für Pflege, weitergehende Therapie und Verlaufsuntersuchungen erstellt werden. Auf der anderen Seite können unter Umständen auch potenziell unnötige Behandlungen, Hospitalisierung oder Aufenthalte in Pflegeeinrichtungen vermieden werden, wenn ältere Patient*innen von Anfang an gezielter untersucht werden. Dies kann dementsprechend auch zu ökonomischen Vorteilen führen (Wieland and Hirth, 2003).

1.2 Funktioneller Status

Mithilfe des Geriatriischen Assessments kann die Erfassung des funktionellen Status von Patient*innen erfolgen (Reuben and Rosen, 2009). Der funktionelle Status eines Menschen ist seine Fähigkeit, selbstständig tägliche Aktivitäten auszuführen, grundlegende Bedürfnisse zu befriedigen und somit seine Gesundheit und sein Wohlbefinden zu erhalten (Leidy, 1994). So können zwei Patient*innen mit der gleichen Erkrankung einen gänzlich unterschiedlichen funktionellen Status haben und dementsprechend mehr oder weniger selbstständig sein (Üstün *et al.*, 2003). Eine Studie mit mehr als 2000 mindestens 70-jährigen Teilnehmer*innen hat gezeigt, dass ältere Patient*innen, die wegen akuter gesundheitlicher Probleme in ein Krankenhaus aufgenommen werden müssen, ein erhöhtes Risiko haben, nach ihrer Entlassung eine Verschlechterung ihres funktionellen Status zu erleben (Covinsky *et al.*, 2003). Vor allem für diese Gruppe von Patient*innen ist der funktionelle Status ein essentieller Aspekt für ihre Lebensqualität. Eine Verschlechterung des funktionellen Status geht häufig mit einer Verschlechterung der Lebensqualität einher, weswegen seine Erhebung große Bedeutung hat (Cho *et al.*, 1998). Außerdem geht seine Verschlechterung mit einer erhöhten Beanspruchung von Pflegeheimen und einer erhöhten Mortalitätsrate einher (Covinsky *et al.*, 1997). Des

Weiteren leiden Patient*innen, deren funktioneller Status verschlechtert ist, häufiger an Delir und Depression (Hoogerduijn *et al.*, 2014).

1.2.1 ICF-Modell

Die Relevanz des funktionellen Status für die Medizin zeigt die *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF), die 2001 von allen Mitgliedstaaten der *World Health Organisation* (WHO) definiert und anerkannt wurde. Sie wurde als Ergänzung zur *International Classification of Diseases* (ICD) eingeführt, die seit mehr als hundert Jahren zur Kodierung von Krankheiten verwendet wird. Mit Hilfe des ICF-Modells können funktionelle Probleme erkannt, beziehungsweise der funktionelle Status von Patient*innen erhoben und einheitlich kodiert werden (WHO / *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF), 2020).

Das ICF-Modell wird in fünf Domänen unterteilt, die alle zueinander in Beziehung stehen: Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten, Partizipation, Umweltfaktoren und personenbezogene Faktoren (WHO, 2005).

Die Domänen Aktivitäten und Partizipation werden zusammengefasst nochmals in zwei Unterkategorien unterteilt: Leistungsfähigkeit und Performance. Die Leistungsfähigkeit gibt an, ob die Patient*innen bestimmte Aktivitäten in einem vorgegebenen Umfeld ausführen können. Hierbei wird untersucht, auf welchem Level die höchstmögliche funktionelle Leistungsfähigkeit der Proband*innen ist. Um diese Leistungsfähigkeit initial einzugrenzen, braucht es standardisierte Tests in einer möglichst kontrollierten Atmosphäre, weswegen diese meist in der Klinik oder Praxis durchgeführt werden. Die Performance wiederum beschreibt die Beteiligung der Proband*innen am Leben in ihrem alltäglichen Umfeld (Maetzler *et al.*, 2021). Sie bildet also nicht die maximal mögliche, sondern die normalerweise ausgeübte Aktivität und Teilhabe ab (Üstün *et al.*, 2003).

1.2.2 Erhebung des funktionellen Status im klinischen Umfeld

Der funktionelle Status einer Patientin / eines Patienten wird nach wie vor meist im klinischen und beaufsichtigten Umfeld erhoben. Hierzu kommen Tests zum Einsatz, die die oben beschriebene Leistungsfähigkeit und die eigene Wahrnehmung der Proband*innen untersuchen (Maetzler *et al.*, 2021). Für die Erhebung der Leistungsfähigkeit werden zunehmend quantitative Bewegungsanalysen mit etablierten Mobilitätstest wie die *Short Physical Performance Battery* (SPPB) kombiniert. Es wurde gezeigt, dass eine höhere

Leistungsfähigkeit im Bereich Mobilität mit einer größeren Teilhabe am täglichen Leben und einer höheren Lebensqualität der untersuchten Patient*innen assoziiert ist, was die Wichtigkeit dieser Untersuchungen unterstreicht (Williams and Willmott, 2012). Außerdem können Bewertungsskalen genutzt werden, anhand derer die untersuchende Person die Leistungsfähigkeit der Patient*innen einschätzt.

Studien haben allerdings gezeigt, dass sich die Performance der Proband*innen im klinischen Umfeld und unter Testatmosphäre teilweise deutlich zu unbeaufsichtigten Messungen im Alltag unterscheidet (Iluz *et al.*, 2016; Hillel *et al.*, 2019; Atrsaei *et al.*, 2021). Häufig fallen die Messergebnisse im klinischen Umfeld besser aus. Das könnte daran liegen, dass sich die Patient*innen unter Beobachtung besser konzentrieren und aufmerksamer sind (McCambridge, Kypri and Elbourne, 2014). Außerdem sind die Begebenheiten des Testumfeldes (Lichtverhältnisse, Untergrund, Hindernisse wie Möbel etc.) in der Klinik häufig besser, wodurch sich die Proband*innen mehr auf die Aufgaben konzentrieren können (Warmerdam *et al.*, 2020). Auf der anderen Seite hängen die Resultate auch vom Verständnis der Proband*innen der einzelnen Aufgaben ab. So könnte es auch sein, dass eine auszuführende Bewegung oder Gangabfolge zwar funktionell möglich wäre, die Anweisungen hierzu aber nicht befolgt werden können (Yamada and Demura, 2005). Diese Punkte lassen vermuten, dass die alleinige Erhebung des funktionellen Status im klinischen Umfeld unter Umständen nur begrenzte Aussagekraft über die tatsächlichen Verhältnisse im Alltag der Patient*innen hat.

Zu ausführlichen Geriatriischen Assessments gehören oftmals auch Fragebögen, die von Patient*innen selbstständig ausgefüllt werden sollen und somit ihre subjektive Wahrnehmung widerspiegeln. Hier geht es zum Beispiel um Fragen zur Bewältigung des Alltags, zur Stimmung und zu geriatrischen Symptomen wie Inkontinenz. Verwendet werden zum Beispiel die unter 1.1 beziehungsweise 2.6.3 genannten Fragebögen. Das Verwenden von Fragebögen oder Tagebüchern liefert Informationen über die Wahrnehmung der Patient*innen ihres funktionellen Status und den Grad ihrer Einschränkungen, während sie gleichzeitig kostengünstig und wenig zeitintensiv für die behandelnden Ärzt*innen sind. Allerdings kann die Selbstwahrnehmung zwischen verschiedenen Patient*innen stark variieren und von verschiedenen Faktoren wie Stimmung, sozialem Umfeld, kulturellem Hintergrund und anderen abhängen (Van Gilst *et al.*, 2016; Jones *et al.*, 2020).

1.2.3 Erhebung des funktionellen Status mit digitaler Technologie

Die fortschreitende Entwicklung und Digitalisierung der Medizin liefert immer mehr Möglichkeiten, den funktionellen Status und die Gebrechlichkeit von geriatrischen Patient*innen zu beurteilen. Dies geschieht zunehmend durch die Verwendung von tragbaren Bewegungssensoren, sogenannten *Inertial Measurement Units* (IMUs), die meist an Rücken und Füßen getragen werden und in denen sich Beschleunigungsmesser und/oder Gyroskope befinden (Shany *et al.*, 2012). Studien haben gezeigt, dass sich Sensorparameter z.B. des Ganges der Patient*innen zum Screening von Gebrechlichkeit und ihrer Vorstufen eignen (Dasenbrock *et al.*, 2016). Außerdem werden Messungen mit tragbaren Sensoren schon erfolgreich genutzt, um das Sturzrisiko der Patient*innen vorherzusagen (Howcroft, Kofman and Lemaire, 2013).

Diese Entwicklung ermöglicht es nun auch immer besser und effektiver, den funktionellen Status von Patient*innen in deren häuslichem Umfeld zu erheben und somit ihre tatsächliche Performance zu erfassen. Dies erfolgt meist unter gewöhnlichen Bedingungen und unbeaufsichtigt. Die Messung der Performance soll nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung zu den beiden anderen Domänen Leistungsfähigkeit und Selbstwahrnehmung gesehen werden (Maetzler *et al.*, 2020). So können typische Probleme von älteren Patient*innen, wie beispielweise ein erhöhtes Sturzrisiko im häuslichen Umfeld, dort evaluiert werden, wo sie üblicherweise auftreten (Weiss *et al.*, 2013). Ein großer Vorteil der IMUs ist dabei, dass die Sensoren stundenlang getragen werden können und so eine große Menge an Daten aus dem „echten Leben“ der Patient*innen offenlegen (Hobert *et al.*, 2014). Sie erfassen nicht wie bei einem klinischen Assessment nur eine Momentaufnahme der Bewegungsabläufe.

1.3 Geriatrisches Assessment in der Herz- und Gefäßchirurgie

Schon lange wird der Zusammenhang zwischen Alter, Funktionsfähigkeit bzw. präoperativem Status, und dem Ergebnis einer Operation erforscht. Diese Untersuchungen gewinnen an Relevanz, da zunehmend erkannt wird, dass das Ergebnis von operativen Eingriffen, insbesondere im unfallchirurgischen, viszeralchirurgischen, aber auch herzthoraxchirurgischen Bereich, relativ schwierig durch fachspezifische Untersuchungen vorherzusagen ist (Neragi-Miandoab *et al.*, 2010). Daher besteht ein Wunsch insbesondere im Bereich dieser medizinischen Fachdisziplinen, das Assessment der oft hochaltrigen Klientel an Patient*innen breiter aufzustellen, und potenziell bessere prognostische Parameter zu finden.

In näherer Vergangenheit wurde aber insbesondere deutlicher, dass nicht das Alter, sondern z.B. der Trainings- oder Fitnesszustand, beziehungsweise die Gebrechlichkeit der Patient*innen eine entscheidende Rolle hinsichtlich Prognoseabschätzung für bevorstehende operative Eingriffe spielt (Shahrokni and Alexander, 2020). Obwohl die Gebrechlichkeit häufig mit dem Alter zunimmt, ist Alter per se kein guter Prädiktor für Gebrechlichkeit. Vielmehr spielen der kognitive und funktionelle Status der Patient*innen eine entscheidende Rolle (Sepehri *et al.*, 2014).

Mit Hilfe eines Geriatrischen Assessments kann die funktionelle und kognitive Fitness untersucht und somit eine Einschätzung des postoperativen Verlaufs gewonnen werden. So wurde zum Beispiel gezeigt, dass die Gehgeschwindigkeit der Patient*innen mit ihrer Gebrechlichkeit und damit auch mit ihrer Überlebensrate korreliert (Studenski *et al.*, 2011). Zudem scheint die Gehgeschwindigkeit ein Prädiktor für die Sterblichkeit und weitere postoperative unerwünschte Ereignisse bei herzchirurgischen Patient*innen zu sein (Afilalo *et al.*, 2010).

Allein die präoperative Durchführung der SPPB kann, laut verschiedener Studien, Aussage über die zu erwartende postoperative Liegedauer im Krankenhaus, Pflegebedürftigkeit, Lebensqualität und Ein-Jahres-Mortalität der Patient*innen geben (Lytwyn *et al.*, 2017; Treacy and Hassett, 2018) und so den behandelnden Ärztinnen und Ärzten bei der weiteren Entscheidungsfindung zur patientenadaptierten Behandlung behilflich sein (Perracini *et al.*, 2020). So zeigten z.B. Lytwyn *et al.* in einem Kollektiv von 188 Patient*innen, dass ein Punktwert von neun oder weniger in der SPPB mit einer geringeren 1-Jahres-Überlebensrate mit adäquater Lebensqualität assoziiert ist.

Eine andere Studie aus einer Klinik für Gefäßchirurgie in England (Partridge *et al.*, 2017) zeigte in einem Kollektiv von 176 Patient*innen mit einem Durchschnittsalter von 75 Jahren, dass durch ein präoperatives Geriatrisches Assessment und eine darauf folgende Optimierung der Therapie der Patient*innen anhand seines Ergebnisses, die Dauer ihres postoperativen Klinikaufenthalts um 40% verkürzt werden kann. Eine solche Optimierung beinhaltete eine Anpassung der Medikation, eine gezielte präoperative Therapie und Sozialarbeit.

Des Weiteren haben Studien gezeigt, dass sowohl bereits stationäre Patient*innen, als auch selbstständig Lebende, bei denen ein präoperatives Geriatrisches Assessment durchgeführt wurde, eine geringere Sterblichkeit zeigten und mit einer höheren Wahrscheinlichkeit, nach der

Operation wieder im eigenen Zuhause leben konnten. (Stuck *et al.*, 1993; Ellis and Langhorne, 2004).

Auch in der Chirurgie finden neuere, digitale Methoden wie die oben angesprochenen IMUs zunehmend den Weg in die klinische Anwendung. Eine Datenerhebung mit ihrer Hilfe könnte die Messungen im Sinne eines Quantitativen Geriatriischen Assessments (QGA) in Zukunft unterstützen (Shahrokni and Alexander, 2020).

1.3.1 Präoperatives Risiko-Assessment in der Herz- und Gefäßchirurgie

In 2019 wurden 52 Prozent aller herzchirurgischen Eingriffe in Deutschland an Patient*innen durchgeführt, die 70 Jahre alt oder älter waren. Vor allem der Anteil an Eingriffen bei über 80-Jährigen nimmt seit Jahren zu und lag im Jahr 2019 bei fast 19 Prozent. Damit sind die alten Menschen die zahlenmäßig am schnellsten wachsende Patient*innen-Gruppe in der Herz- und Gefäßchirurgie (Beckmann *et al.*, 2020).

Die am meisten genutzten Skalen zur Einschätzung des perioperativen Risikos in der Herzchirurgie sind das *European System For Cardiac Operative Risk Evaluation* (EuroSCORE) und der *Society Of Thoracic Surgeons* (STS) Score. Diese Skalen berücksichtigen vor allem das biografische Alter, Komorbiditäten und die kardiale Vorgeschichte. Sie erheben aber z.B. nicht das biologische Alter (Sündermann *et al.*, 2011). Gebrechlichkeit und Behinderungen, häufige geriatriische Syndrome, sowie die kognitive Funktion spielen bei der Evaluation des präoperativen Zustands meist ebenfalls keine Rolle (Min *et al.*, 2015).

Dabei legen verschiedene Studien nahe, dass die präoperative Einschätzung der kognitiven Fähigkeiten eine Aussage über das Risiko eines postoperativen Delirs oder die Notwendigkeit eines Aufenthaltes in einer weiterführenden medizinischen Einrichtung geben kann (Harrington *et al.*, 2011; Susano *et al.*, 2020).

Studien haben gezeigt, dass die Risikoeinschätzung von perioperativer Morbidität und Mortalität durch den EuroSCORE bei älteren Patient*innen ungenau ist und diese eher überschätzt (Leontyev *et al.*, 2009). Daher scheint es sinnvoll, für diese immer wichtiger werdende Gruppe von Patient*innen, die etablierten Risiko-Skalen mit Messungen des funktionellen Status, der Gebrechlichkeit und von Behinderungen zu verbinden und so eine tiefergehende oder möglicherweise sogar realistischere Einschätzung des Operations-Risikos

und der Prognose zu erreichen (Afilalo *et al.*, 2012). So könnte die Integration eines QGAs in die Risiko- und Prognosebewertung zumindest für ältere Patient*innen sinnvoll sein.

1.3.2 Umfang eines Geriatrischen Assessments in der Herz- und Gefäßchirurgie

Auf Grund des sich von einer geriatrischen Station stark unterscheidenden stationären Umfelds in der Herz- und Gefäßchirurgie (siehe 1.4), sollte das QGA den dort herrschenden Begebenheiten angepasst werden. So muss das Assessment insgesamt kürzer gefasst werden und beinhaltet weniger Aufgaben.

Zum Beispiel wurden in einer Studie zur Prognose der Mortalität nach einer Transkatheter Aortenklappen Implantation (TAVI) bei 100 Patient*innen im Alter von mindestens 75 Jahren das *Mini Mental State Exam* (MMSE), *Mini Nutritional Assessment* (MNA), der *Timed Up and Go Test* (TUG), die *Basic und Instrumental Activities of Daily Living* (BADL und IADL) und einige Fragen zur präklinischen Mobilität genutzt (Stortecky *et al.*, 2012). Die Studie evaluierte das Geriatrische Assessment als Prädiktor für schwere unerwünschte, kardiovaskuläre und zerebrale Ereignisse nach TAVI-Eingriffen.

Eine weitere Studie mit einem Kollektiv von 400 Patient*innen mit einem Durchschnittsalter von 80 Jahren evaluierte, ob die Risikoeinschätzung für eine 30-Tage-Mortalität nach einer Herzoperation durch die Integration eines Gebrechlichkeitsassessments verbessert wird und diese präziser macht. Auch diese Studie kam zu dem Ergebnis, dass ein solches Assessment gut zur Unterstützung der Risikoevaluation von älteren Patient*innen geeignet ist. Hier wurden die herzchirurgischen Patient*innen einem Test zur Gehgeschwindigkeit über vier Meter, einer Messung der Handkraft, den IADL, Gleichgewichtsübungen wie dem (Semi-) Tandemstand und einer Übung, in der sie dreimal in Folge von einem Stuhl aufstehen und sich wieder hinsetzen sollten, unterzogen. Außerdem sollten sie einen Stift vom Boden aufheben und sich eine Jacke an- und wieder ausziehen (Sündermann *et al.*, 2011).

In einer dritten, hier beispielhaft genannten, Studie mit 142 Patient*innen mit Durchschnittsalter von 83 Jahren wurden die MMSE und die *Nottingham Extended Activities of Daily Living Scale* (NEADL) erhoben. Zudem wurde die Ernährung (*Body Mass Index*, BMI) und die physische Gebrechlichkeit untersucht. Letztere wurde durch die Frage nach Gewichtsverlust im vergangenen Jahr, die Fähigkeit, ohne die Arme zu benutzen von einem Stuhl aufzustehen und die Frage, ob sich die Proband*innen voller Energie fühlten, bewertet. Außerdem wurde der *Charlson Komorbiditäts-Index* und die *Hospital Anxiety- and Depression-Scale* (HADS) erhoben (Skaar *et al.*, 2019). Ziel dieser Studie war es, einen

Gebrechlichkeitsscore zu entwickeln, der bei der Einschätzung, ob eine TAVI durchgeführt werden soll oder nicht, helfen kann. Die Höhe der Punktzahl der hier entwickelten Skala, hatte einen signifikanten Zusammenhang mit der Zwei-Jahres-Mortalität der Patient*innen nach TAVI-Eingriffen.

Die Autor*innen der drei, hier nur exemplarisch aufgezeigten Studien, haben es offensichtlich geschafft, ohne viel Zeitaufwand ein Geriatriisches Assessment durchzuführen und übereinstimmend gezeigt, dass dieses in der präoperativen Durchführung eine prognostische Rolle in der Risikoeinschätzung von Herz-Operationen haben kann. Leider ist die Studienlage für die Aussage von (Quantitativen) Geriatriischen Assessments zu einzelnen typischen Symptomen von herzchirurgischen Patienten sehr dünn. Die meisten Studien beziehen sich, wie oben schon gezeigt, auf die Aussage der präoperativen Assessments für die postoperative Mortalität und Prognose der Untersuchten. Lediglich zur Erhebung der Veränderung der Lebensqualität oder der Fähigkeit zur Bewältigung des Alltags durch eine herz- oder gefäßchirurgische Operation gibt es einige Studien, wobei auch hier weiterer Forschungsbedarf besteht, um diese Zusammenhänge genauer darzustellen (Noyez, de Jager and Markou, 2011; Schoenenberger *et al.*, 2013). Es ist bis dato nicht klar, ob im Rahmen einer stationären prächirurgischen Untersuchung auf einer Herz- und Gefäßstation auch ein QGA erfolgreich durchgeführt werden kann.

1.4 Stationäres Setting in der Herz- und Gefäßchirurgie

Im Jahr 2019 wurden in Deutschland in 78 Kliniken 175 705 kardiale Eingriffe durchgeführt. Davon bildeten Bypass-Operationen (44 093) den größten Teil, gefolgt von Eingriffen an den Herzklappen (36 650). Letztere wurden 16 655 mal über einen Katheterzugang durchgeführt. An dritter Stelle (21 320) stand die Implantation von Schrittmachern und implantierbaren Cardioverter-Defibrillatoren (Beckmann *et al.*, 2020). Um zu verstehen, ob und wie ein QGA auf einer herz- und gefäßchirurgischen Station implementiert werden kann, muss als erster Schritt ein detailliertes Studium der Abläufe und Gegebenheiten einer derartigen Station erfolgen.

Laut statistischem Bundesamt lag die durchschnittliche Verweildauer von herzchirurgischen Patient*innen im Krankenhaus in 2017 bei 10.9 Tagen (*Statistisches Bundesamt - Krankenhäuser nach Fachabteilungen*, 2019). Dabei ist der übliche Ablauf, dass die Patient*innen am Vortag ihrer Operation nach einer Aufnahmeuntersuchung auf die

Normalstation aufgenommen werden. Im weiteren Verlauf des Tages wird dann eine echokardiographische Untersuchung durchgeführt, ein Elektrokardiogramm geschrieben und eine Röntgenaufnahme des Thorax gemacht. Außerdem findet ein Aufklärungsgespräch mit einer Ärztin oder einem Arzt der Anästhesie statt. Nach der Operation am folgenden Tag werden die Patient*innen auf die Intensivstation gebracht, wo sie meist 24 bis 48 Stunden überwacht werden. Siebzig Prozent der Patient*innen, die eine Bypass- oder Herzklappenoperation, beziehungsweise eine Kombination aus beidem bekommen, bleiben nicht länger als 48 Stunden auf der Intensivstation (Kaulitz *et al.*, 2010). Von dort werden sie, wenn nötig, vorübergehend auf eine *Intermediate Care* (IMC) Station verlegt, bevor sie dann wieder zurück auf die Normalstation gebracht werden. Hier werden Drainagen und der Blasenkatheter entfernt und eine weitere Mobilisation durch Therapeut*innen aus dem Bereich Physio- und Ergotherapie gefördert. Sobald die Operierten mobilisiert sind und ihnen die Bewältigung ihres Alltags, zumindest mit Unterstützung, wieder zugetraut werden kann, werden sie entweder in ein heimatnahes Klinikum, in eine Anschluss-Rehabilitationseinrichtung oder nach Hause entlassen.

1.5 Machbarkeitsstudien zum (Quantitativen) Geriatriischen Assessment in der Chirurgie

Da das Feld der Machbarkeitsstudien zu (Quantitativen) Geriatriischen Assessments in der Herz- und Gefäßchirurgie noch sehr klein zu sein scheint, sollen hier einige Machbarkeitsstudien aus anderen Fachgebieten vorgestellt werden, deren klinische Voraussetzungen vergleichbar zu denen auf der Herz- und Gefäßchirurgie sind. So wurde in einer Studie aus einer Klinik für Thoraxchirurgie in Kanada untersucht, ob es machbar ist, ein präoperatives Gebrechlichkeits-Assessment durchzuführen (Hirpara *et al.*, 2019). Dazu wurden 40 Patient*innen eingeschlossen, die jeweils drei Fragebögen zur Risikoeinstufung (*Modified Frailty Index*, *Revised Cardiac Risk Index* und *Charlson Comorbidity Index*) und einen Fragebogen zur gesundheitsabhängigen Lebensqualität (*Functional Assessment of Cancer Therapy Questionnaire*) ausfüllen sollten. Außerdem wurde ein 6-Minuten-Gehtest, eine Gehgeschwindigkeitsmessung auf fünf Metern Strecke und eine Handkraft-Messung mit einem Dynamometer sowie verschiedene Fragebögen durchgeführt. Die Autor*innen kamen zu dem Schluss, dass ein präoperatives Gebrechlichkeits-Assessment im thoraxchirurgischen Umfeld durchführbar ist, es aber bei der Vereinbarung von zusätzlichen Terminen zu logistischen

Hürden kommen kann. Diese könnten durch die Kopplung an notwendige Termine für klinische Untersuchungen überwunden werden.

Eine zweite Machbarkeitsstudie aus einer Klinik für Anästhesie in Florida, die von 678 Patient*innen im Alter von mindestens 65 Jahren vor elektiven Eingriffen verschiedener chirurgischer Fächer besucht wurde, untersuchte die Einführung eines kognitiven und Gebrechlichkeitsscreenings in den Klinikalltag (Amini *et al.*, 2019). Hierfür wurde die Gebrechlichkeit von 870 über 65 Jahre alten Patient*innen nach den Fried-Kriterien eingestuft: unbeabsichtigter Gewichtsverlust, Schwäche (gemessen durch die Handkraft), subjektiv schlechte Ausdauer, langsame Gehgeschwindigkeit (5-Meter-Strecke) und geringe körperliche Aktivität (Fried *et al.*, 2001). Auch die Autor*innen dieser Studie kamen zu dem Schluss, dass ein präoperatives kognitives und Gebrechlichkeitsscreening in den Klinikalltag integrierbar ist. Allerdings umfasste der Zeitaufwand der Untersucher*innen durch das Einführen der Studie bis zu dreißig Minuten pro Arbeitstag, die zu ihren ursprünglichen Aufgaben in der Klinik hinzukamen. Dadurch fühlten sie sich teilweise unter Zeitdruck gesetzt, was zu Ausfällen der Untersuchungen führte. So wurden zum Beispiel bei neun Prozent der Patient*innen nicht alle Domänen der Gebrechlichkeit untersucht.

Allgemein schien in beiden hier exemplarisch vorgestellten Studien die Zeit und das Vereinbaren von Terminen entscheidende Faktoren für ihre vollständige Durchführbarkeit zu sein.

1.6 Arbeitshypothese

Im Rahmen der *Cognitive and Motor Interactions in Older Populations* (ComOn-) Studie (Geritz *et al.*, 2020) wurde ein Assessment entwickelt, das die Anforderungen an ein Geriatrisches Assessment erfüllt (Elsawy and Higgins, 2011) und durch den begleitenden Einsatz von tragbaren Sensoren stark quantitativ orientiert ist. Dieses wird auf den geriatrischen Stationen des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein in Kiel aktuell an etwa 70% aller Patienten durchgeführt (siehe 2.1). Da die Durchführung eines solchen Assessments, wie unter 1.3 bereits erläutert, auch in der Herz- und Gefäßchirurgie relevant zu sein scheint, könnte seine Etablierung in den chirurgischen Klinikalltag zur Unterstützung bei der Einschätzung des perioperativen Risikos, des postoperativen Verlaufs und der Prognose der Patient*innen von großer Bedeutung sein. Deshalb soll in dieser Arbeit untersucht werden, ob die Umsetzung eines QGAs mit einem modifizierten Untersuchungsprotokoll der ComOn-Studie (Geritz *et al.*,

2020) auch bei herz- und gefäßchirurgischen Patient*innen möglich ist und welche Anpassungen unter Umständen noch nötig sind. Ziel der Arbeit ist letztendlich die Erarbeitung eines Konzeptes, mit dem ein derartiges Assessment in diesem Umfeld durchführbar ist. Daraus ergibt sich die dreigeteilte Fragestellung:

Lässt sich ein QGA prä- und postoperativ in den Klinikalltag einer herz- und gefäßchirurgischen Station integrieren?

Welchen Umfang darf ein solches Assessment haben, um hohe Teilnahme- und Vollständigkeitsquoten zu erlangen?

Wie muss das QGA der ComOn-Studie modifiziert werden, um es auch unter den speziellen Rahmenbedingungen der herz- und gefäßchirurgischen Station durchführbar zu machen?

2 Material und Methoden

2.1 ComOn-Studie

In der laufenden ComOn Studie werden die Zusammenhänge von kognitiven und motorischen Fähigkeiten von insgesamt 1000 Patient*innen im Alter von mindestens 70 Jahren untersucht. Zu Beginn der Studie wurden stationäre Patient*innen auf den Stationen der Neurogeriatrie und der internistischen Altersmedizin des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein in Kiel (UKSH Campus Kiel) eingeschlossen und in klinischer Umgebung untersucht. Die Untersuchung beinhaltete, neben einer ausführlichen Krankheitsanamnese, sowohl eine neuropsychologische Testbatterie als auch eine sensorbasierte Bewegungsanalyse. Außerdem kamen verschiedene Fragebögen zu sozialen, behavioralen und gesundheitlichen Aspekten zum Einsatz. Das ausführliche Studienprotokoll der ComOn-Studie wurde bereits publiziert (Geritz *et al.*, 2020).

Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wurde das Protokoll der ComOn-Studie auch auf den Stationen der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des UKSH Campus Kiel angewendet und an die Umgebungsbedingungen und die Kohorte angepasst. Ein positives Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Kiel liegt vor (Antragsnummer D427/17).

2.2 Rekrutierung

Die Rekrutierung für diese Studie erfolgte durch zwei medizinstudentische Doktorand*innen (Linda Schebesta und Jonas Stamerjohanns), die insgesamt 900 Stunden in die Studie investierten. Diese Zeit wurde, neben der Rekrutierung, für die Messungen, Auswertung und das Einpflegen der gewonnenen Daten in Tabellen verwendet. Der Erhebungszeitraum erstreckte sich von Mai 2018 bis Juni 2020. Die Rekrutierung erfolgte am Aufnahmetag, also in der Regel einen Tag vor der geplanten Operation.

Die Einschätzung der Eignung sowie die Einpassung der Studienmessung in den eng getakteten stationären Zeitplan erfolgte meist morgens in Zusammenarbeit mit dem Personal der herz- und gefäßchirurgischen Aufnahmeambulanz. Die Patient*innen wurden sowohl mündlich als auch schriftlich im Sinne der Deklaration von Helsinki über den Inhalt der Studie und den Umfang der Untersuchungen aufgeklärt und nach ihrer schriftlichen Einwilligung in die Studie

aufgenommen. Dies war jedoch aufgrund von fehlender Teilnahmebereitschaft, oder weil die für den Tag einbestellten Patient*innen nicht den Studienkriterien entsprachen, nicht jeden Tag möglich. Umgekehrt konnten jedoch auch zwei Patient*innen am selben Tag in die Studie eingeschlossen und die T1-Untersuchungen mit ihnen durchgeführt werden.

2.2.1 Einschlusskriterien

Die Einschlusskriterien beinhalteten die Fähigkeit der Teilnehmer*innen ohne fremde Hilfe mindestens zehn Sekunden stehen und mindestens drei Meter gehen zu können. Zum Gehen durfte eine Gehhilfe verwendet werden. Außerdem mussten die Patient*innen in der Lage sein, selbstständig in die Studienteilnahme einzuwilligen. Das im ursprünglichen Studienprotokoll beschriebene Mindestalter von 70 Jahren wurde für die Herz- und Gefäßchirurgie auf 50 Jahre herabgesetzt, da laut klinikinterner Statistik ein Großteil (67 % in 2019) der im UKSH Campus Kiel am Herzen operierten Patient*innen zwischen 50 und 79 Jahre alt sind.

2.2.2 Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien waren ein klinisch diagnostiziertes Defizit des Bewusstseins, mehr als zwei Stürze in der vergangenen Woche (aufgrund des dann bestehenden erhöhten Sturzrisikos während der Untersuchung), ein vergangener oder aktueller Drogenmissbrauch (mit Ausnahme von Nikotin) und eine (korrigierte) Sehschärfe von unter sechzig Prozent (gemessen mit einer Sloan-Buchstabentafel aus drei Metern Entfernung).

2.3 Studienteilnehmer*innen

In die ComOn-Studie auf der Herz- und Gefäßchirurgie wurden über den oben genannten Zeitraum insgesamt 64 Patient*innen eingeschlossen, die alle mindestens an der T1-Untersuchung teilgenommen haben.

In Tabelle 1 sind die Operationen aufgelistet, die an den Patient*innen durchgeführt wurden. Den Großteil stellten dabei isolierte Bypass-Operationen (28.1 %), sowie TAVIs (17.2 %) dar.

Tabelle 1*Operationen der an der Studie teilnehmenden Patient*innen*

Operationen	Anzahl Patient*innen
ACB/ACVB	18 (28.1 %)
TAVI	11 (17.2 %)
Kombination aus Klappen- und Bypassoperation	7 (10.9 %)
AKE	5 (7.8 %)
MIDCAB	4 (6.3 %)
MKE	2 (3.1 %)
AKE + Aorta Ascendens-Ersatz	2 (3.1 %)
MIC-MKR	2 (3.1 %)
Aorta Ascendens-Ersatz	1 (1.6 %)
MKE + TKR	1 (1.6 %)
AKE + Aortenwurzel-Ersatz	1 (1.6 %)
ACB + Aorta Ascendens-Ersatz	1 (1.6 %)
ACB + Thrombus-Entfernung	1 (1.6 %)
ACB + PFO Verschluss	1 (1.6 %)
MIC Vorhof-Myxom-Entfernung	1 (1.6 %)
Kombination aus drei oder mehr OP-Vorgängen	6 (9.4 %)

Anmerkungen. ACB = Aorto-coronarer Bypass. ACVB = Aorto-coronarer Venenbypass. AKE = Aortenklappenersatz. MIC-MKR = Minimalinvasive Mitralklappenrekonstruktion. MIDCAB = minimalinvasive direkte koronararterieller Bypass. MKE = Mitralklappenersatz. PFO = Persistierendes Foramen Ovale. TAVI = Transcatheter Aortic Valve Implantation. TKR = Trikuspidalklappenrekonstruktion. % = Prozent.

2.4 Klinische Daten

Alle klinischen Daten wurden aus dem klinikinternen Computersystem (ORBIS) extrahiert. Dafür wurden vor allem die jeweiligen Arztbriefe und OP-Berichte herangezogen. Außerdem wurden klinikinterne Statistiken zu Sterblichkeitsraten und Länge der Aufenthalte ausgewertet.

2.5 Untersuchungszeitpunkte

Die ComOn-Studie auf der Herz- und Gefäßchirurgie beinhaltete drei Untersuchungszeitpunkte, die entsprechend ihrer Chronologie T1, T2 und T3 genannt wurden. T1 und T2 galten dabei als „obligatorisch“, da sie während des Klinikaufenthaltes stattfanden.

Die T3-Untersuchung war optional und sollte nach erneuter Absprache mit den Patient*innen drei bis sechs Monate nach ihrer Operation stattfinden.

2.5.1 T1-Untersuchung

Die T1-Untersuchung fand am Tag der Aufnahme der jeweiligen Patient*innen und damit am Vortag der geplanten Operation statt. Als erste der drei Untersuchungen beinhaltete diese, nach der ausführlichen schriftlichen und mündlichen Aufklärung, die Anamnese, die neuropsychologische Screening-Untersuchung und die Analyse der Motorik, bestehend aus 20-Cents-Test, Handkraftmessung, MDS-UPDRS III, SPPB und sensorbasierter Bewegungsanalyse. Der Zeitaufwand der T1-Untersuchung betrug, je nach Patientin oder Patient, eineinhalb bis zwei Stunden. Nach Abschluss der Messungen wurden die Fragebögen (siehe 2.6.3) ausgehändigt und im Laufe des Tages von den Proband*innen ausgefüllt.

2.5.2 T2-Untersuchung

Die T2-Untersuchung fand meist am sechsten bis achten postoperativen Tag statt, je nachdem, wann sich die Operierten in der Lage fühlten, mitzumachen. Die Untersuchung beinhaltete ebenfalls die neuropsychologische und die motorische Analyse und damit die gleichen Aufgabentypen, die den Patient*innen auch schon zum ersten Untersuchungszeitpunkt gestellt wurden. Da die Patient*innen durch ihre vorausgegangene Operation häufig noch geschwächt waren, nahm die T2-Untersuchung, trotz geringeren Umfangs (keine Aufklärung und Anamnese wie bei T1), ebenfalls circa eineinhalb Stunden in Anspruch.

2.5.3 T3-Untersuchung

Die T3-Untersuchung wurde nach dreieinhalb Monaten und ab der Rekrutierung von Studienteilnehmer*in 21 integriert. Ab diesem Zeitpunkt wurden die Patient*innen gefragt, ob sie einverstanden sind, dass sie nach drei bis sechs Monaten nochmals kontaktiert werden, um einen Termin für eine dritte Untersuchung zu vereinbaren. Waren die Patient*innen dann bereit mitzumachen, wurden ihnen im Vorfeld die schon bekannten Fragebögen zugesandt. Diese sollten ausgefüllt zu dem Termin in der Klinik mitgebracht werden. Die T3-Untersuchung beinhaltete eine erneute, in Teilen von der ersten abweichende, Anamnese, sowie den neuropsychologischen und motorischen Teil aus T1 und T2. Die Untersuchung dauerte ebenfalls ungefähr eineinhalb Stunden. In dem Studienzeitraum fanden auch insgesamt zwei T3-Messungen im häuslichen Umfeld der Patient*innen statt, da diese zwar Interesse hatten, weiterhin Teil der Studie zu sein, jedoch nicht bereit waren nochmals in die Klinik zu kommen.

Während Anamnese und die neuropsychologische Testung unter ähnlichen Bedingungen wie im Uniklinikum durchgeführt werden konnten, musste die Gehstrecke jeweils im Hausflur abgeklebt werden, sodass die Bewegungsanalysen nur zu Teilen durchführbar waren.

2.6 Messinstrumente

Im Folgenden werden die verwendeten Messinstrumente des modifizierten ComOn Untersuchungsprotokolls (siehe dazu Geritz *et al.*, 2020) vorgestellt. Die Anpassung der Untersuchung für die herz- und gefäßchirurgischen Patient*innen erfolgte vorrangig im Sinne einer spezifischen Kürzung und Priorisierung auf die unten genannten Testverfahren. Dies geschah mit Hinblick auf das wesentlich kürzere Zeitfenster für die Studienmessung (ein bis zwei Tage in der Geriatrie vs. wenige Stunden in der Herz- und Gefäßchirurgie), da diese wie oben beschrieben in den geplanten klinischen Ablauf integriert werden musste.

2.6.1 Anamnese und neuropsychologische Screening-Untersuchung

Die Anamnese und neuropsychologische Screening-Untersuchung wurden in ruhiger, ungestörter Testatmosphäre durchgeführt. Dies geschah entweder im Einzelzimmer der Patientin oder des Patienten, in einem für die Untersuchung gesperrten Aufenthaltsraum auf der Station oder in einem nicht besetzten Patient*innenzimmer.

2.6.1.1 Anamnese

In der Anamnese wurden neben der Erhebung von personenbezogenen Daten, wie Alter, Wohnsituation, Bildungsstand und (ehemaliger) Beruf, auch Fragen zu einer möglichen Verschlechterung des Sehens, Hörens oder der Feinmotorik gestellt. Außerdem wurde nach vegetativen Symptomen wie Veränderung des Appetits oder Schlafstörungen gefragt, gefolgt von Fragen zu Gedächtnis, Konzentration und Aufmerksamkeit. Des Weiteren wurde nach akuten und chronischen Beschwerden und Symptomen, die zu dem Klinikaufenthalt geführt hatten, gefragt. Abschließend wurden Daten zum Antrieb, Empfinden von Freude, Grübeln und zu möglichen Suizidgedanken oder -versuchen erhoben.

2.6.1.2 Neuropsychologische Screening-Untersuchung

Die neuropsychologische Testung wurde ebenfalls in möglichst ruhiger und reizarmer Atmosphäre durchgeführt. Der Fokus der Testauswahl lag hierbei auf der Erfassung von exekutiven Funktionen. Begonnen wurde die Untersuchung mit dem *Short Portable Mental Status Questionnaire* (SPMSQ), einem Fragebogen zum mentalen Zustand der

Teilnehmer*innen (Pfeiffer, 1975). Darauf folgten die *Frontal Assessment Battery* (FAB-D, Dubois *et al.*, 2000), ein Test für die Funktion des Frontallappens, und der *Trailmaking-Test* (TMT) A und B, der das visuelle Scanning, die mentale Schnelligkeit und Flexibilität und die geteilte Aufmerksamkeit der Patient*innen testet (Tombaugh, 2004). Zuletzt wurde noch der Fünf-Punkt-Test (FPT) durchgeführt, der die figurale Flüssigkeit und die Fähigkeit zum strategischen Denken erfasst (Tucha *et al.*, 2012).

2.6.2 Untersuchung der Motorik

Die Untersuchung der Motorik der Patient*innen bestand aus einem feinmotorischen Teil inklusive Handkraft-Messung, dem dritten Teil der von der *Movement Disorder Society* entwickelten *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (MDS-UPDRS-III, Goetz *et al.*, 2007), der SPPB und einer sensorbasierten Bewegungsanalyse. Die Feinmotorik und die Handkraft wurden meist direkt im Anschluss an die neuropsychologische Testung im selben Raum untersucht. Für die restliche motorische Untersuchung wurde eine definierte Strecke auf dem Stationsflur bestimmt (siehe 2.4.2.3).

2.6.2.1 Untersuchung der Feinmotorik und der Handkraft

Zur Untersuchung der feinmotorischen Fähigkeiten der Patient*innen wurde der 20-Cents-Test verwendet (Krupp *et al.*, 2015). Bei diesem mussten sie zuerst mit der stärkeren Hand so schnell wie möglich zwanzig 1-Cent-Stücke von einem auf dem Tisch liegenden Blatt Papier aufnehmen und in eine Dose legen. Hierbei wurden die Münzen einzeln aufgenommen und durften nicht über die Tischkante gezogen werden. Nach dem Versuch mit der starken Hand wurde der Test mit der schwächeren Hand wiederholt. In beiden Fällen wurde die Zeit gestoppt. Für das Bestimmen der Handkraft wurden pro Hand je zwei Messungen mittels eines hydraulischen Hand-Dynamometers (*Saehan® Corporation Korea, Hydraulic Hand Dynamometer, Model SH5001*) durchgeführt. Alle Werte wurden in Kilogramm notiert.

2.6.2.2 MDS-UPDRS-III

Die Erhebung der MDS-UPDRS-III dient der Beurteilung von axialen Defiziten und parkinsontypischen Symptomen und erfolgte auf dem Stationsflur am Anfang der Teststrecke für die sensorbasierte Bewegungsanalyse. Hier führten die Patient*innen verschiedene motorische Übungen aus und wurden dabei genau beobachtet. Die Ausführung der Übung wurde auf einer Skala von 0 bis 4 bewertet. Außerdem wurden Symptome wie Rigor und Ruhetremor untersucht. Des Weiteren wurden Körperhaltung, das Aufstehen von einem Stuhl, das Gangbild und die posturale Stabilität bewertet. Zuletzt wurde das Hoehn & Yahr Stadium

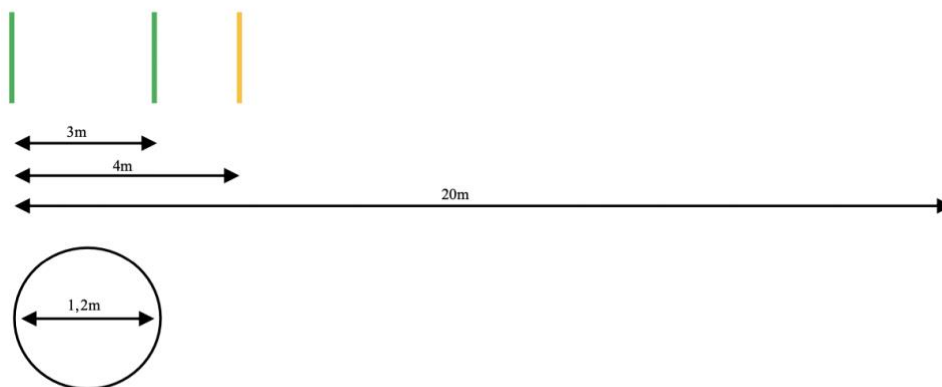
erhoben, das zur Erfassung der Schwere von Parkinson-Symptomen entwickelt wurde (Hoehn and Yahr, 1967). In einigen Fällen wurde die Erhebung des MDS-UPDRS III auf Grund eines zu engen Zeitfensters übersprungen, da der sensorbasierten Bewegungsanalyse für diese Studie eine höhere Priorität zugeteilt wurde.

2.6.2.3 Sensorbasierte Bewegungsanalyse

Während die neuropsychologische Testung auf der jeweiligen Station stattfand, war die Gehstrecke, auf der sowohl der MDS-UPDRS III, die SPPB, als auch die sensorbasierte Bewegungsanalyse durchgeführt wurden, auf dem Flur einer anderen Station. Diese wurde mit farbigem Klebeband auf dem Boden markiert (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1

Gehstrecke für die Short Physical Performance Battery und die weiterführende Bewegungsanalyse



Anmerkung. m = Meter

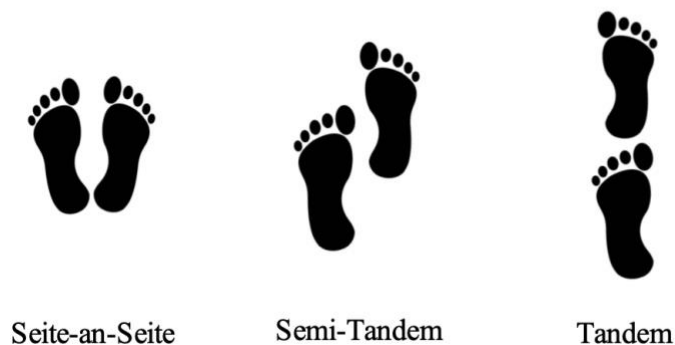
Für die Aufzeichnung der quantitativen Bewegungsparameter wurde das CE-zertifizierte Rehagait® IMU-System verwendet (Hasomed GmbH, Magdeburg, Deutschland). Das System besteht aus drei IMUs, von denen jeder wiederum drei Sensoren beinhaltet. Diese Sensoren bestehen aus jeweils einem Beschleunigungssensor für lineare Beschleunigungen ($\pm 16g$), einem Gyroskop für Winkelgeschwindigkeiten ($\pm 2000^\circ/s$) und einem Magnetometer ($\pm 0,13mT$) (Donath *et al.*, 2016). Je ein IMU wurde mit Klettverschlüssen an der lateralen Seite des linken und des rechten Fußes befestigt, der dritte Sensor wurde mittig auf Höhe des unteren Rückens (L4/L5) platziert. Die IMUs waren über Bluetooth mit einem Tablet verbunden, das

ein Starten und Stoppen der Datenaufzeichnung durch die Untersucher*innen erlaubte. Hierfür kam die gemeinsam mit dem Hersteller entwickelte *ComOn-Application* zum Einsatz, in der die jeweiligen Aufgaben des Untersuchungsprotokolls ausgewählt werden konnten. Die von den Sensoren aufgezeichneten Rohdaten wurden direkt auf das Tablet übertragen und dort abgespeichert.

Begonnen wurde die Bewegungsanalyse mit der SPPB (Guralnik *et al.*, 1994). Hierfür standen die Proband*innen zuerst mit den Füßen nebeneinander, dann im Semi-Tandem- und zuletzt im Tandemstand stehen (siehe Abbildung 2) und diese Positionen jeweils für zehn Sekunden halten. Dann wurde die benötigte Zeit gemessen, die die Teilnehmer*innen benötigten, um vier Meter in einem für sie angenehmen Tempo zu gehen. Außerdem wurde in dem *Five-Chair-Rise-Test* gemessen, wieviel Zeit benötigt wurde, um fünfmal in Folge so schnell wie möglich von einem Stuhl aufzustehen und sich wieder hinzusetzen, ohne dabei die Armlehnen zur Hilfe zu nehmen.

Abbildung 2

Fußstellungen während der Short Physical Performance Battery



Das sensorbasierte Bewegungsprotokoll umfasste insgesamt 19 Aufgaben. In zwei *Single Tasks* im Stehen rechneten die Teilnehmer*innen in 7er-Schritten rückwärts (*Serial 7*) und setzen Kreuze in Kästchen auf einem Blatt Papier (*Checking Boxes*) (Srlujes *et al.*, 2017). Im TUG standen sie von einem Stuhl auf, gingen eine 3-Meter-Strecke, drehten sich um, gingen zurück

zu dem Stuhl und setzten sich wieder hin. Der TUG wurde zweimal in maximaler Gehgeschwindigkeit und zweimal in für die Patientin oder den Patienten angenehmer Gehgeschwindigkeit ausgeführt. Dabei wurde nach dem Aufstehen jeweils einmal mit dem linken und einmal mit dem rechten Fuß gestartet. Außerdem wurden die Proband*innen gebeten zweimal aus dem Stand eine 3-Meter-Strecke in einem für sie jeweils angenehmen Tempo zu gehen, wobei auch hier einmal mit links und einmal mit rechts begonnen wurde. Im *Circular-Walking-Test* gingen sie einmal mit dem Uhrzeigersinn (Start mit dem rechten Bein) und einmal gegen den Uhrzeigersinn (Start mit dem linken Bein) um einen Stoffkreis mit einem Durchmesser von 120cm (Welzel *et al.*, 2021). Das *Circular-Walking* wurde außerdem als *Dual Task* mit *Serial 7* und *Checking Boxes* untersucht. Um die Balance der Studienteilnehmer*innen zu untersuchen, stellten sich diese auf ein Schaumstoffkissen und versuchten für dreißig Sekunden das Gleichgewicht zu halten. Diese Aufgabe wurde mit geöffneten und, wenn möglich, mit geschlossenen Augen durchgeführt. Bei der Aufgabe *Functional Reach* (Hasmann *et al.*, 2014) wurde anhand einer an der Wand hängenden Skala gemessen, wie sie mit ausgestrecktem Arm ihren Oberkörper nach vorne beugen und diese Position für fünfzehn Sekunden halten konnten. Zuletzt wurden noch vier Messungen auf der 20-Meter-Strecke durchgeführt. Zweimal als *Single Task*, bei denen die Proband*innen die Strecke einmal in angenehmem Tempo und einmal so schnell wie möglich gehend überwinden sollten und zweimal als *Dual Task* in angenehmem Tempo aber gepaart mit den schon bekannten Aufgaben *Serial 7* und *Checking Boxes* (Hobert *et al.*, 2017).

2.6.3 Fragebögen

Nach Abschluss der Untersuchung der Motorik wurden den Patient*innen noch fünf Fragebögen ausgehändigt, mit der Bitte, diese noch vor der Operation am nächsten Tag auszufüllen und wieder abzugeben. Verwendet wurde die Depression im Alter Skala (DIA-S, Heidenblut and Zank, 2010), die Nürnberger-Alters-Alltagsaktivitäten-Skala (NAA, Oswald and Fleischmann, 1999), die *Falls Efficacy Scale* (FES-I, Yardley *et al.*, 2005) und der Euroqol-5D (Balestroni and Bertolotti, 2015). Die Patient*innen erhielten die gleichen Fragebögen drei bis sechs Monate nach ihrer Operation nochmals per Post.

2.7 Datenaufbereitung und statistische Auswertung

In dieser Machbarkeitsstudie wurde der Einsatz eines sensorbasierten QGAs in der Herz- und Gefäßchirurgie untersucht. Ziel war es, darzustellen, welche Teile des Assessments in diesem Umfeld mit hoher Vollständigkeitsquote durchführbar sind und welche Teile noch Anpassungen benötigen. Hierfür erfolgte die Auswertung größtenteils deskriptiv.

Das oben beschriebene Assessment wurde an Patient*innen der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des UKSH, Campus Kiel durchgeführt und anschließend die Teilnahmequoten an den einzelnen Untersuchungsteilen und den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten herausgearbeitet. Diese Quoten wurden, im Sinne von kategorialen Variablen, in absoluten Zahlen und in prozentualen Anteilen in Tabellen dargestellt. Die prozentualen Anteile beziehen sich für die T1- und T2-Untersuchung auf alle in die Studie eingeschlossenen Patient*innen und für die T3-Untersuchung auf diejenigen, denen dieser Untersuchungsteil zu Beginn der Studie vorgestellt wurde (siehe 3.5).

Die metrischen Daten, wie Patient*innenalter und Liegedauer, wurden mit Hilfe von Mittelwerten dargestellt. Um die Streubreite dieser Werte zu ermitteln, wurden die Standardabweichungen berechnet.

Der zeitliche Aufwand für die Rekrutierung und die Untersuchungen, sowie Gründe für die gelungene Durchführung bzw. das Ablehnen einzelner Untersuchungsteile wurden laufend in einer Tabelle dokumentiert. Diese Daten beruhen auf Beobachtungen der Untersucher*innen und Aussagen der Studienteilnehmer*innen. Auch diese Beobachtungen wurden mit Hilfe von Tabellen als absolute Zahlen und prozentuale Anteile angegeben.

3 Ergebnisse

3.1 Rekrutierung

Über den Zeitraum von 26 Monaten wurden an 251 Tagen circa 500 Stunden für die Rekrutierung aufgewendet. Dabei fielen vor allem die Wartezeiten vom Auswählen der geeigneten Patient*innen am Morgen über den ersten tatsächlichen Kontakt auf der Station bis zum Beginn der T1-Untersuchung ins Gewicht. Die Patient*innen trafen ab 8:00 Uhr morgens in der Aufnahmeambulanz ein, wo eine circa einstündige Grunduntersuchung erfolgte. Von dort aus gingen sie zu ihren weiteren Untersuchungen (Röntgen Thorax, Echokardiografie), wo es häufig zu längeren Wartezeiten kam. Auf der Station, auf der die Studie durchgeführt wurde, trafen die Patient*innen meist gegen 11:00 Uhr ein. Hier kam es dann zum ersten Kontakt mit den möglichen Proband*innen für die Studie. Nach Zustimmung zur Teilnahme wurde meist ein Beginn der T1-Untersuchung gegen 13:00 Uhr vereinbart, da die Patient*innen erst zu Mittag essen und sich von den Anstrengungen am Vormittag erholen wollten.

Von den auf der Station erreichten Patient*innen stimmten 49 Prozent der Teilnahme an der Studie zu. Gründe für das Ablehnen der Studie war meist Erschöpfung von den schon gelaufenen Untersuchungen und einer eventuellen Anfahrt nach Kiel. Häufig nannten die Patient*innen auch Aufregung beziehungsweise Sorge vor der anstehenden Operation und, dass sie sich nicht noch mehr belasten wollten. Wurde die Studie von der/dem angesprochenen Patientin/Patienten abgelehnt, wurde die nächste verfügbare Patientin bzw. der nächste verfügbare Patient angefragt. Dazwischen ergab sich in der Regel auf Grund der oben genannten klinischen Aufnahmeuntersuchung wieder eine Wartezeit von circa einer Stunde.

Ein weiterer Punkt, der die Planung der T1-Untersuchung erschwerte, war, dass die Proband*innen zwar meist bis mittags ihre klinischen Untersuchungen erledigt hatten, das Aufklärungsgespräch für die Narkose aber häufig erst für nachmittags angesetzt war. Dieses Gespräch fand ohne Termin statt, sodass das Personal der Anästhesie im Laufe des Nachmittags auf die Station kam, um dort mit den Patient*innen zu sprechen. Dies führte auch dazu, dass die Bewegungsanalysen teilweise nicht wie geplant durchgeführt werden konnten, da die klinischen Termine in Hinblick auf die bevorstehende Operation natürlich Vorrang hatten.

Die Doktorand*innen wurden zu Beginn der Studie von oberärztlicher Seite bei den Mitarbeiter*innen der Aufnahmeambulanz und beim Pflegepersonal vorgestellt, wodurch eine gute Mitarbeit aller Beteiligten erreicht wurde. So hat sich das Personal häufig die Zeit

genommen, die Doktorand*innen telefonisch zu kontaktieren, sobald die potenziellen Proband*innen mit der Aufnahmeuntersuchung fertig oder auf einer der Stationen eingetroffen waren.

Ein weiterer positiver Aspekt war, dass es auch einige Patient*innen gab, die sich darüber freuten, noch ein wenig Ablenkung zu bekommen und somit gerne an der Studie teilnahmen, wenn ein passendes Zeitfenster gefunden wurde.

3.2 Erreichte Patient*innen

Während des Studienzeitraums wurden 3040 Operationen an potenziellen Studienteilnehmer*innen durchgeführt. Von diesen wurden insgesamt $N = 130$ angesprochen und nach einer Teilnahme gefragt. In die Studie eingeschlossen wurden $N = 64$ Patient*innen, $N = 20$ davon waren Frauen. Eine Übersicht über die Gesamtzahl der Operierten während des Studienzeitraums, die angesprochenen und die teilnehmenden Patient*innen bietet Tabelle 2. Das Alter der Teilnehmer*innen lag zwischen 42 und 87 Jahren und betrug im Mittelwert (M) 69 Jahre mit einer Standardabweichung (SD) von 10.65. Die Dauer des Klinikaufenthaltes lag zwischen 7 und 45 Tagen ($M = 14$; $SD = 6.34$). Drei Patient*innen verstarben innerhalb von 30 Tagen nach ihrer Operation. Die durchgeführten Operationen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 2

*Anzahl der Patient*innen, die während des Studienzeitraums operiert, für die Teilnahme an der Studie angesprochen und in die Studie eingeschlossen wurden*

	N
Operierte Patient*innen	3040
Angesprochene Patient*innen	130
Studien- teilnehmer*innen	64

3.3 T1-Untersuchung

Tabelle 3 stellt dar, wie viele Patient*innen die jeweiligen Teilmessungen der T1-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten.

Tabelle 3

*Anzahl der Patient*innen, die die T1-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten*

Untersuchungsteil	N vollständig (%)	N teilweise absolviert (%)	N nicht absolviert (%)
Neuropsychologische Testung	57 (89)	6 (9)	1 (2)
Feinmotorik und Handkraft	58 (91)	1 (2)	5 (7)
MDS-UPDRS III	47 (73)	0	17 (27)
SPPB	56 (88)	3 (5)	5 (7)
Sensorbasierte Bewegungsanalyse	19 (30)	31 (48)	14 (22)
Gesamte Untersuchung	19 (30)	45 (70)	-

Anmerkungen. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtzahl der in die Studie eingeschlossenen Patient*innen. MDS-UPDRS III = *Movement Disorder Society Unified Parkinson's Disease Rating Scale III*. SPPB = *Short Physical Performance Battery*. % = Prozent.

Es fällt auf, dass 89 Prozent der Proband*innen die neuropsychologische Testung zu Beginn der Untersuchung vollständig absolvierten, während nur 30 Prozent die sensorbasierte Bewegungsanalyse vollständig mitmachten.

N = 31 Patient*innen (48 %) haben zumindest einen Teil der sensorbasierten Bewegungsanalyse absolviert.

Ein Grund für das frühere Abbrechen der Untersuchung war häufig eine wachsende Ungeduld der Patient*innen einhergehend mit einem Motivationsverlust auf Grund des Aufbaus und der Länge der Untersuchung. Während einige sowohl die neuropsychologischen als auch die motorischen Aufgaben als zu leicht empfanden, verloren andere mit Voranschreiten der Zeit zunehmend die Konzentration. So verging häufig schon circa eine Stunde, bevor die Bewegungsanalyse begonnen werden konnte, die selbst nochmal aus 16 Aufgaben bestand. Einige Patient*innen baten auch um eine Verkürzung der Untersuchung auf Grund der fortgeschrittenen Zeit und des für viele als sehr anstrengend empfundenen Tages in der Klinik.

Positiv ist anzumerken, dass das Sensorsystem bei allen T1-Untersuchungen sehr zuverlässig funktionierte und keine Untersuchungen aus technischen Gründen abgebrochen werden mussten. Der Ort für die Teststrecke war am Ende eines Flures, wodurch es kaum zu Störungen im Ablauf der Bewegungsanalyse kam. Auch die neuropsychologische Screening-Untersuchung konnte stets in ruhigem Umfeld und ungestört durchgeführt werden.

Von N = 64 Patient*innen, die in die Studie eingeschlossen wurden, haben N = 50 die Fragebögen ausgefüllt und zurückgegeben. Da anfangs das Pflegepersonal nicht ausreichend für die Wichtigkeit der Fragebögen sensibilisiert war und es keinen einheitlichen Platz für deren Aufbewahrung gab, konnten nur fünf der ersten 17 ausgeteilten Fragebögen zur Auswertung wieder eingesammelt werden. Nach Optimierung dieser Abläufe stellte dies später kein Problem mehr dar, sodass nach der Einführungsphase nur zwei weitere T1-Fragebögen nicht zurückkamen.

3.4 T2-Untersuchung

Die T2-Untersuchung fand zwischen dem 4. und 34. postoperativen Tag statt ($M = 8.3$). Von den N = 64 Patient*innen, die für die T1-Untersuchung rekrutiert wurden, haben N = 35 (55 %) nach ihrem Eingriff auch an der T2-Untersuchung teilgenommen. Die Gründe für das Nicht-Antreten und die jeweilige Anzahl ihres Auftretens sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4

Gründe für das Nicht-Antreten der T2-Untersuchung und die Anzahl, in der sie auftraten

Begründung	N
In eine andere Klinik verlegt	8 (12.5 %)
Vorzeitig entlassen	8 (12.5 %)
Keinen Grund angegeben	5 (7.8 %)
Verstorben	3 (4.7 %)
Zu geschwächt von der Operation	2 (3.1 %)
Hatte keine Motivation	2 (3.1 %)
Operation verschoben	1 (1.6 %)

Anmerkungen. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtzahl der Patient*innen, die an der T1-Untersuchung teilnahmen. % = Prozent.

Es fällt auf, dass über die Hälfte der N = 29 Proband*innen nicht teilnehmen konnten, weil sie entweder entlassen oder in eine andere Klinik verlegt wurden, bevor sie sich kräftig genug fühlten, an der Untersuchung teilzunehmen.

Tabelle 5 zeigt die Anzahl der Patient*innen, die die verschiedenen Teile der T2-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten.

Auch hier fällt die Diskrepanz zwischen der Teilnahme an der neuropsychologischen Testung und der sensorbasierten Bewegungsanalyse auf. Während fünfzig Prozent die neuropsychologischen Tests teilweise oder vollständig absolvierten (91 % der T2-Patient*innen), waren es bei der Bewegungsanalyse 22 Prozent (40 %). Bei der SPPB waren es 44 Prozent (80 %) der Teilnehmer*innen, die mindestens einen Teil absolvierten.

Es war zu beobachten, dass teilweise allein der Weg zu der Gangstrecke eine Herausforderung darstellte. Einige Patient*innen stimmten erst zu, an der T2-Untersuchung teilzunehmen, waren aber bei Ankunft auf dem Flur, auf dem die Strecke abgeklebt war, so außer Atem, dass sie maximal den MDS-UPDRS III und die SPPB mitmachten und die Untersuchung dann abbrachen.

Tabelle 5

*Anzahl der Patient*innen, die die T2-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten*

Untersuchungsteil	N vollständig (%)	N teilweise absolviert (%)	N nicht absolviert (%)
Neuropsychologische Testung	28 (44)	4 (6)	32 (50)
Feinmotorik und Handkraft	27 (42)	2 (3)	35 (55)
MDS-UPDRS III	17 (27)	0	47 (73)
SPPB	25 (39)	3 (5)	36 (56)
Sensorbasierte Bewegungsanalyse	6 (9)	8 (13)	50 (78)
Gesamte Untersuchung	6 (9)	29 (45)	29 (45)

Anmerkungen. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtzahl der in die Studie eingeschlossenen Patient*innen. MDS-UPDRS III = *Movement Disorder Society Unified Parkinson's Disease Rating Scale III*. SPPB = *Short Physical Performance Battery*. % = Prozent.

Im Gegensatz zur T1-Untersuchung herrschte während der T2-Untersuchung in der Regel kein Zeitdruck während der Messungen, da keine oder nur wenig geplante klinische Untersuchungen

oder andere Termine anstanden. So war es kein Problem, wenn eine/ein Patient*in zwischen den einzelnen Tests eine Pause benötigte.

Die sechs Patient*innen, die vollständig an der sensorbasierten Bewegungsanalyse teilnahmen, waren auch die einzigen, die jede Übung der T1- und der T2-Untersuchung vollständig absolvierten. Das entspricht neun Prozent aller in die Studie eingeschlossenen Patient*innen.

Betrachtet man nur diejenigen, die die Übungen von T1 und T2 bis einschließlich der SPPB vollständig absolvierten, dann erhöht sich die Zahl der vollständig gemessenen Patient*innen auf $N = 13$.

3.5 T3-Untersuchung

Die T3-Untersuchung wurde nach dreieinhalb Monaten, also im September 2018, in die ComOn-Studie auf der Herz- und Gefäßchirurgie integriert, sodass von dem Zeitpunkt an 44 Patient*innen nach ihrem Einverständnis für eine Folgeuntersuchung gefragt wurden. Diese wurden 9 bis 16 Monate nach Operation durchgeführt.

Von $N = 44$ möglichen T3-Patient*innen erfolgte bei $N = 38$ ein telefonischer Kontaktversuch. $N = 6$ Patient*innen wurden nicht kontaktiert, da drei die Teilnahme an T3 schon bei der Aufklärung zur Studienteilnahme ausschlossen und drei weitere während ihres Klinikaufenthaltes verstarben. $N = 5$ Patient*innen konnten unter ihrer angegebenen Telefonnummer nicht erreicht werden, sodass $N = 33$ Proband*innen (oder ihre Angehörigen) kontaktiert wurden.

Die letzten 11 T3-Untersuchungen fielen in den Zeitraum der aktiven COVID-19-Pandemie. Neun dieser 11 Patient*innen lehnten aus diesem Grund die T3-Untersuchung ab. Sie erklärten sich jedoch bereit, die Fragebögen nochmals auszufüllen und zurückzuschicken. In Tabelle 6 ist dargestellt, wie viele der $N = 44$ Patient*innen die Teile der T3-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten.

Tabelle 6

Anzahl der Patient*innen, die die T3-Untersuchung vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten

Untersuchungsteil	N vollständig (%)	N teilweise absolviert (%)	N nicht absolviert (%)
Neuropsychologische Testung	10 (23)	0	34 (77)
Feinmotorik und Handkraft	10 (23)	0	34 (77)
MDS-UPDRS III	10 (23)	0	34 (77)
SPPB	8 (18)	1 (2)	35 (80)
Sensorbasierte Bewegungsanalyse	6 (14)	3 (7)	35 (80)
Gesamte Untersuchung	6 (14)	4 (9)	34 (77)

Anmerkungen. Die Prozentangaben beziehen sich auf die 44 Patient*innen, denen die T3-Untersuchung zu Beginn der Studie vorgestellt wurde. MDS-UPDRS III = *Movement Disorder Society Unified Parkinson's Disease Rating Scale III*. SPPB = *Short Physical Performance Battery*. % = Prozent.

Insgesamt nahmen N = 10 Patient*innen teil (23 % der 44 Patient*innen, denen die T3-Untersuchung vorgestellt wurde). Davon waren N = 2 nicht bereit in die Klinik zu kommen, stimmten aber einer Messung im häuslichen Umfeld zu. Während dieses für die neuropsychologische und die feinmotorische Testung, sowie den MDS-UPDRS-III kein Problem darstellte, war die vollständige Durchführung der SPPB und vor allem der sensorbasierten Bewegungsanalyse aus Platzmangel innerhalb der Wohnungen und auf Grund der fehlenden Vergleichbarkeit der Messumgebung für die Gehstrecke nicht möglich. In einem Fall konnte die SPPB komplett absolviert werden, in dem anderen gab es keine 4-Meter-Strecke und somit keine Möglichkeit den *Gait Speed Test* durchzuführen. Bei beiden Messungen im häuslichen Umfeld konnten sowohl das *Circular Walking* im *Single* und im *Dual Task* als auch das *Straight Walking* im *Single* und im *Dual Task* auf Grund von Platzmangel nicht durchgeführt werden.

Bei der T3-Messung einer Patientin in der Klinik konnte der *Circular Walking Dual Task* nicht durchgeführt werden. Dies erklärt die dritte unvollständige Bewegungsanalyse in Tabelle 5. Bei einem Patienten konnte weder SPPB noch die sensorbasierte Bewegungsanalyse durchgeführt werden, da es technische Probleme mit den Sensoren gab und aus Zeitmangel seitens des Patienten keine Zeit für ein Austauschen der Messinstrumente blieb.

Somit absolvierten N = 6 Patient*innen die T3-Untersuchung vollständig (14 %).

N = 41 Proband*innen stimmten einer erneuten Kontaktaufnahme zu, N = 33 wurden persönlich erreicht oder Angehörige gaben Auskunft über ihren Zustand.

Als zweithäufigster Grund für das Ablehnen der T3-Untersuchung, nach der oben beschriebenen COVID-19-Pandemie, wurde angegeben, dass eine erneute Anfahrt in die Klinik zu aufwändig und deshalb nicht erwünscht sei. So lehnten N = 6 Proband*innen die T3-Untersuchung aus diesem Grund ab.

N = 3 Proband*innen gaben an, dass sich ihr Gesundheitszustand verschlechtert hatte und eine Anfahrt deswegen nicht möglich wäre. N = 1 Proband*in verstarb vor der Kontaktaufnahme. In N = 2 Fällen mussten Angehörige gepflegt werden, weswegen keine Zeit gefunden werden konnte. N = 2 Studienteilnehmer*innen gaben an, dass keine Motivation bestand, nochmals in die Klinik zu kommen, ohne, dass dies weiter begründet wurde.

Positiv bleibt zu vermerken, dass die Patient*innen, die für die T3-Untersuchung gewonnen werden konnten, mit großer Motivation zu den Terminen erschienen. Sie wussten, was sie erwartet und bis auf die eine, oben genannte, Ausnahme hatten alle genug Zeit, die komplette Untersuchung zu durchlaufen. Einige äußerten auch, dass sie gespannt wären, ob sie bei Teilen der Untersuchung nun besser abschneiden würden als bei T1 oder T2.

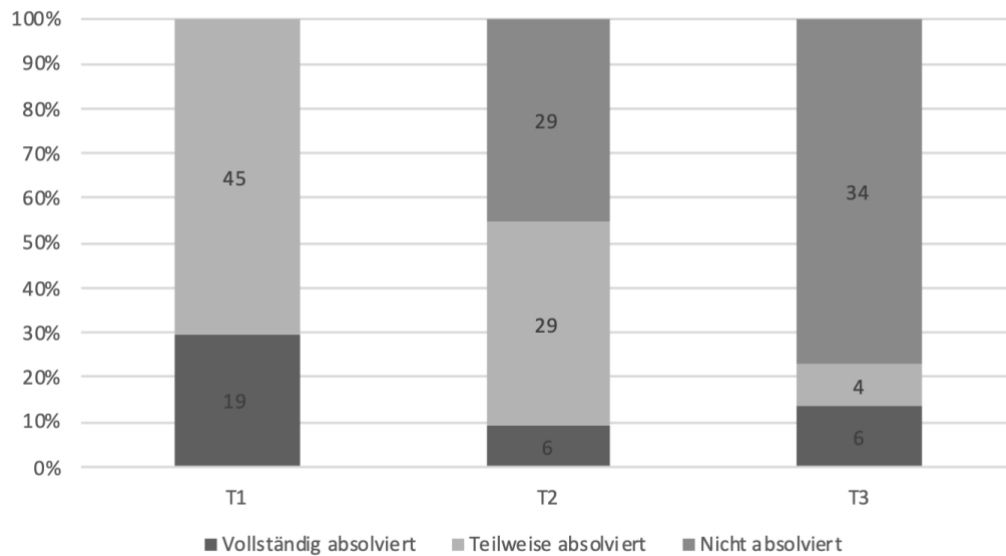
Ein weiterer positiver Punkt war, dass die Termine meist nachmittags stattfanden als in der Klinik schon weniger Betrieb herrschte, wodurch die Messungen ungestört und in ruhigem Umfeld durchgeführt werden konnten.

Es kamen insgesamt N = 28 von N = 44 möglichen T3-Fragebögen zur Auswertung zurück (64 %). N = 10 wurden bei den T3-Messungen in der Klinik oder im häuslichen Umfeld eingesammelt und N = 18 wurden den Patient*innen zugesandt und ausgefüllt von diesen zurückgeschickt. Fünf waren telefonisch nicht erreichbar. Vier lehnten das Zuschicken der Fragebögen schon während der Aufklärung ab. Drei Patient*innen waren wie oben schon beschrieben bereits während ihres Klinikaufenthaltes verstorben, ein weiterer verstarb vor der erneuten Kontaktierung. Drei lehnten am Telefon neben der T3-Messung auch das Zuschicken der Fragebögen ab.

Im Endeffekt absolvierten N = 3 von N = 44 Patient*innen (7 %) alle Messungen (T1-T3) vollständig. Eine Übersicht über die Anzahl und prozentualen Anteile der Patient*innen, die die Untersuchungen zu den jeweiligen Zeitpunkten T1 bis T3 vollständig, teilweise oder gar nicht absolvierten liefert Abbildung 3.

Abbildung 3

Übersicht über die Anzahl der Teilnehmenden an den jeweiligen Untersuchungen und die Anteile in denen diese vollständig, teilweise oder gar nicht absolviert wurden



Anmerkungen. Die Prozentangaben beziehen sich bei T1 und T2 auf die Gesamtzahl der in die Studie eingeschlossenen Patient*innen, bei T3 auf diejenigen, denen die T3-Untersuchung zu Beginn der Studie vorgestellt wurde. % = Prozent.

4 Diskussion

In dieser Arbeit wurde untersucht, ob und in welchem Ausmaß ein prä- und postoperatives QGA in den stationären Ablauf einer herz- und gefäßchirurgischen Station integriert werden kann. Dafür wurde das schon bestehende und in der Geriatrie des UKSH, Campus Kiel angewendete Untersuchungsprotokoll der ComOn-Studie in leicht angepasster Form übernommen (Geritz *et al.*, 2020).

Die Frage stellte sich, da immer mehr Studien darauf hinweisen, dass nicht das biographische Alter, sondern viel mehr die Fitness und Gebrechlichkeit der Patient*innen für das Risiko und die Prognose einer Herzoperation ausschlaggebend sind (Shahrokni and Alexander, 2020). So scheinen die üblicherweise angewendeten Risikoscores wie der EuroSCORE und der STS Score für ältere und gebrechliche Patient*innen ungenauer zu sein als für Patient*innen jüngeren Alters (Sepehri *et al.*, 2014). Eine Kombination der üblichen Risikoscores mit Assessments für Gebrechlichkeit und Behinderungen scheint besser geeignet, um präoperativ Hochrisikopatient*innen zu identifizieren und liefert so die Möglichkeit, das weitere Vorgehen nochmals zu überdenken und gegebenenfalls anzupassen (Afilalo *et al.*, 2012). Das Geriatriische Assessment gilt als Goldstandard zur Bewertung z.B. der Gebrechlichkeit (Pizzonia *et al.*, 2020), und es ist davon auszugehen, dass eine vermehrte Erhebung von quantitativen Parametern (z.B. durch IMUs) im Sinne eines QGAs diese Aussagekraft noch erhöhen könnte (Panhwar *et al.*, 2018).

Trotz der vermeintlich großen Relevanz dieser Assessments in der Herz- und Gefäßchirurgie, gibt es zu seiner Durchführung sehr verschiedene Ansätze und so gut wie keine Machbarkeitsstudien. Dies könnte daran liegen, dass das (Quantitative) Geriatriische Assessment in dieser Fachrichtung nach wie vor wenig zum Einsatz kommt und in den Fällen dann ohne vorangegangene Machbarkeitsstudie einfach integriert wurde. Sepehri *et al.* untersuchten in ihrer Review sechs Veröffentlichungen, die auf unterschiedliche Weise ein präoperatives Assessment der Gebrechlichkeit in der Herz- und Gefäßchirurgie durchführten. Alle kamen zu dem Schluss, dass ein solches Assessment zur Einschätzung des postoperativen Risikos der Mortalität und/oder anderer unerwünschter Ereignisse verwendet werden sollte. Da sie aber teilweise unterschiedliche Untersuchungen zur Bewertung der Gebrechlichkeit verwendeten, ist es schwer zu beurteilen, welches am relevantesten ist.

Lediglich eine Veröffentlichung konnte gefunden werden, die untersucht, ob sich ein Geriatriisches Assessment in den Klinikalltag der Herz- und Gefäßchirurgie integrieren lässt

(Min *et al.*, 2015). Dieser Ansatz unterscheidet sich allerdings bis auf die Stichprobengröße (siehe 4.1.1) stark von dem, der in dieser Arbeit im Rahmen unserer Studie untersucht wurde. Min *et al.* ließen die Proband*innen Fragen zu den ADL und IADL beantworten. Außerdem wurden Fragen zur Häufigkeit und Intensität von Aktivitäten in einer typischen Woche gestellt. Um die kognitive Leistung zu untersuchen, wurde das *Telephone Interview for Cognitive Status* verwendet, das auf dem MMSE fundiert. All diese Tests wurden innerhalb von vier Wochen vor der Operation bei einem Klinikbesuch zur Voruntersuchung durchgeführt, nachdem die Patient*innen schon vorher kontaktiert und um eine Teilnahme gebeten wurden. Die Verlaufsuntersuchungen der Studie bestanden aus telefonischen Interviews nach 4 bis 6 Wochen und nach 4 bis 6 Monaten.

Min *et al.* kommen zu dem Schluss, dass eine Integration eines solchen Assessments in den Klinikalltag zwar möglich ist, sahen sich aber vor allem bei der Rekrutierung und der Beteiligung an der Langzeituntersuchung mit Herausforderungen konfrontiert, die in den folgenden Abschnitten mit denen dieser Studie verglichen werden. Sie empfehlen eine weitere Erforschung des Feldes, da die Integration des Geriatriischen Assessments in den Klinikalltag noch Bedarf zur Optimierung hat.

4.1 Diskussion der Ergebnisse

4.1.1 Rekrutierung

Die Rekrutierung der Patient*innen stellte sich schnell als besondere Herausforderung der Studie dar. Wie oben schon beschrieben, konnte trotz großen zeitlichen und organisatorischen Aufwandes (über einen Zeitraum von 26 Monaten wurden ca. 500 Stunden verwendet, in denen etwa 130 Patient*innen angesprochen wurden) eine relativ kleine Stichprobe von 64 Patient*innen für die Studie gewonnen werden. Dies lag vor allem an der engen Taktung der präoperativen klinischen Untersuchungen und dem somit schmalen Zeitfenster, in dem die Rekrutierung und die T1-Untersuchung stattfinden konnten. Hier zeigte sich die Integration der Studie in den sonst sehr abgestimmten und über Jahre eingespielten Klinikalltag insbesondere anfangs als sehr schwierig. So wurde den Patient*innen die Studie erst am Vortag ihrer Operation vorgestellt und sie mussten sich zügig entscheiden, ob sie noch am selben Tag an den studienbedingten Untersuchungen teilnehmen wollten. In Verbindung mit dem Anästhesie-

Aufklärungsgespräch, das nie genau terminiert werden konnte, war für viele Patient*innen ein Grund, die Studienteilnahme abzulehnen.

Die Kohorte dieser Studie ist vergleichbar mit der oben bereits erwähnten Machbarkeitsstudie, die über einen Zeitraum von 14 Monaten 62 Patient*innen einschließen konnte (Min *et al.*, 2015). Hier wurden die Patient*innen frühzeitig vor ihrer anstehenden Operation kontaktiert, um ihnen die Studie vorzustellen. Dies wirkte sich möglicherweise positiv auf die Rekrutierungsrate aus, da die Teilnehmer*innen so eine längere Bedenkzeit hatten und mit genügend Zeit zu ihrem Termin in der Klinik antreten konnten.

Eine Kontaktierung der Patient*innen im Vorfeld ihres Aufenthaltes wäre zwar zunächst mit größerem Aufwand verbunden, allerdings könnte so Zeit während des Rekrutierungsprozesses am Vormittag eingespart werden. Es wäre schon im Vorfeld bekannt, welche Patient*innen Interesse haben, an der Studie teilzunehmen und wann diese planen in der Klinik einzutreffen. Dies könnte bei der Einschätzung, wann sie nach ihren Voruntersuchungen verfügbar sind, von Vorteil sein. Außerdem würde die Zeit eingespart werden, in der Patient*innen angesprochen werden, die die Teilnahme an der Studie dann ablehnen. Dies ist nicht unerheblich, da es sicher weniger aufwändig ist, am Vortag der Aufnahme einige Telefonate zu führen, als die jeweiligen Patient*innen am nächsten Tag auf den Stationen aufzusuchen. Außerdem könnte man sich dann eventuell gezielter mit der Anästhesie absprechen und so womöglich einen Zeitraum abstimmen, in dem die jeweiligen Patient*innen an den Untersuchungen der Studie durchführen können.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Rekrutierung, wie sie über den Zeitraum der Studie auf der Herz- und Gefäßchirurgie stattgefunden hat, zwar möglich aber relativ mühsam ist. Positiv ist anzumerken, dass die Patient*innen am Vormittag erst ihre klinischen Untersuchungen hinter sich bringen konnten, bevor ihnen dann von einer Doktorandin oder einem Doktoranden persönlich die Studie vorgestellt wurde. Auf der anderen Seite wurde viel Zeit investiert und im schlechtesten Fall konnten an einzelnen Tagen trotz großem Rekrutierungsaufwand keine Patient*innen eingeschlossen werden.

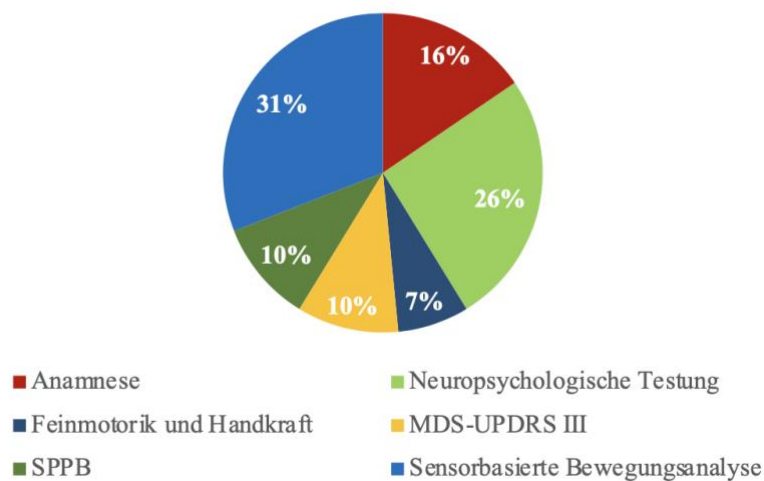
4.1.2 T1-Untersuchung

Da die T1-Untersuchung in engem zeitlichen Zusammenhang mit der Rekrutierung stand, wurden einige Probleme bei ihrer vollständigen Durchführung schon in 4.1.1 genannt. Allen voran das häufige Vorhandensein von Zeitdruck während der Untersuchung und die fehlende Absprachemöglichkeit mit den Ärztinnen und Ärzten der Anästhesie.

Im Allgemeinen stellte sich das in dieser Studie verwendete Untersuchungsprotokoll als zu zeitaufwändig dar. So dauerte eine T1-Untersuchung inklusive Anamnese mindestens eineinhalb Stunden. Im Vergleich zu den Geriatriischen Assessments, die in anderen Kliniken durchgeführt wurden, war das hier verwendete Assessment sehr umfangreich (Stortecky *et al.*, 2012; Skaar *et al.*, 2019). In Abbildung 4 sind die prozentualen Anteile der einzelnen Untersuchungsteile am Gesamt-Zeitaufwand der T1-Untersuchung dargestellt.

Abbildung 4

Prozentuale Anteile der einzelnen Untersuchungsteile am Gesamt-Zeitaufwand der T1-Untersuchung



Anmerkung. % = Prozent

Während ein Großteil der Teilnehmer*innen die neuropsychologischen Tests (89 %), die Feinmotorik und die Handkraftmessung (91 %) sowie die SPPB (88 %) vollständig absolvierten, waren es bei der sensorbasierten Bewegungsanalyse (30 %) nur noch knapp ein Drittel der Patient*innen. Den MDS-UPDRS III schlossen immerhin 73 Prozent der Proband*innen ab. Die relativ hohe Beteiligung an der SPPB (88 %) ist so zu erklären, als dass diese Testabfolge nur circa 15 Minuten in Anspruch nimmt und die Proband*innen häufig motiviert werden konnten, wenigstens diesen Teil der motorischen Untersuchung noch mitzumachen. Hier zeigen sich klare Hinweise auf einen Reihenfolgeeffekt.

Die hier angewandte neuropsychologische Testung bestand aus dem SPSMQ, der FAB-D, dem TMT A und B und dem FPT. Sie erforderte ca. 20 bis 25 Minuten. Studien haben gezeigt, dass die kognitive Beeinträchtigung ein wichtiger Faktor der Gebrechlichkeit ist und dass ein präoperatives kognitives Assessment Anzeichen auf ein postoperatives Delirium geben kann (Susano *et al.*, 2020). Außerdem hat es Aussagekraft über die Wahrscheinlichkeiten, dass eine Patientin oder ein Patient nach einer Herzoperation nach Hause entlassen werden kann oder erst in eine weiterführende medizinische Einrichtung verlegt werden muss (Harrington *et al.*, 2011). Dennoch scheint diese Einschätzung auch mit kognitiven Screening-Tests, wie zum Beispiel dem *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), möglich zu sein, dessen Durchführung deutlich weniger Zeit in Anspruch nähme (Smith and Yeow, 2016) als die hier verwendete ausführliche Batterie zur Erfassung von exekutiven Funktionen. Zusätzlich könnte noch der TMT durchgeführt werden, da dieser ein schnell durchführbarer Test für weitere kognitive Fähigkeiten, wie zum Beispiel die mentale Flexibilität und Verarbeitungsgeschwindigkeit, ist und den MoCA sinnvoll ergänzen könnte (Tombaugh, 2004). In diesem Zusammenhang sollte auch überlegt werden, ob derartige Untersuchungen nicht auch mit digitalen Tools durchgeführt werden sollten. Diese sind z.B. für den TMT bereits entwickelt und validiert, und können deutlich mehr Parameter als die papierbasierten Versionen erheben (Park and Schott, 2021). Untersuchungen wie der FPT sollten hier auf Grund ihres hohen Zeitaufwands nicht mehr verwendet werden.

Ebenfalls relativ zeitaufwändig mit ca. fünf Minuten und vermeintlich geringem Nutzen in der Herz- und Gefäßchirurgie ist der 20-Cents-Tests zur Untersuchung der Feinmotorik. Während der Literaturrecherche für diese Dissertation wurde kein Anhalt dafür gefunden, dass die Feinmotorik einer Person eine Auswirkung auf dessen postoperativen Verlauf hat. Dies steht im Gegensatz zur Messung der Handkraft, die als eines der fünf Fried-Kriterien für Gebrechlichkeit (Fried *et al.*, 2001) gilt und bereits in verschiedenen Assessments für Gebrechlichkeit in der Chirurgie Verwendung findet (Furukawa and Tanemoto, 2015; Hirpara *et al.*, 2019). In Anbetracht der hohen Vollständigkeit dieser Messung (91 %), sollte sie auch in Zukunft ein Teil des QGAs in diesem Umfeld bleiben.

Es scheint vertretbar, den MDS-UPDRS III aus dem Protokoll zu streichen, da dieser eine Skala beinhaltet, die für die Bewertung von Symptomen und Behinderungen, die im Rahmen einer Parkinson-Erkrankung auftreten, kreiert wurde (Goetz, 2003). Das Erheben der MDS-UPDRS III Punktzahl dauert zwar nur etwa zehn Minuten, dürfte aber für die hier notwendige Einschätzung der Mobilität zu spezifisch und eventuell auch Untersucher-abhängig sein.

Außerdem verstanden einige Patient*innen den Sinn seiner Übungen nicht und waren zunehmend unkonzentriert und ungeduldig bei der Ausführung der Bewegungen. Aus dem Grund wurde dieser Test im Verlauf der Studie teilweise zugunsten der SPPB übersprungen, wenn die Untersucher*innen das Gefühl hatten, dass ein Abbruch der Messungen durch die Patientin oder den Patienten kurz bevorstand. Dies erklärt, warum die Beteiligung an der SPPB (93 %) höher war als am MDS-UPDRS III (73 %).

Die SPPB zeigte sich im Umfeld der Herz- und Gefäßchirurgie als gut durchführbar (88 % Vollständigkeit). Sie ist innerhalb von 10 bis 15 Minuten abgeschlossen und liefert Informationen über den funktionellen Status der Patient*innen für verschiedene Mobilitätsbereiche (Guralnik *et al.*, 1994). Außerdem wurde gezeigt, dass ein schlechteres Abschneiden in der SPPB mit dem Risiko für den Verlust von Selbstständigkeit im Alltag, längere Krankenhausaufenthalte, Aufnahme in ein Pflegeheim und weitere einhergeht (Treacy and Hassett, 2018). Des Weiteren scheint die SPPB als Gebrechlichkeits-Assessment gut geeignet, um ein Ein-Jahres-Überleben von herzchirurgischen Patient*innen vorherzusagen (Lytwyn *et al.*, 2017). So kann sie bei der Entscheidungsfindung zum weiteren medizinischen Vorgehen bei älteren, gebrechlichen Patient*innen behilflich sein (Perracini *et al.*, 2020) und sollte daher ein Teil des Untersuchungsprotokolls bleiben. Dieser Test ist auch insofern interessant, als die sensorbasierte Erhebung, ähnlich wie beim TMT, deutlich detailliertere Analysen der Bewegungsfähigkeit und Mobilität erlaubt, als dies durch die Verwendung „nur“ einer Stoppuhr möglich ist.

Die sensorbasierte Bewegungsanalyse von weiteren Mobilitätsparametern stellte sich mit einem Zeitaufwand von ca. 30 Minuten als der am schwierigsten umzusetzende Teil der T1-Untersuchung dar. Nur 30 Prozent der Proband*innen schlossen alle Übungen ab. Achtundvierzig Prozent absolvierten wenigstens einen Teil der Übungen. Grund dafür war mit Sicherheit auch der Fakt, dass die Bewegungsanalyse am Ende der Untersuchung durchgeführt wurde und so schon einiges an Zeit vergangen war, was aufgrund der oben schon beschriebenen Begebenheiten ein Problem darstellte. Vor allem beinhaltete die Bewegungsanalyse aber zu viele Übungen für dieses Umfeld. Es ist sicher sinnvoll im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zu einem Assessment, das in dieser Form und vor allem im chirurgischen Umfeld bis jetzt so gut wie gar nicht zum Einsatz kommt, eher ein breiteres Spektrum an Übungen zu verwenden. So lässt sich evaluieren, welche von ihnen besser und welche weniger gut geeignet sind. Außerdem bietet es sich an, auch neuere Instrumente wie die hier verwendeten IMUs im klinischen Alltag zu erproben. Es stellt sich nun die Frage, welche Übungen für ein QGA, das

auf der einen Seite Aussagekraft haben muss, auf der anderen Seite aber nicht zu umfangreich für den Klinikalltag sein darf, passend sind.

Da mit der SPPB und der Handkraft-Messung schon valide Tests der Gebrechlichkeit in dem Untersuchungsprotokoll vorhanden sind, diese aber nur die maximale Leistungsfähigkeit und nicht die tatsächliche Performance der Patient*innen widerspiegeln (siehe 1.2.2 und 1.2.3), könnte das Protokoll durch eine Messung der Performance im häuslichen Umfeld ergänzt werden, die die sensorbasierte Bewegungsanalyse in der Klinik ersetzt. So könnte man die Messung aus dem Klinikumfeld zu den Patient*innen nach Hause verlegen und wäre unabhängig von anderweitigen Terminen am Aufnahmetag. Einige Aufgaben der Bewegungsanalyse, wie zum Beispiel die *Dual Tasks*, zielen ohnehin darauf ab, durch die Ablenkung der Proband*innen ein realistischeres Messergebnis, ähnlich zu dem im häuslichen Umfeld, zu erzielen (Hillel *et al.*, 2019). Andere Aufgaben, wie das Gehen von drei Metern oder das Aufstehen von einem Stuhl, werden in der SPPB in sehr ähnlicher Weise bereits durchgeführt. Allerdings sollte der TUG auch im häuslichen Umfeld ausgeführt werden, da dieser neben der Gehgeschwindigkeit und der Kraft auch von der Balance beim Umdrehen abhängig ist. Somit hat er sich als ein zuverlässiger Test zur Identifikation von Gebrechlichkeit gezeigt (Savva *et al.*, 2013). Außerdem kann er zur Risikoeinschätzung für postoperative Komplikationen und 1-Jahres-Mortalität verwendet werden (Robinson *et al.*, 2013; Savva *et al.*, 2013). Ein weiterer Vorteil ist, dass für seine Durchführung nicht viel Platz benötigt wird, sodass diese in den meisten Wohnungen oder Häusern möglich sein sollte.

Zusammenfassend war die T1-Untersuchung zu umfangreich für das stationäre Umfeld der Herz- und Gefäßchirurgie. Dies lag auch daran, dass einige Untersuchungsteile, die aus dem schon bestehenden Protokoll der ComOn-Studie übernommen wurden, für die herz- und gefäßchirurgischen Patient*innen nicht gut geeignet waren. Mit diesem Wissen kann nun ein noch weiter auf die besonderen Gegebenheiten angepasstes Untersuchungsprotokoll speziell für die Anwendung bei Patient*innen dieser Station entwickelt werden.

4.1.3 T2-Untersuchung

Die T2-Untersuchung wurde in der ComOn-Studie auf der geriatrischen Station am Ende einer geriatrischen Komplexbehandlung durchgeführt, um den Fortschritt der Patient*innen und die Wirkung der Behandlungen zu untersuchen. Sie wurde für diese Studie übernommen, um sie kurz vor der Entlassung der Operierten durchzuführen. Da der Klinikaufenthalt der Patient*innen hier aber meist kürzer und die Behandlung in Form einer Herzoperation deutlich

invasiver war, stellte sich die Durchführung der T2-Untersuchung schwieriger dar als in der Ursprungsstudie bei konservativ behandelten geriatrischen Patient*innen. Sie beinhaltete die gleichen Testinstrumente wie die T1-Untersuchung (mit Ausnahme der Anamnese) und dauerte ebenfalls ca. 90 Minuten.

Viele Patient*innen fühlten sich noch nicht kräftig genug, um an der Untersuchung teilzunehmen, bevor sie aus der Klinik verlegt oder entlassen wurden. 28 Patient*innen (44 %) nahmen an der neuropsychologischen Testung teil und schlossen diese vollständig ab. Bei dem Feinmotorik-Test und der Handkraftmessung waren es 27 (42 %). Diese ersten Teile der T2-Untersuchung wurden vergleichsweise gut angenommen, da sie sitzend und ohne viel Kraftaufwand durchführbar waren. Immerhin 25 (39 %) schlossen die SPPB vollständig ab. Danach fühlten sich aber viele Patient*innen so geschwächt, dass nur sechs von ihnen (9 %) alle Übungen der sensorbasierten Bewegungsanalyse absolvierten. Erschwerend kam auch hinzu, dass die letzte Aufgabe der SPPB beinhaltete, fünfmal in Folge so schnell wie möglich von einem Stuhl aufzustehen und sich wieder hinzusetzen, also eine Übung, die auch ohne eine kürzlich stattgefundene Herzoperation einige Anstrengung erfordert.

Da ein Geriatrisches Assessment in der Herz- und Gefäßchirurgie, wie in den in dieser Arbeit vorgestellten Studien (z.B.: Sepehri *et al.*, 2014; Partridge *et al.*, 2017; Skaar *et al.*, 2019), meist vor der Herzoperation zur Risiko- und Prognoseeinschätzung durchgeführt wird, sind postoperative (Quantitative) Geriatrische Assessments, die noch während des Klinikaufenthaltes durchgeführt werden, in der Literatur kaum zu finden. Vor allem postoperative Untersuchungen der Motorik wie die SPPB oder der sensorbasierten Bewegungsanalyse konnten während der Literaturrecherche nicht gefunden werden. Dies liegt womöglich daran, dass die Patient*innen in den meisten Fällen während ihres Klinikaufenthaltes nicht in dem Ausmaß zu Kräften kommen, dass sie eine Bewegungsanalyse durchhalten würden. Interessanter wären QGAs oder Gebrechlichkeits-Assessments sicher einige Monate oder sogar Jahre nach der Operation, um zu sehen, wie gut die Patient*innen sich erholt haben und welche Auswirkungen die Operation auf ihre Gebrechlichkeit hatte. In einigen Studien wurden kurz nach der Operation neuropsychologische Assessments mit den Patient*innen durchgeführt, um Gründe für postoperative kognitive Beeinträchtigungen zu finden (Vingerhoets, 1997) oder um die kognitive Beeinträchtigung nach Anwendung verschiedener Operationstechniken zu erforschen (Baba *et al.*, 2007).

Diese Arbeit legt nahe, dass eine T2-Untersuchung in diesem Umfeld nur in stark verkürzter Variante zielführend ist. Während neuropsychologische Tests und die Untersuchung der Feinmotorik und Handkraft auch postoperativ gut durchführbar sind, sollte die Bewegungsanalyse, wenn überhaupt, auf die SPPB beschränkt bleiben. Vermutlich sollte der Fokus bezüglich der Bewegungsanalysen auf dem präoperativen Assessment und den Langzeit-Folgeuntersuchungen liegen.

4.1.4 T3-Untersuchung

Die T3-Untersuchung stellte die Folgeuntersuchung der Studie dar und sollte Einblicke in den langfristigen Verlauf der Patient*innen gewähren. Sie bestand, wie die T1-Untersuchung, aus Anamnese, neuropsychologischer Testung, Untersuchung der Feinmotorik und der Handkraft, MDS-UPDRS III, SPPB und sensorbasierter Bewegungsanalyse. Der Zeitaufwand der Untersuchung betrug in etwa 75 bis 90 Minuten.

Leider wurde die Anzahl der teilnehmenden Patient*innen allein durch anfängliche Startschwierigkeiten und den Ausbruch der COVID-19-Pandemie stark eingeschränkt. Erschwerend kam hinzu, dass nur fünf der 38 Teilnehmer*innen, bei denen ein Kontaktversuch erfolgte, in Kiel wohnhaft waren und deswegen ein weiterer Klinikbesuch bei den meisten mit einer längeren Anfahrt verbunden gewesen wäre, zu der viele nicht bereit waren. Zudem gab es für die Anreise keine Kostenrückerstattung, sodass die Patient*innen selbst für die Fahrtkosten aufkommen mussten. So nahmen im Endeffekt nur zehn Patient*innen an der Untersuchung teil, von denen zwei im häuslichen Umfeld gemessen wurden.

Der angedachte Zeitraum für die T3-Untersuchung ist vergleichbar mit dem, den Min *et al.* für die oben vorgestellte Machbarkeitsstudie gewählt haben. Sie führten unter anderem vier bis sechs Monate nach der Herzoperation ein telefonisches Interview mit den Studienteilnehmer*innen, um deren funktionellen Status und ihre kognitive Leistung zu testen. Dieses Vorgehen ist natürlich nur bedingt vergleichbar mit dem dieser Studie, da die Patient*innen für die Folgeuntersuchung nicht erneut in die Klinik kommen mussten. Obwohl die Folgeuntersuchung am Telefon durchgeführt wurde, konnten Min *et al.* von 62 ursprünglich an der Studie teilnehmenden Proband*innen nur 35 (56 %) für das Interview gewinnen. In unserer Studie waren es 10 der 38 Proband*innen (26 %), die ursprünglich zugestimmt hatten, bei denen die T3-Untersuchung durchgeführt wurde. Das zeigt die Schwierigkeiten, die die Planung einer solchen Langzeituntersuchung birgt.

Eine andere Arbeitsgruppe hat den funktionellen Status von Patient*innen vor ihrer TAVI-Operation untersucht und diesen nach sechs Monaten nochmals erhoben, um Prädiktoren für eine Verschlechterung dieses Status zu erforschen (Schoenenberger *et al.*, 2013). Hierfür wurden innerhalb von zwei Wochen vor der Operation ein Geriatriisches Assessment durchgeführt, das MMSE, TUG, MNA, BADL und IADL beinhaltet. Nach sechs Monaten wurden bei einem routinemäßigen Klinikbesuch die BADL erneut erhoben und mit den präoperativen Werten verglichen. Die Patient*innen die nicht nochmal in die Klinik kommen wollten oder konnten, wurden am Telefon interviewt. Auch in dieser Studie wurde die Folgeuntersuchung also nur anhand von Fragebögen durchgeführt. Alle 119 teilnehmenden Patient*innen konnten so nochmals untersucht werden.

Es fällt auf, dass die Langzeituntersuchungen in vergleichbaren Studien häufig sehr kurz gehalten werden und nur auf Fragebögen oder Interviews beruhen. Dies könnte an dem logistischen Aufwand liegen, der hinter der Organisation einer aufwändigeren Untersuchung in der Klinik steckt. Diese Erkenntnis passt zu den in dieser Studie präsentierten Ergebnissen. Es haben nur acht Patient*innen an der T3-Untersuchung teilgenommen, zu der sie in der Klinik anwesend sein mussten, während 28 Patient*innen die T3-Fragebögen ausgefüllt haben, von denen 18 per Post ausgeteilt und wieder zurückgeschickt wurden.

Positiv an der T3-Untersuchung war, dass die Patient*innen, die bereit waren, einen Termin auszumachen, zu diesem mit genügend Zeit und Ruhe antraten und so meist auch die komplette Untersuchung durchgeführt werden konnte. Dies stellte einen großen Kontrast vor allem zu T1 dar. Außerdem waren die Proband*innen meist gut erholt von ihrer Operation, was im Vergleich zur T2-Messung ein großer Vorteil bei der Ausführung der Übungen war. Das lässt vermuten, dass ein terminiertes Assessment, unabhängig von weiteren klinischen Untersuchungen, eine höhere Chance auf Vollständigkeit hat als eines, das in den Klinikalltag integriert werden muss.

Dennoch scheint für die T3-Untersuchung die erneute Vorstellung der Patient*innen in der Klinik der klar limitierende Faktor zu sein. Man könnte nun eine Folgeuntersuchung nur über Fragebögen oder Interviews durchführen, wodurch man aber weder die Leistungsfähigkeit noch die Performance der Patient*innen messen kann. Da gerade letztere aber durch die Entwicklung tragbarer Sensoren günstig und gut messbar ist (Hillel *et al.*, 2019), sollte versucht werden, wie auch bei der T1-Messung (siehe 4.1.2), die Untersuchung ins häusliche Umfeld der Proband*innen zu verlegen, da insbesondere durch die Einbestellung in die Klinik davon

auszugehen ist, dass ein Bias in Richtung „guter OP-Erfolg“ entsteht. Weitere Studien sind nötig, um zu zeigen, ob die Vollständigkeitsraten einer solchen Untersuchung höher sind als bei der vorliegenden Studie.

4.2 Beantwortung der Fragestellung

Diese Dissertation beschäftigte sich mit der Fragestellung, ob und in welchem Umfang es möglich ist, ein prä- und postoperatives QGA an Patient*innen einer herz- und gefäßchirurgischen Station durchzuführen. Außerdem stellte sich die Frage, welche Modifizierungen an dem schon bestehenden ComOn-Protokoll nötig sind, um die Teilnahme- und Vollständigkeitsraten in der Klinik der Herz- und Gefäßchirurgie zu erhöhen.

Nach Bewertung der aktuellen Literatur und Diskussion der Ergebnisse, kommt die vorliegende Arbeit zu dem Ergebnis, dass ein QGA, wie es hier durchgeführt wurde, für das Umfeld der Herz- und Gefäßchirurgie in dem Ausmaß und der Strukturierung nicht geeignet ist. Es war zu umfangreich, was sich in den niedrigen Vollständigkeitsraten, vor allem in der T2- und T3-Untersuchung widerspiegelt. Allerdings können die gesammelten Erfahrungen und die Aufarbeitung der Ergebnisse dazu beitragen, ein auf die Herz- und Gefäßchirurgie angepasstes QGA zu erstellen, das eine höhere Erfolgsquote in der Durchführung verspricht (siehe 4.3).

4.3 Aussichten

Dass die Integration eines Geriatriischen Assessments in der Herz- und Gefäßchirurgie eine sinnvolle Ergänzung für die klinische Prognose und die Evaluation eines langfristigen Behandlungserfolges von Herzoperationen darstellt, deuten verschiedene Studien seit längerem an. Weiter liegt es nahe, dieses Geriatriische Assessment mit möglichst vielen quantitativen und alltagsrelevanten Parametern „auszustatten“, um Untersucher*innen- und Patient*innen-Bias möglichst zu vermeiden. Die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie und die herausgearbeiteten Adaptierungsvorschläge in den vorangegangenen Abschnitten der Diskussion sollen dazu dienen, zukünftig ein QGA auf der Herz- und Gefäßchirurgie kompakter und zielorientierter einzusetzen. Dafür sollten neben Daten zur Selbstwahrnehmung (Fragebögen) und Leistungsfähigkeit (SPPB, TUG), auch Informationen zur Performance der Proband*innen gesammelt werden. Dazu könnte das Assessment ins häusliche Umfeld der Patient*innen verlegt werden. Es könnten zum Beispiel elektive Patient*innen eingeschlossen werden, die für

die Anlage von Aortocoronaren Venenbypässen (ACVB) oder zum Aortenklappenersatz (AKE) in das UKSH, Campus Kiel kommen.

Die T1-Untersuchung könnte eine Woche vor der anstehenden Operation bei den Proband*innen zuhause durchgeführt werden. So könnte die schon für diese Studie verwendete Anamnese erhoben werden, die durch die Erhebung der ADLs und IADLs ergänzt würde. Darauf könnte die neuropsychologische Testung folgen, die wie oben beschrieben eingekürzt aber durch den MoCA ergänzt werden könnte. Für die Motorikuntersuchung würde die Handkraft gemessen und die SPPB durchgeführt. Als letztes könnten noch Fragebögen zu Alltagsaktivitäten, Lebensqualität und Depressivität ausgegeben werden, die ausgefüllt zum anstehenden Klinikaufenthalt wieder mitgebracht würden. Im Anschluss an die Untersuchung würden den Patient*innen die Sensoren für das Home Assessment angelegt und der Umgang mit diesen erklärt. Diese Sensoren sollen dann für sieben Tage die Performance der Patient*innen messen. Zu ihrem Aufnahmetermine in der Klinik würden sie diese dann mitbringen, wo sie vom Personal zur Auswertung eingesammelt werden könnten.

Zum Zeitpunkt T1a, kurz vor der Entlassung sollten nochmals Fragebögen ausgefüllt werden, um eine Einschätzung der Stimmung und der erwarteten Alltagseinschränkung der Patient*innen zu erlangen.

Die T2-Untersuchung würde in diesem neuen Konzept sechs Monate nach der Operation stattfinden und wäre identisch zur T1-Untersuchung. Eine Doktorandin oder ein Doktorand könnte zu den Patient*innen nach Hause fahren und dort die Anamnese, neuropsychologische Screening-Untersuchung und die Untersuchungen der Motorik durchführen. Anschließend würden die Sensoren ausgegeben und von den Patient*innen wieder für eine Woche getragen. Am Ende der Woche würden sie die Sensoren inklusive der vorher ausgeteilten Fragebögen in einem vorfrankierten Paket zurück an das Universitätsklinikum schicken.

4.4 Limitationen

Eine Limitation der Arbeit ist, dass die Studie nur auf den herz- und gefäßchirurgischen Stationen des Universitätsklinikums in Kiel durchgeführt wurde. Die Verhältnisse in anderen Kliniken könnten sich unterscheiden, was die Aussagekraft dieser Studie schmälern würde. Allerdings sind die Liegezeiten der herzchirurgischen Patient*innen des UKSH, Campus Kiel vergleichbar mit dem bundesweiten Durchschnitt, was darauf schließen lässt, dass die zeitlichen

Abläufe von Aufnahme, Stationsaufenthalt, bis hin zur Entlassung denen anderer Kliniken ähneln (*Statistisches Bundesamt - Krankenhäuser nach Fachabteilungen*, 2019).

Eine weitere Limitation ist, dass die Untersuchungen von zwei DoktorandInnen in aufeinander folgenden Zeiträumen durchgeführt wurden. Da die Rekrutierung, das Motivieren für eine T2-Untersuchung und das erneute Einbestellen in die Klinik auch von subjektiven Eindrücken der Patient*innen von den Untersuchenden abhängen kann, könnten sich die Vollständigkeitsraten der Untersuchungen zwischen den Untersuchenden unterscheiden. Auch der zeitliche Umfang der Untersuchungen könnte sich unterscheiden haben, weswegen unter Umständen mehr oder weniger Übungen abgeschlossen wurden.

Außerdem stellt der Ausbruch der COVID-19-Pandemie einen limitierenden Faktor dar, da dieser dazu führte, dass zum Ende der Studie keine weiteren Patient*innen zur T3-Untersuchung einbestellt werden konnten.

5 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob und in welchem Umfang ein prä- und postoperatives Quantitatives Geriatrisches Assessment (QGA) in den stationären Ablauf einer herz- und gefäßchirurgischen Station integriert werden kann. Dafür wurde das schon bestehende und in der Geriatrie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel angewendete Untersuchungsprotokoll der ComOn-Studie in leicht angepasster Form auf die Station für Herz- und Gefäßchirurgie übernommen (Geritz *et al.*, 2020).

Die Untersuchungszeitpunkte wurden jeweils für einen Tag vor der Operation (T1), kurz vor der Entlassung (T2) und für die Folgeuntersuchung drei bis sechs Monate postoperativ (T3) festgelegt. Zu diesen Untersuchungszeitpunkten wurden jeweils eine Anamnese erhoben (ausgenommen T2), eine neuropsychologische Testung und eine (sensorbasierte) Bewegungsanalyse mit den Studienteilnehmer*innen durchgeführt. Außerdem wurden ihnen Fragebögen zur Selbsteinschätzung ihrer Stimmung, Lebensqualität und Fähigkeiten zur Bewältigung des Alltags ausgehändigt.

Die Arbeit kommt zu dem Ergebnis, dass ein QGA in der hier verwendeten Form und in dem Umfang nicht praktikabel für den Klinikalltag einer herz- und gefäßchirurgischen Station ist. Es stellte sich als zu zeitaufwändig für den im Vergleich zur Geriatrie sehr eng getakteten stationären Ablauf der Herz- und Gefäßchirurgie dar. Dies spiegelte sich vor allem in dem hohen Zeitaufwand für die Rekrutierung und den niedrigen Vollständigkeitsraten der T2- und T3-Untersuchung wider. Da verschiedene Studien dennoch zu dem Schluss kommen, dass QGAs, auch im chirurgischen Bereich, von hoher Aussagekraft, zum Beispiel zum postoperativen Verlauf (Partridge *et al.*, 2017; Afilalo *et al.*, 2010), der Sterblichkeit (Stuck *et al.*, 1993; Ellis and Langhorne, 2004) oder zum Sturzrisiko (Marschollek *et al.*, 2011; Howcroft, Kofman and Lemaire, 2013) der Patient*innen sein können, sollte es dennoch das Ziel sein, ein Assessment mit möglichst hoher Aussagekraft bei möglichst geringem Umfang zusammenzustellen und anzuwenden. Dabei sollte neben den bisher am häufigsten untersuchten Domänen der Leistungsfähigkeit und Selbstwahrnehmung, auch die Performance der Patient*innen untersucht werden, um eine möglichst hohe Aussagekraft zu erreichen (Maetzler *et al.*, 2020). Um dies umzusetzen könnten die Untersuchungen zumindest zum Teil, wenn nicht gänzlich, ins häusliche Umfeld der Patient*innen verlegt werden. Weitere Studien sind nötig, um die Umsetzbarkeit dieses neuen Ansatzes zu untersuchen.

6 Literaturverzeichnis

Afilalo, J. *et al.* (2010) ‘Gait speed as an incremental predictor of mortality and major morbidity in elderly patients undergoing cardiac surgery’, *Journal of the American College of Cardiology*. Elsevier Inc., 56(20), pp. 1668–1676. doi: 10.1016/j.jacc.2010.06.039.

Afilalo, J. *et al.* (2012) ‘Addition of frailty and disability to cardiac surgery risk scores identifies elderly patients at high risk of mortality or major morbidity’, *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 5(2), pp. 222–228. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.111.963157.

Amini, S. *et al.* (2019) ‘Feasibility and Rationale for Incorporating Frailty and Cognitive Screening Protocols in a Preoperative Anesthesia Clinic’, *Anesthesia and Analgesia*, 129(3), pp. 830–838. doi: 10.1213/ANE.00000000000004190.

Atrsaei, A. *et al.* (2021) ‘Gait speed in clinical and daily living assessments in Parkinson’s disease patients: performance versus capacity’, *NPJ Parkinson’s disease*. NPJ Parkinsons Dis, 7(1). doi: 10.1038/S41531-021-00171-0.

Baba, T. *et al.* (2007) ‘Early neuropsychological dysfunction in elderly high-risk patients after on-pump and off-pump coronary bypass surgery’, *Journal of Anesthesia*. Springer, 21(4), pp. 452–458. doi: 10.1007/s00540-007-0538-6.

Balestroni, G. and Bertolotti, G. (2015) ‘EuroQol-5D (EQ-5D): an instrument for measuring quality of life’, *Monaldi Archives for Chest Disease*, 78(3). doi: 10.4081/monaldi.2012.121.

Beckmann, A. *et al.* (2020) ‘German Heart Surgery Report 2019: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery’, *Thorac Cardiovasc Surg*, 68, pp. 263–276. doi: 10.1055/s-0040-1710569.

Van Bokkelen, G., Morsy, M. and Kobayashi, T. hiko (2015) ‘Demographic Transition, Health Care Challenges, and the Impact of Emerging International Regulatory Trends With Relevance to Regenerative Medicine’, *Current Stem Cell Reports*. Springer International Publishing, pp. 102–109. doi: 10.1007/s40778-015-0013-5.

Cho, C.-Y. *et al.* (1998) ‘The Association Between Chronic Illness and Functional Change Among Participants in a Comprehensive Geriatric Assessment Program’, *Journal of the American Geriatrics Society*. Blackwell Publishing Inc., 46(6), pp. 677–682. doi: 10.1111/j.1532-5415.1998.tb03800.x.

Covinsky, K. E. *et al.* (1997) 'Measuring prognosis and case mix in hospitalized elders: The importance of functional status', *Journal of General Internal Medicine*, 12(4), pp. 203–208. doi: 10.1046/j.1525-1497.1997.012004203.x.

Covinsky, K. E. *et al.* (2003) 'Loss of independence in activities of daily living in older adults hospitalized with medical illnesses: Increased vulnerability with age', *Journal of the American Geriatrics Society*. John Wiley & Sons, Ltd, 51(4), pp. 451–458. doi: 10.1046/j.1532-5415.2003.51152.x.

Dasenbrock, L. *et al.* (2016) 'Technology-based measurements for screening, monitoring and preventing frailty', *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 2016 49:7. Springer, 49(7), pp. 581–595. doi: 10.1007/S00391-016-1129-7.

Donath, L. *et al.* (2016) 'Validity and reliability of a portable gait analysis system for measuring spatiotemporal gait characteristics: Comparison to an instrumented treadmill', *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. BioMed Central Ltd., 13(1), pp. 1–9. doi: 10.1186/s12984-016-0115-z.

Dubois, B. *et al.* (2000) 'The FAB: A frontal assessment battery at bedside', *Neurology*. Lippincott Williams and Wilkins, 55(11), pp. 1621–1626. doi: 10.1212/WNL.55.11.1621.

Ellis, G. *et al.* (2017) 'Cochrane Library Cochrane Database of Systematic Reviews Comprehensive geriatric assessment for older adults admitted to hospital (Review)'. doi: 10.1002/14651858.CD006211.pub3.

Ellis, G. and Langhorne, P. (2004) 'Comprehensive geriatric assessment for older hospital patients', *British Medical Bulletin*. Oxford Academic, pp. 45–59. doi: 10.1093/bmb/ldh033.

Elsawy, B. and Higgins, K. E. (2011) *The Geriatric Assessment, American Family Physician* www.aafp.org/afp.

Fried, L. P. *et al.* (2001) 'Frailty in older adults: Evidence for a phenotype', *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. Gerontological Society of America, 56(3), pp. 146–156. doi: 10.1093/gerona/56.3.m146.

Furukawa, H. and Tanemoto, K. (2015) 'Frailty in cardiothoracic surgery: systematic review of the literature', *General Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Springer Tokyo, pp. 425–433. doi: 10.1007/s11748-015-0553-8.

Geritz, J. *et al.* (2020) 'Motor, cognitive and mobility deficits in 1000 geriatric patients:

protocol of a quantitative observational study before and after routine clinical geriatric treatment - The ComOn-study', *BMC Geriatrics*. BMC Geriatrics, 20(1), pp. 1–13. doi: 10.1186/s12877-020-1445-z.

Van Gilst, M. M. *et al.* (2016) 'A grounded theory study on the influence of sleep on Parkinson's symptoms', *BMC Research Notes*. BioMed Central Ltd., 9(1), pp. 1–7. doi: 10.1186/s13104-016-2114-3.

Goetz, C. C. (2003) 'The Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS): Status and recommendations', *Movement Disorders*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 738–750. doi: 10.1002/mds.10473.

Goetz, C. G. *et al.* (2007) 'Movement disorder society-sponsored revision of the unified Parkinson's disease rating scale (MDS-UPDRS): Process, format, and clinimetric testing plan', *Movement Disorders*. John Wiley & Sons, Ltd, 22(1), pp. 41–47. doi: 10.1002/mds.21198.

Guralnik, J. M. *et al.* (1994) 'A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission', *Journals of Gerontology*. Oxford Academic, 49(2), pp. M85–M94. doi: 10.1093/geronj/49.2.M85.

Harrington, M. B. *et al.* (2011) 'Independent association between preoperative cognitive status and discharge location after cardiac surgery', *American Journal of Critical Care*. American Association of Critical-Care Nurses, 20(2), pp. 129–137. doi: 10.4037/ajcc2011275.

Hasmann, S. E. *et al.* (2014) 'Instrumented functional reach test differentiates individuals at high risk for Parkinson's disease from controls', *Frontiers in aging neuroscience*. Front Aging Neurosci, 6(OCT). doi: 10.3389/FNAGI.2014.00286.

Heidenblut, S. and Zank, S. (2010) 'Entwicklung eines neuen Depressionsscreenings für den Einsatz in der Geriatrie: Die "Depression-im-Alter-Skala" (DIA-S)', *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. Z Gerontol Geriatr, 43(3), pp. 170–176. doi: 10.1007/s00391-009-0067-z.

Hillel, I. *et al.* (2019) 'Is every-day walking in older adults more analogous to dual-task walking or to usual walking? Elucidating the gaps between gait performance in the lab and during 24/7 monitoring', *European Review of Aging and Physical Activity*. Springer Verlag, 16(1), p. 6. doi: 10.1186/s11556-019-0214-5.

Hirpara, D. H. *et al.* (2019) 'Frailty assessment prior to thoracic surgery for lung or esophageal cancer: a feasibility study', *Supportive Care in Cancer*. Springer Verlag, 27(4), pp. 1535–1540. doi: 10.1007/s00520-018-4547-9.

Hobert, M. A. *et al.* (2014) 'Technical and clinical view on ambulatory assessment in Parkinson's disease', *Acta Neurologica Scandinavica*. John Wiley & Sons, Ltd, 130(3), pp. 139–147. doi: 10.1111/ANE.12248.

Hobert, M. A. *et al.* (2017) 'Gait Is Associated with Cognitive Flexibility: A Dual-Tasking Study in Healthy Older People', *Frontiers in aging neuroscience*. Front Aging Neurosci, 9(MAY). doi: 10.3389/FNAGI.2017.00154.

Hoehn, M. and Yahr, M. (1967) 'Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality', *Neurology*, (17), pp. 427–442.

Hoogerduijn, J. G. *et al.* (2014) 'Predicting functional decline in older patients undergoing cardiac surgery', *Age and Ageing*. Oxford Academic, 43(2), pp. 218–221. doi: 10.1093/ageing/aft165.

Howcroft, J., Kofman, J. and Lemaire, E. D. (2013) 'Review of fall risk assessment in geriatric populations using inertial sensors', *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. J Neuroeng Rehabil, 10(1). doi: 10.1186/1743-0003-10-91.

Iluz, T. *et al.* (2016) 'Can a Body-Fixed Sensor Reduce Heisenberg's Uncertainty When It Comes to the Evaluation of Mobility? Effects of Aging and Fall Risk on Transitions in Daily Living', *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. Oxford University Press, 71(11), pp. 1459–1465. doi: 10.1093/gerona/glv049.

Jones, S. M. W. *et al.* (2020) 'Mechanisms for the testing effect on patient-reported outcomes', *Contemporary Clinical Trials Communications*. Elsevier Inc, 18, p. 100554. doi: 10.1016/j.conctc.2020.100554.

Kaulitz, R. *et al.* (2010) *Postoperative herzchirurgische Intensivmedizin*. Available at: https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=0Z0hBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Herzchirurgie+stationärer+ablauf&ots=f7NkLEzDcv&sig=_IY5BMJDMUSGLbOKuXGF02LZf4A#v=onepage&q&f=false (Accessed: 6 November 2020).

Krupp, S. *et al.* (2015) 'Timed up and go test for fingers in the form of the 20 cents test: Psychometric criteria of a simple performance test of fine motor skills', *Zeitschrift für*

Gerontologie und Geriatrie. Dr. Dietrich Steinkopff Verlag GmbH and Co. KG, 48(2), pp. 121–127. doi: 10.1007/s00391-014-0854-z.

Leidy, N. K. (1994) 'Functional status and the forward progress of merry-go-rounds: Toward a coherent analytical framework', *Nursing Research*, 43(4), pp. 196–202. doi: 10.1097/00006199-199407000-00002.

Leontyev, S. *et al.* (2009) 'Aortic Valve Replacement in Octogenarians: Utility of Risk Stratification With EuroSCORE', *Annals of Thoracic Surgery*. Elsevier, 87(5), pp. 1440–1445. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.01.057.

Lytwyn, J. *et al.* (2017) 'The impact of frailty on functional survival in patients 1 year after cardiac surgery', *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Mosby Inc., 154(6), pp. 1990–1999. doi: 10.1016/j.jtcvs.2017.06.040.

Maetzler, W. *et al.* (2020) 'Daily function assessment in Parkinson's disease, using capacity, perception and performance measure', *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, in press, pp. 1–8. doi: 10.1002/mds.28377.

Maetzler, W. *et al.* (2021) 'Modernizing Daily Function Assessment in Parkinson's Disease Using Capacity, Perception, and Performance Measures', *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*. *Mov Disord*, 36(1), pp. 76–82. doi: 10.1002/MDS.28377.

Marschollek, M. *et al.* (2011) 'Sensors vs. experts - A performance comparison of sensor-based fall risk assessment vs. conventional assessment in a sample of geriatric patients', *BMC Medical Informatics and Decision Making*. BioMed Central Ltd, 11(1), pp. 1–7. doi: 10.1186/1472-6947-11-48/TABLES/6.

Matthews, D. A. (1984) 'Dr. Marjory Warren and the Origin of British Geriatrics', *Journal of the American Geriatrics Society*. John Wiley & Sons, Ltd, 32(4), pp. 253–258. doi: 10.1111/j.1532-5415.1984.tb02017.x.

McCambridge, J., Kypri, K. and Elbourne, D. (2014) 'Research participation effects: A skeleton in the methodological cupboard', *Journal of Clinical Epidemiology*. Elsevier USA, pp. 845–849. doi: 10.1016/j.jclinepi.2014.03.002.

Min, L. *et al.* (2015) 'Longitudinal Functional Recovery after Geriatric Cardiac Surgery Abstract HHS Public Access', *J Surg Res*, 194(1), pp. 25–33. doi: 10.1016/j.jss.2014.10.043.

Neragi-Miandoab, S. *et al.* (2010) 'Preoperative evaluation and a risk assessment in patients

undergoing abdominal surgery’, *Surgery Today* 2010 40:2. Springer, 40(2), pp. 108–113. doi: 10.1007/S00595-009-3996-7.

Noyez, L., de Jager, M. J. and Markou, A. L. P. (2011) ‘Quality of life after cardiac surgery: underresearched research’, *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. Oxford Academic, 13(5), pp. 511–515. doi: 10.1510/icvts.2011.276311.

Oswald, W. D. and Fleischmann, U. M. (1999) *Nürnbergger-Alters-Inventar:(NAI); NAI-Testmanual und-Textband*. Verlag für Psychologie, Hogrefe.

Panhwar, Y. N. *et al.* (2018) ‘Quantitative frailty assessment using activity of daily living (ADL)’, *Proceedings - 2018 IEEE 18th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering, BIBE 2018*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp. 269–272. doi: 10.1109/BIBE.2018.00059.

Park, S. Y. and Schott, N. (2021) ‘The trail-making-test: Comparison between paper-and-pencil and computerized versions in young and healthy older adults’, *Applied neuropsychology. Adult*. Appl Neuropsychol Adult. doi: 10.1080/23279095.2020.1864374.

Partridge, J. S. L. *et al.* (2014) ‘The impact of pre-operative comprehensive geriatric assessment on postoperative outcomes in older patients undergoing scheduled surgery: A systematic review’, *Anaesthesia*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 8–16. doi: 10.1111/anae.12494.

Partridge, J. S. L. *et al.* (2017) ‘Randomized clinical trial of comprehensive geriatric assessment and optimization in vascular surgery’, *British Journal of Surgery*. John Wiley and Sons Ltd, 104(6), pp. 679–687. doi: 10.1002/bjs.10459.

Perracini, M. R. *et al.* (2020) ‘Diagnostic Accuracy of the Short Physical Performance Battery for Detecting Frailty in Older People’, *Physical Therapy*. Oxford University Press, 100(1), pp. 90–98. doi: 10.1093/ptj/pzz154.

Pfeiffer, E. (1975) ‘A Short Portable Mental Status Questionnaire for the Assessment of Organic Brain Deficit in Elderly Patients’, *Journal of the American Geriatrics Society*. John Wiley & Sons, Ltd, 23(10), pp. 433–441. doi: 10.1111/j.1532-5415.1975.tb00927.x.

Pizzonia, M. *et al.* (2020) ‘Frailty assessment, hip fracture, and long-term clinical outcomes in older adults’, *European Journal of Clinical Investigation*. John Wiley & Sons, Ltd. doi: 10.1111/eci.13445.

Reuben, D. B. and Rosen, S. L. (2009) *Hazzard’s Geriatric Medicine and Gerontology*.

Available at:
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44398072/2009_Hazzards_GeriatricMedicineAndGerontology_6thEdition.pdf?1459784441=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DHazzards_GeriatricMedicineAndGerontology.pdf&Expires=1602689755&Signature=Byw~cVpkdBd (Accessed: 14 October 2020).

Robinson, T. N. *et al.* (2013) 'Slower walking speed forecasts increased postoperative morbidity and 1-year mortality across surgical specialties', in *Annals of Surgery*. NIH Public Access, pp. 582–588. doi: 10.1097/SLA.0b013e3182a4e96c.

Rosen, S. L. and Reuben, D. B. (2011) 'Geriatric Assessment Tools', *Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine*. John Wiley & Sons, Ltd, 78(4), pp. 489–497. doi: 10.1002/msj.20277.

Savva, G. M. *et al.* (2013) 'Using timed up-and-go to identify frail members of the older population', *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 68(4), pp. 441–446. doi: 10.1093/gerona/gls190.

Schoenenberger, A. W. *et al.* (2013) 'Predictors of functional decline in elderly patients undergoing transcatheter aortic valve implantation (TAVI)', *European Heart Journal*. Oxford Academic, 34(9), pp. 684–692. doi: 10.1093/eurheartj/ehs304.

Sepehri, A. *et al.* (2014) 'The impact of frailty on outcomes after cardiac surgery: A systematic review', *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Mosby Inc., 148(6), pp. 3110–3117. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.07.087.

Shahrokni, A. and Alexander, K. (2020) 'What will perioperative geriatric assessment for older cancer patients look like in 2025? Advantages and limitations of new technologies in geriatric assessment', *European Journal of Surgical Oncology*. W.B. Saunders Ltd, 46(3), pp. 305–309. doi: 10.1016/j.ejso.2019.07.026.

Shany, T. *et al.* (2012) 'Bestimmung des sturzrisikos mit tragbaren sensoren: Eine praxisnahe diskussion. Übersicht über die praktischen belange und herausforderungen bei verwendung tragbarer sensoren zur quantifizierung des sturzrisikos für ältere', *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. Springer, 45(8), pp. 694–706. doi: 10.1007/s00391-012-0407-2.

Sieber, C. (2007) 'Der ältere Patient-wer ist das?', *München Internist*, 48, pp. 1190–1194. doi: 10.1007/s00108-007-1945-3.

Skaar, E. *et al.* (2019) ‘A novel geriatric assessment frailty score predicts 2-year mortality after transcatheter aortic valve implantation’, *European Heart Journal - Quality of Care and Clinical Outcomes*. Oxford University Press, 5(2), pp. 153–160. doi: 10.1093/ehjqcco/qcy044.

Smith, N. A. and Yeow, Y. Y. (2016) *Use of the Montreal Cognitive Assessment test to investigate the prevalence of mild cognitive impairment in the elderly elective surgical population, Anaesth Intensive Care*.

Srulijes, K. *et al.* (2017) ‘Dual-Task Performance in GBA Parkinson’s Disease’, *Parkinson’s disease*. Parkinsons Dis, 2017. doi: 10.1155/2017/8582740.

Statistisches Bundesamt - Krankenhäuser nach Fachabteilungen (2019). Available at: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/krankenhaeuser-fa.html>

(Accessed: 5 November 2020).

Stortecky, S. *et al.* (2012) ‘Evaluation of multidimensional geriatric assessment as a predictor of mortality and cardiovascular events after transcatheter aortic valve implantation’, *JACC: Cardiovascular Interventions*. JACC: Cardiovascular Interventions, 5(5), pp. 489–496. doi: 10.1016/j.jcin.2012.02.012.

Stuck, A. E. *et al.* (1993) ‘Comprehensive geriatric assessment: a meta-analysis of controlled trials’, *The Lancet*. Elsevier, 342(8878), pp. 1032–1036. doi: 10.1016/0140-6736(93)92884-V.

Studenski, S. *et al.* (2011) ‘Gait speed and survival in older adults’, *JAMA - Journal of the American Medical Association*. American Medical Association, 305(1), pp. 50–58. doi: 10.1001/jama.2010.1923.

Sündermann, S. *et al.* (2011) ‘Comprehensive assessment of frailty for elderly high-risk patients undergoing cardiac surgery’, *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*, 39(1), pp. 33–37. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.04.013.

Susano, M. J. *et al.* (2020) ‘Brief Preoperative Screening for Frailty and Cognitive Impairment Predicts Delirium after Spine Surgery’, *Anesthesiology*. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), 133(6), pp. 1184–1191. doi: 10.1097/aln.0000000000003523.

Thiem, U. *et al.* (2012) ‘Positionspapier zur Identifizierung geriatrischer Patienten in Notaufnahmen in Deutschland Consensus for the identification of geriatric patients in the emergency care setting in Germany’, *Z Gerontol Geriat*, 45, pp. 310–314. doi: 10.1007/s00391-

012-0342-2.

Tombaugh, T. N. (2004) 'Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education', *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(2), pp. 203–214. doi: 10.1016/S0887-6177(03)00039-8.

Treacy, D. and Hassett, L. (2018) 'The Short Physical Performance Battery', *Journal of Physiotherapy*. Australian Physiotherapy Association, p. 61. doi: 10.1016/j.jphys.2017.04.002.

Tucha, L. *et al.* (2012) 'The Five-Point Test: Reliability, Validity and Normative Data for Children and Adults', *PLoS ONE*. Public Library of Science, 7(9), p. 46080. doi: 10.1371/journal.pone.0046080.

Üstün, T. B. *et al.* (2003) 'Who's ICF and functional status information in health records', in *Health Care Financing Review*. Centers for Medicare and Medicaid Services, pp. 77–88. Available at: /pmc/articles/PMC4194828/?report=abstract (Accessed: 15 October 2020).

Vingerhoets, G. (1997) 'Short-term and long-term neuropsychological consequences of cardiac surgery with extracorporeal circulation', *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. Oxford Academic, 11(3), pp. 424–431. doi: 10.1016/S1010-7940(96)01031-7.

Warmerdam, Elke *et al.* (2020) *Long-term unsupervised mobility assessment in movement disorders Laboratory of Movement Analysis and Measurement, École Polytechnique Fédérale de Lausanne*.

Warren, M. W. (1946) 'CARE OF THE CHRONIC AGED SICK', *The Lancet*. Elsevier, 247(6406), pp. 841–843. doi: 10.1016/S0140-6736(46)91633-9.

Weiss, A. *et al.* (2013) 'Does the evaluation of gait quality during daily life provide insight into fall risk? A novel approach using 3-Day accelerometer recordings', *Neurorehabilitation and Neural Repair*. SAGE PublicationsSage CA: Los Angeles, CA, 27(8), pp. 742–752. doi: 10.1177/1545968313491004.

Welzel, J. *et al.* (2021) 'Step Length Is a Promising Progression Marker in Parkinson's Disease', *Sensors (Basel, Switzerland)*. Sensors (Basel), 21(7). doi: 10.3390/S21072292.

WHO (2005) *Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit Stand Oktober 2005 Herausgegeben vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI WHO-Kooperationszentrum für das System Internationaler Klassifik.* Available at: <http://dnb.ddb.de> (Accessed: 12 May 2021).

WHO / *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)* (2020). Available at: <https://www.who.int/classifications/icf/en/> (Accessed: 15 October 2020).

Wieland, D. and Hirth, V. (2003) *Comprehensive Geriatric Assessment, Cancer Control*.

Williams, G. and Willmott, C. (2012) 'Higher levels of mobility are associated with greater societal participation and better quality-of-life', *Brain Injury*. Informa Healthcare, 26(9), pp. 1065–1071. doi: 10.3109/02699052.2012.667586.

Yamada, T. and Demura, S. (2005) 'Instruction in reliability and magnitude of evaluation parameters at each phase of a sit-to-stand movement.', *Perceptual and motor skills*. Ammons Scientific Ltd, 101(3), pp. 695–706. doi: 10.2466/pms.101.3.695-706.

Yardley, L. *et al.* (2005) 'Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I)', *Age and Ageing*. Age Ageing, 34(6), pp. 614–619. doi: 10.1093/ageing/afi196.

Erklärung zum Eigenanteil

Diese Arbeit wurde unter Betreuung von Herrn PD Dr. Thomas Pühler in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, durchgeführt. Der Promovend Jonas Stamerjohanns war seit Mai 2019 in die Planung und Durchführung der ComOn Studie eingebunden. Dabei war er in die Datenerhebung, -eingabe und -auswertung involviert.

Am Dienstag, den 14.09.2022 wurde diese Arbeit beim Gerontologie- und Geriatriekongress 2022 in Frankfurt am Main im Rahmen eines Vortrags vorgestellt. Das Poster wurde vom Promovenden in Eigenarbeit erstellt und präsentiert.

Stamerjohanns, J., Schebesta, L., Haneya, A., Lutter, G., Schöttler, J., Hansen, C., Cremer, J., Geritz, J., Maetzler, W., Pühler, T. (2022). Is extensive geriatric assessment with wearables feasible in cardiac surgery? Poster auf dem Gerontologie- und Geriatriekongress 2022, Frankfurt am Main, 14.09.2022.

Dieses Manuskript wurde von dem Promovenden selbstständig verfasst. Dabei hat er die Fragestellung dieser Arbeit unter Betreuung selbstständig entworfen, die statistische Analysen selbstständig durchgeführt und die Diskussion selbstständig erstellt.

Es wurden keine weiteren als die angegebenen Quellen verwendet.

Hamburg, den 10.10.2022

Jonas Stamerjohanns

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen beteiligten Personen danken, die mich auf meinem Weg zur Fertigstellung dieser Doktorarbeit begleitet haben und ohne deren Unterstützung ich dieses Projekt nicht hätte meistern können.

Zuallererst danke ich meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. Thomas Pühler, für die Mithilfe bei der Erarbeitung des Themas und für die Betreuung dieser Arbeit. Insbesondere für die Unterstützung bei allen fachlichen Fragen im Bereich der Herz- und Gefäßchirurgie und für die Bereitstellung der Untersuchungsräumlichkeiten.

Weiter möchte ich einen großen Dank an die ganze AG der ComOn-Studie aussprechen, in der ich mich von Anfang an willkommen und wohlfühlte. An Herrn Prof. Dr. Walter Maetzler für die Leitung der Studie und das gezielte und scharfsinnige Voranbringen der Arbeit. An Hanna Geritz und Julius Welzel für die enge Betreuung, und dafür, dass sie immer erreichbar waren und sich Zeit für mich nahmen, wenn ich sie brauchte. Außerdem danke ich den anderen Doktorand*innen, die Teil der Studie waren, mit denen ich immer gerne zusammenarbeitete und mich austauschte. Und nicht zuletzt danke ich Crispy Hansen und Corina Maetzler für die tatkräftige Unterstützung bei allen organisatorischen Fragen.

Natürlich gilt ein besonderer Dank auch meiner Familie, besonders meinen Eltern, Frauke und Niklas Stamerjohanns, die mir durch ihre Geduld und Unterstützung während des gesamten Studiums immer den Rücken freihielten.

Außerdem danke ich meiner Freundin Jani, die mich mit ihrer positiven und konstruktiven Art schon seit Jahren bei allem unterstützt und mich immer wieder motiviert, den nächsten Schritt zu gehen. Einen besseren Rückhalt könnte ich mir nicht wünschen.

Zu guter Letzt danke ich auch meinen Freund*innen, von denen viele ebenfalls den Weg zur Promotion gingen, und die, trotz eventueller eigener Schwierigkeiten, immer für mich da waren. Ihnen wünsche ich viel Erfolg beim Fertigstellen ihrer eigenen Dissertation und werde sie dabei ebenso unterstützen, wie sie mich.