Bewegungsbasierte Interventionsforschung im Setting der Prä(Re)habilitation

Optimierung der Versorgung von
geriatrischen und kardiovaskulären Patient*innen

Kumulative Habilitationsschrift
im Fach Sportwissenschaft

vorgelegt von
Dr. Sportwiss. Carolin Teresa Steinmetz

an der Stiftung Universität Hildesheim
Fachbereich 1: Erziehungs- & Sozialwissenschaften
Institut für Sportwissenschaft

Göttingen, im Dezember 2024

DANKSAGUNG

Mein großer Dank gilt Frau Prof. Dr. Christine von Arnim, Direktorin der Klinik für Geriatrie der Universitätsmedizin Göttingen, die es mir ermöglichte, Studienprojekte neben meiner Haupttätigkeit als Studienkoordinatorin von PRECOVERY durchzuführen. Sie war offen für jegliche Forschungsideen, bereicherte diese mit ihren Erfahrungen und hat meinen Weg der Habilitation von Anfang an befürwortet.

Ebenso möchte ich meinen Lab-Kolleginnen Dr. Monika Sadlonova, Dr. Stephanie Heinemann, Dr. Dr. Miroslava Valentová und Dr. Marlena Schnieder ganz besonders danken. Der wissenschaftliche Austausch mit Ihnen, die konstruktive Zusammenarbeit und ihr Feedback zu Kongressbeiträgen und Manuskripten haben ursprüngliche Ideen um ein Vielfaches aufgewertet. Ganz besonders möchte ich die hervorragende Zusammenarbeit mit Dr. Stephanie Heinemann hervorheben, die mir eine große Freude bereitete. Danke u.a. für dein Engagement, meine englischen Texte Korrektur zu lesen, die Stunden des Brainstormings für neue Projekte und die stetige Unterstützung bei der Umsetzung und Realisation von Ideen.

Ebenso möchte ich den Studierenden für Ihren Einsatz vor allem in der Datenerhebung danken. Danke für Eure Zeit und Eure akribische Arbeit.

Nicht zu vergessen ist auch der Dank an all diejenigen Patienten, die an den in dieser Habilitationsschrift inkludierten Studienprojekten teilnahmen und sich Zeit für die Wissenschaft nahmen. Nur dank Ihres Einsatzes können richtungsweisende Ergebnisse erzielt und adressatengerechte Interventionen implementiert werden.

Weiterhin danke ich meinen internationalen Kollegen aus den Niederlanden, meinen stets verbundenen Kollegen der Deutschen Sporthochschule Köln als auch Frau PD Dr. Claudia Walther für die bereichernde Zusammenarbeit und wertvollen wissenschaftlichen Diskussionen.

Auch Prof. Dr. Stefan Flohr möchte ich danken, da ohne das Gespräch mit ihm die Möglichkeit der Habilitation an der Stiftung Universität Hildesheim nicht zustande gekommen wäre. Danke Stefan für deinen unermüdlichen Einsatz, diesen „Stein ins Rollen“ gebracht zu haben.

Mein abschließender Dank gilt meiner Familie, insbesondere meinem Lebensgefährten und meinem Sohn für ihre Geduld, wenn ich mal wieder mehr Zeit am Computer als mit ihnen verbrachte. Auch meinen Eltern gilt ein besonderer Dank für ihre langjährige Unterstützung und Wegbegleitung.

HINWEISE FÜR LESER*INNEN

Die vorliegende Habilitationsschrift verwendet zu Gunsten eines optimalen Leseflusses Ausdrucksformen des männlichen Geschlechtes, wie Patienten oder Studienteilnehmer. Es wird hiermit explizit daraufhin gewiesen, dass dabei immer auch, Patient*innen und Studienteilnehmer*innen gemeint sind.

INHALTSVERZEICHNIS

DANKSAGUNG II

HINWEISE FÜR LESER*INNEN III

ABBILDUNGSVERZEICHNIS VI

TABELLENVERZEICHNIS VII

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS VIII

INKLUDIERTE ORIGINALARTIKEL X

1 EINLEITUNG 1

1.1 Sportwissenschaften im Kontext kardiovaskulärer und geriatrischer Krankheitsbilder 1

1.2 Behandlungspfade geriatrischer und kardiovaskulärer Patienten 3

1.2.1 Primärprävention 3

1.2.2 Behandlungspfade geriatrischer Patienten 3

1.2.3 Behandlungspfade kardiovaskulärer Patienten 5

1.3 Übergeordnete Forschungsfragen 7

2 ZUSAMMENFASSUNG UND INHALTLICHE EINORDNUNG DER INKLUDIERTEN ORIGINALARBEITEN 10

2.1 Prävention des kognitiven Abbaus im Alter 11

2.2 Efficacy of prehabilitation prior to cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis 12

2.3 Prähabilitation vor elektiven Eingriffen am Herzen: ein Überblick 15

2.4 Prehabilitation in elderly patients prior to elective cardiac interventions (PRECOVERY): study protocol for a randomized, controlled, longitudinal, multicenter, 2-arm, outcome assessor-blinded trial; Additional file 3: Treatment manual of Prehabilitation intervention ‚Karl-Heinz' 17

2.5 Use of a technology-based fall prevention program with visual feedback in the setting of early geriatric rehabilitation: a feasibility study 25

2.6 The prevalence and impact of sarcopenia in older cardiac patients undergoing inpatient cardiac rehabilitation – results from a prospective, observational cohort pre-study 31

2.7 Evaluation of frailty in geriatric patients undergoing cardiac rehabilitation after cardiac procedure: results of a prospective, cross-sectional study 36
3 DISKUSSION 42
3.1 Kategorie 1 „Primärprävention“ 42
3.2 Kategorie 2 „Prähabilitation“ 43
3.3 Kategorie 3a „Rehabilitationsphase 1“ 49
3.4 Kategorie 3b „Rehabilitationsphase 2“ 52
4 AUSBLICK 57
5 ZUSAMMENFASSUNG 60
6 LITERATURVERZEICHNIS 62

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Darstellung des übergeordneten Konzeptes der in dieser Habilitationsschrift enthaltenen Artikel 10

Abb. 2: 1: Forest plot des Effekts der Prähabilitation gegenüber der Standardbehandlung auf die 6-Minuten-Gehstrecke (6MWD) nach der Intervention; 2: Forest plot des Effekts der Prähabilitation gegenüber der Standardbehandlung auf die 6MWD nach der Operation; 3. Forest plot des Effekts der Prähabilitation gegenüber der Standardbehandlung auf die 6MWD im Follow-up. 14

Abb. 3: Forest Plot des Effekts der Prähabilitation gegenüber der Standardbehandlung auf das postoperative Vorhofflimmern mit Subgruppenanalyse nach Alter dichotomisiert auf 65 Jahre 14

Abb. 4: Darstellung des PRECOVERY Flow Charts 20

Abb. 5: Überlappende Histogramme zur Veranschaulichung der Korrelation zwischen Sarkopenie und 6-Minuten Gehstrecke (6MWD), Handgriffkraft (HGS) und Short Physical Performance Battery (SPPB) Score 34

Abb. 6: Ergebnisse der SARC-F-Score des Prä-Post-Tests differenziert nach Sarkopenie-Status 35

Abb. 7: Geschlechtsspezifische Unterschiede der funktionellen Kapazität differenziert nach Frailty-Status 40

Abb. 8: Arbeitsprogramm und Zeitplan des wissenschaftlichen Netzwerkes zum Thema „Prehabilitation prior to cardiac procedure“ (erstellt mit BioRender.com) 44

Abb. 9: Kumulative Anzahl der PRECOVERY-Teilnehmenden 49

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Darstellung der wichtigsten Inhalte und Ergebnisse aktueller Übersichtsarbeiten mit Metaanalysen zum Thema bewegungsbasierte Prähabilitation vor einem elektiven Eingriff am Herzen 16

Tab. 2: Erläuterung der übersetzten OPS-Codes 18

Tab. 3: Darstellung der Ein- und Ausschlusskriterien der PRECOVERY Studie 19

Tab. 4: Überblick der PRECOVERY Mindestanforderungen der „Karl-Heinz"-Intervention 20

Tab. 5: Übersicht der in PRECOVERY durchgeführten Assessments zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten 22

Tab. 6: Überblick der Ergebnisse des Fragebogens zur Benutzerfreundlichkeit aus Sicht der Patienten und Anwender 28

Tab. 7: Ergebnisse der deskriptiven Auswertung und der absolvierten zweifaktoriellen ANOVA der routinemäßig durchgeführten Assessments zu Beginn der geriatrischen Frührehabilitation (t0, Aufnahme) und nach 2 Wochen (t1, Entlassung), differenziert nach Gruppen 29

Tab. 8: Prä-Post-Test der deskriptiven Ergebnisse der Assessments zu Beginn (t0) und nach 2 Wochen geriatrischer Frührehabilitation (t1) der IG 30

Tab. 9: Übersicht der Patientencharakteristik zum Zeitpunkt der Rehabilitation 32

Tab. 10: Übersicht der Patientencharakteristik zum Zeitpunkt der Rehabilitation 38

Tab. 11: Gesamtergebnisse der Assessments inklusive Differenzierung nach Frailty-Status . 39

Tab. 12: Ergebnisse der Korrelationen zwischen der Clinical Frailty Scale und funktioneller Kapazität sowie klinischen Parametern 41

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
AHB	Anschlussheilbehandlung
AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
ANOVA	Varianzanalyse [Analysis of Variance]
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
CENTRAL	Cochrane Central Register of Controlled Trials
CINAHL	Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature
COPD	chronisch obstruktive Lungenerkrankung [chronic obstructive pulmonary disease]
CPET	Cardiopulmonary Exercise Testing
d	days
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EAPC	European Association of Preventive Cardiology
ERAS	Enhanced Recovery After Cardiac Surgery Society
et al.	et alia
EWGSOP	European Working Group on Sarcopenia in Older People
FIMA	Fragebogen zur Inanspruchnahme medizinischer und nicht-medizinischer Versorgungsleistungen im Alter
FIM	Functional Independence Measure
FINGER	Finnish Geriatric Intervention Study to Prevent Cognitive Impairment and Disability
G-BA	Gemeinsamen Bundessausschuss
GFR	geriatrische Frührehabilitation
HAD	hospital-associated disability
HADS	Hospital Anxiety and Depression Scale
HeartQol	Health-related Quality of life
HR	Hazard Ratio
Karl-Heinz	Kognitiv & kardiale Prehabilitation vor Herzinterventionen

m	Meter
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
MD	Mean Difference
MMST	Mini-Mental-Status-Test
MoCa	Montreal-Cognitive-Assessement-Test
OPS	Operation and Procedure Codes
PHQ-4	Four Item Patient Health Questionnaire
POAF	Postoperative Atrial Fibrillation
PRÄP-GO	Prähabilitation von älteren Patienten mit Gebrechlichkeitssyndrom vor elektiven Operationen
PRECOVERY	Prehabilitation: ‚Karl-Heinz' mit Schwerpunkt auf cardiale und kognitive Funktionen vor Eingriffen am Herzen: eine Analyse des Gesundheitszustands
PubMed	Public Medicine
QUALYs	Quality Adjusted Life Years
RR	Risk Ratio
SARC-F	Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls Questionnaire
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem
UKE	Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf
WHO	Weltgesundheitsorganisation [World Health Organization]
z.B.	zum Beispiel

INKLUDIERTE ORIGINALARTIKEL

Die Habilitationsschrift basiert auf den folgenden Originalartikeln:

1. **Steinmetz, C.**, Schnieder, M., Heinemann, S., Linke, A. & Arnim, C. A. F. von (2024c). Prävention des kognitiven Abbaus im Alter: Ausgewählte primärpräventive Ansätze. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.1007/s00391-024-02337-w
2. **Steinmetz, C.**, Bjarnason-Wehrens, B., Walther, T., Schaffland, T. F. & Walther, C. (2023a). Efficacy of Prehabilitation Before Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *102*(4), 323–330. https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002097
3. **Steinmetz, C.**, Bjarnason-Wehrens, B., Roth, K., Walther, C., Sadlonova, M., Arnim, C. A. von & Schmidt, T. (2023c). Bewegungsbasierte Prähabilitation vor elektiven Eingriffen am Herzen: ein Überblick. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, *39*(03), 91–97. https://doi.org/10.1055/a-2061-2633
4. **Steinmetz, C.**[*], Heinemann, S.[*], Kutschka, I., Hasenfuß, G., Asendorf, T., Remppis, B. A., Knoglinger, E., Grefe, C., Albes, J. M., Baraki, H., Baumbach, C., Brunner, S., Ernst, S., Harringer, W., Heider, D., Heidkamp, D., Herrmann-Lingen, C., Hummers, E., Kocar, T., ... Arnim, C. A. F. von[*] (2023b). Prehabilitation in older patients prior to elective cardiac procedures (PRECOVERY): study protocol of a multicenter randomized controlled trial. *Trials*, *24*(1), 533. https://doi.org/10.1186/s13063-023-07511-w ([*]*equal contribution*)
5. **Steinmetz, C.**, Stenzel, C., Sylvester, M., Glage, D., Linke, A., Sadlonova, M., Arnim, C. A. von, Schnieder, M., Valentová, M. & Heinemann, S. (2024d). *Use of a technology-based fall prevention program with visual feedback in the setting of early geriatric rehabilitation: a feasibility study.* Zur Veröffentlichung eingereicht.
6. **Steinmetz, C.**, Krause, L., Sulejmanovic, S., Kaumkötter, S., Mengden, T., Grefe, C., Knoglinger, E., Reiss, N., Brixius, K., Bjarnason-Wehrens, B., Schmidt, T., Haehling, S. von, Sadlonova, M., Arnim, C. A. F. von & Heinemann, S. (2024a). The prevalence and impact of sarcopenia in older cardiac patients undergoing inpatient cardiac rehabilitation - results from a prospective, observational cohort pre-study. *BMC Geriatrics*, *24*(1), 94. https://doi.org/10.1186/s12877-024-04694-y

7. **Steinmetz, C.**, Krause, L., Sulejmanovic, S., Kaumkötter, S., Hartog, J., Scheenstra, B., Stefan, F., Mengden, T., Grefe, C., Knoglinger, E., Reiss, N., Bjarnason-Wehrens, B., Schmidt, T., Sadlonova, M., Arnim, C. A. F. von & Heinemann, S. (2024b). Evaluation of frailty in geriatric patients undergoing cardiac rehabilitation after cardiac procedure: results of a prospective, cross-sectional study. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation, 16*(1), 146. https://doi.org/10.1186/s13102-024-00937-y

1 EINLEITUNG

1.1 Sportwissenschaften im Kontext kardiovaskulärer und geriatrischer Krankheitsbilder

Die Lebenserwartung in Deutschland steigt seit den 1990er-Jahren stetig (Nowossadeck et al., 2019). Bedingt durch die steigende Lebenserwartung nehmen vor allem chronische und degenerative Erkrankungen zu, wie beispielsweise Herz-Kreislauf-Erkrankungen als auch dementielle Erkrankungen (Robert Koch-Institut, 2015a, 2015b). Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind laut Herzbericht 2022 in Deutschland Todesursache Nummer eins und für 33% der Todesfälle verantwortlich (Deutsche Herzstiftung, 2022). Hochrechnungen prognostizieren, dass in den kommenden Jahren die Anzahl an Menschen mit einer dementiellen Erkrankung in Deutschland auf zwei bis drei Millionen ansteigen wird, was mit enormen Kosten für das Gesundheitssystem einhergeht (Robert Koch-Institut, 2015a). Beide nichtübertragbare Krankheitsgruppen weisen mit steigendem Lebensalter ein hohes Risiko für eine Pflegebedürftigkeit auf, was einen Verlust an Selbstversorgungsfähigkeit für die Patienten bedeutet (Nowossadeck, 2013; Robert Koch-Institut, 2015a). Hinzu kommt, dass in den nächsten 10-15 Jahren mit einem steigenden Fachkräftemangel von bis zu 400.000 Pflegekräften zu rechnen ist (Afentakis & Maier, 2010; Robert Koch-Institut, 2015a; Rothgang et al., 2012). Umfassende präventive Maßnahmen können dazu beitragen, die Pflegebedürftigkeit zu vermeiden oder hinauszuzögern und dadurch die Pflegenachfrage zu reduzieren (Bickel et al., 2012; Robert Koch-Institut, 2015a). Experten vermuten, dass sich Präventions- und Therapieerfolge von kardiovaskulären und zerebrovaskulären Krankheiten auch in positiven Veränderungen der Demenzraten widerspiegeln werden, da die bei diesen Krankheitsentitäten zugrundeliegenden, vor allem lebensstilbedingten Risikofaktoren sehr große Überschneidungen zeigen (Robert Koch-Institut, 2015a; Rocca et al., 2011).

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt daher allen Erwachsenen 150 bis 300 Minuten moderate Ausdauerbelastungen und kräftigende Übungen der größeren Muskelgruppen an zwei Tagen pro Woche. Zur Sturzprävention wird älteren Menschen über 65 Jahren empfohlen, Gleichgewichtsübungen an drei Tagen in der Woche zu absolvieren. Die WHO-Empfehlungen verfolgen das Ziel, dem Risikofaktor der Inaktivität entgegenzuwirken, um die Entstehung nichtübertragbarer chronischer Erkrankungen zu vermeiden (WHO, 2020). Die körperliche Aktivität stellt eine der zentralen präventiven Maßnahme dar. Unter der körperlichen Aktivität wird jede durch die Skelettmuskulatur hervorgebrachte körperliche Bewegung verstanden, die Energie verbraucht und förderlich für Gesundheit und Wohlbefinden ist (Caspersen et al., 1985; WHO, 2024). Durch gezielte körperliche Aktivitätsempfehlungen und bewegungsba-

sierte Interventionen zu verschiedenen Zeitpunkten - in der Primärprävention oder bei bestehenden Entitäten während des professionellen Behandlungspfades - kann die Sportwissenschaft dazu beitragen, dass Patienten auf dem Weg hin zu einer gesundheitlichen Eigenverantwortung individuell unterstützt werden. Übergeordnetes Ziel, in Anlehnung an bestehende Rehabilitationsziele, ist die langfristige Teilhabe am alltäglichen Leben und die Vermeidung von Pflegebedürftigkeit (Beise et al., 2013).

Die sportwissenschaftlichen Teildisziplinen, wie beispielsweise die Sportmedizin, Trainingswissenschaft, Sportpädagogik, -psychologie, -soziologie, -informatik oder -philosophie decken ein weites Spektrum verschiedener naturwissenschaftlicher, sozial- und verhaltenswissenschaftlicher als auch kulturwissenschaftlicher Theoriefelder der Sportwissenschaft ab (Haag, 2003).

Im Kontext der bewegungsbasierten Interventionsforschung im klinischen Setting mit Fokus auf geriatrische und kardiovaskuläre Patienten sind vor allem die Teildisziplinen Sportmedizin und Trainingswissenschaft relevant.

Die Sportmedizin ist geprägt durch ihre Interdisziplinarität und sowohl eine Teildisziplin der Medizin als auch der Sportwissenschaft (Laßberg & Krauß, 2020).

Hollmann (1958) definierte den Begriff der Sportmedizin als „diejenige theoretische und praktische Medizin, welche den Einfluss von Bewegung, Training und Sport sowie den von Bewegungsmangel auf den gesunden und kranken Menschen jeder Altersstufe untersucht, um die Befunde der Prävention, Therapie und Rehabilitation sowie den Sporttreibenden dienlich zu sein“ (Laßberg & Krauß, 2020, S.9).

Die Trainingswissenschaft versteht unter Training die planmäßige und systematische Realisation von Maßnahmen (Trainingsinhalte und -methoden) zur nachhaltigen Erreichung von Zielen (Trainingsziele) im und durch Sport (Hohmann et al., 2014). Sie liefert u.a. essentielles Grundlagenwissen zu den Themen Leistungsfähigkeit und Trainingssteuerung.

Das biopsychosoziale Modell bildet die Basis der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) und beschreibt die Wechselwirkung zwischen Gesundheit und Krankheit unter Einbezug der individuellen, umweltbezogenen als auch personenbezogenen Kontextfaktoren (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2012). Die ICF dient der Beschreibung von Funktionsstörungen, Partizipationseinschränkungen und Aktivitätseinschränkungen, die durch körperliche Erkrankungen verursacht werden (Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung in der medizinischen Rehabilitation, 2019).

Die sportwissenschaftlichen Teildisziplinen können den zentralen Baustein der Aktivität durch individuelle, bewegungsbasierte Interventionen positiv beeinflussen und so eine langfristige Teilhabe fördern. Des Weiteren lässt sich die sportwissenschaftliche Expertise im Setting der Primärprävention und klinischen Bewegungsinterventionsforschung mit geriatrischen und kardiovaskulären Patienten einsetzen, um ihnen Hilfe zur Selbsthilfe zu vermitteln, ihre Gesundheitskompetenz zu stärken und langfristig die Bewältigung von Alltagsaktivitäten zu unterstützen.

1.2 Behandlungspfade geriatrischer und kardiovaskulärer Patienten

1.2.1 Primärprävention

Unter der Primärprävention wird das Ergreifen von Maßnahmen verstanden, die das Auftreten einer Neuerkrankung vermeiden (Caplan, 1964; Robert Koch Institut, 2023). Die Primärprävention des kognitiven Abbaus beginnt im mittleren Lebensalter. Wobei das mittlere Lebensalter die Lebensspanne zwischen 30 bis 65 Jahren beschreibt (Robert Koch Institut & Statistisches Bundesamt, 2005). Vor allem selbstbeeinflussbare primärpräventive Maßnahmen spielen in dieser Lebensspanne eine zentrale Rolle. Zu den Bereichen zählen u.a. regelmäßige körperliche und kognitive Aktivität, Behebung von bestehender Schwerhörigkeit, ausgewogener Schlaf, ausreichende soziale Kontakte oder soziales Engagement, Tabakkonsumverzicht und Alkoholkonsum ≤ 21 Einheiten pro Woche sowie eine ausgewogene mediterrane Ernährungsweise (Steinmetz et al., 2024c). Die körperliche Aktivität nimmt in der Primärprävention einen hohen Stellenwert ein. So bilden beispielsweise die „Bewegungsgewohnheiten“ neben der „Ernährung“, dem „Stressmanagement“ und dem „Suchtmittelkonsum“ eines der vier Handlungsfelder der individuellen verhaltensbezogenen Primärprävention (Franzkowiak, 2022). Das Präventionsprinzip verfolgt den Ansatz, dem Bewegungsmangel als auch den damit einhergehenden gesundheitlichen Risiken durch gezielte geeignete verhaltens- und gesundheitsorientierte Bewegungsprogramme entgegenzuwirken (Franzkowiak, 2022).

1.2.2 Behandlungspfade geriatrischer Patienten

Die physiologischen Veränderungen im Alter stellen einen Risikofaktor für diverse Krankheiten dar. Gebrechlichkeit, auch „Frailty-Syndrom“ oder kurz „Frailty“ genannt, beschreibt ein multidimensionales, geriatrisches Syndrom, welches mit einer erhöhten Vulnerabilität gegenüber akuten und chronischen Erkrankungen einhergeht; die Sarkopenie wird als Vorstufe von

Frailty angesehen (Rizzoli et al., 2013) und ist geprägt von einer Abnahme der Muskelkraft und Muskelmasse (Benzinger et al., 2021). In Deutschland sind 13,7% der ≥ 65-jährigen „frail“ und weitere 40,2% weisen eine Vorstufe („pre-frail“) auf (Hajek et al., 2022). Frailty geht mit einem erhöhten Risiko für Autonomieverlust, Re-Hospitalisierungen und Mortalität einher (Cerri et al., 2015; Fried et al., 2001; van Abellan Kan et al., 2009; Vermeiren et al., 2016).

Die geriatrische Frührehabilitation (GFR) ist ein spezieller multidisziplinärer und multiprofessioneller Ansatz in Deutschland für ältere Patienten, die aufgrund akuter gesundheitlicher Ereignisse wie Verletzungen oder Operationen einen Krankenhausaufenthalt benötigen (Stier-Jarmer et al., 2002). Die Indikation einer GFR besteht in „drohenden oder bestehenden Behinderungen und der Gefahr der Verschlimmerung bzw. drohender oder bestehender Pflegebedürftigkeit“ (Stier-Jarmer et al., 2002). Im Allgemeinen beträgt die Dauer einer GFR zwei Wochen. Das Hauptziel der GFR ist die Verbesserung der funktionellen Unabhängigkeit und der Lebensqualität, so dass die Patienten nach Hause, in ein stationäres Rehabilitationsprogramm oder in eine niedrigere Pflegestufe wie die Langzeitpflege entlassen werden können (Palzer et al., 2021). Der Behandlungspfad im Anschluss an die GFR ist vielfältig als auch individuell und soll hier nicht weiter vertieft werden.

Im Kontext der geriatrischen Frührehabilitation steht somit nicht die Heilung, sondern eine Symptomlinderung im Vordergrund. Das primäre Ziel ist die Erhaltung oder Wiederherstellung der höchstmöglichen Selbstständigkeit und Förderung der Unabhängigkeit. Beide Faktoren stehen zur Vermeidung der Pflegebedürftigkeit innerhalb der geriatrischen Therapie stets im Vordergrund (Stier-Jarmer et al., 2002).

Im Falle einer akut-medizinischen Erkrankung mit Krankenhauseinweisung weisen ältere Patienten neben einer häufigen Multimorbidität ebenfalls eine hohe Prävalenz an Beeinträchtigungen der Aktivitäten des täglichen Lebens, Mangelernährung, kognitive Einschränkungen, Delirium, Inkontinenz und sensorischen Defiziten auf (Buurman et al., 2011). Bekannt ist, dass vor allem nach stationären Aufenthalten ältere Patienten eine krankenhausassoziierte Verschlechterung des Allgemeinzustandes erfahren. Funktionseinbußen, wie beispielsweise Muskelatrophie der unteren Extremitäten und Gleichgewichtsstörungen im Anschluss an einen Krankenhausaufenthalt kommen laut Studien mit 30% bis 80% sehr häufig vor (Martínez-Velilla et al., 2016; Zisberg et al., 2011). Die Folgen dieser Verschlechterung sind schwerwiegend und reichen von Re-Hospitalisierungen, Pflegeheimeinweisungen (Fortinsky et al., 1999), einer erhöhten Anzahl von Stürzen, einer schlechteren Lebensqualität und einem erhöhten Verbrauch an gesundheitsbezogenen Ressourcen (Covinsky et al., 1997) bis hin zu einer Zunahme der

Mortalität (Brown et al., 2004). Das Konzept der GFR stellt eine Möglichkeit dar, oben genannten Entwicklungen im Anschluss an einen Krankenhausaufenthalt entgegenzuwirken.

Die GFR beinhaltet ein vielfältiges therapeutisches Angebot, bestehend aus u.a. Physio-, Psycho- und Ergotherapie als auch Logopädie. Vor allem die Physio- und Ergotherapeuten führen Aktivitäten zur Steigerung der Alltagsaktivität und Sturzprävention durch. Die Dosierung der therapeutischen Einheiten ist individuell und obliegen den Einschätzungen des therapeutischen Personals. Es gibt in der geriatrischen Komplextherapie beispielsweise kein evidenzbasiertes, standardisiertes und fest implementiertes Sturzpräventionsprogramm. Es existieren erste Pilotstudien, die sich dem Themenfeld annehmen und Methoden zur Sturzprävention erproben, wie beispielsweise die „Square-stepping exercise“ (Fränzel et al., 2024). Das Programm stammt aus Japan und diente in erster Linie der Verbesserung der funktionellen Kräftigung der unteren Extremitäten. Ziel war es, die Gehfähigkeit älterer Menschen in der Allgemeinbevölkerung zu verbessern und das Risiko von Stürzen zu minimieren (Shigematsu & Okura, 2006; Shigematsu et al., 2008). Bei dem Programm handelt es sich um ein motorisch-kognitives Training, bei dem die motorischen Fähigkeiten auf die Funktion der unteren Extremitäten und die kognitiven Fähigkeiten auf die exekutive Funktion und das Arbeitsgedächtnis ausgerichtet sind. Durch diese Kombination scheint das Programm als Übungsintervention für geriatrische Patienten besonders geeignet zu sein (Fränzel et al., 2024; Shigematsu & Okura, 2006; Shigematsu et al., 2008).

1.2.3 Behandlungspfade kardiovaskulärer Patienten

Die kardiologische Rehabilitation wird in Anlehnung an das Rehabilitationsmodell der WHO in drei Phasen unterteilt: Phase 1 bildet die Frühmobilisation im Akutkrankenhaus, Phase 2 erfolgt in Form einer ambulanten oder stationären Rehabilitationsmaßnahme und Phase 3 umfasst die Langzeitrehabilitation beispielsweise in Form von Herzgruppen (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften [AWMF], 2019). In der kardiologischen Rehabilitation werden kardiovaskulär erkrankte Patienten mit Hilfe eines multidisziplinären Teams unterstützt, die bestmögliche physische und psychische Gesundheit sowie die berufliche und soziale Integration wiederherzustellen und langfristig zu erhalten (AWMF, 2019; Bjarnason-Wehrens et al., 2007; WHO, 1993). In der kardiologischen Rehabilitation und Nachsorge bildet die körperliche Aktivität und Bewegungstherapie die Basis, um vor allem die Alltagsbelastbarkeit zu verbessern (Bjarnason-Wehrens et al., 2007; Schwaab et al., 2023). Die S3-Leitlinie zur kardiologischen Rehabilitation im deutschsprachigen Raum Europas fasst die

aktuelle Evidenz zusammen und gibt u.a. explizite Handlungsanweisungen für die Durchführung der Sport- und Bewegungstherapie bei diversen kardiovaskulären Krankheitsbildern in den Rehabilitationsphasen 1-3 (AWMF, 2019).

Die Phase der Prähabilitation befindet sich chronologisch vor der oben beschriebenen Phase 1. Laut Fleurent-Grégoire et al. ist die Prähabilitation ein Prozess, der sich von der Diagnose bis zum geplanten Eingriff erstreckt und aus ≥ 1 präoperativen Maßnahmen der Bereiche Sport- und Bewegungstherapie, Ernährungstherapie, psychologische Therapie und Atemtraining besteht (Fleurent-Grégoire et al., 2024). Trotz zunehmender Evidenzlage ist die Prähabilitation zurzeit noch kein fester Bestandteil auf dem Behandlungspfad kardiovaskulärer Patienten vor elektiven Eingriffen. Zudem erfolgt zurzeit keine Kostenübernahme durch die gesetzliche Krankenversicherung. Übergeordnete Ziele der Prähabilitation sind die Reduktion perioperativer Komplikationen, die Steigerung der Patientenzufriedenheit und -selbstständigkeit sowie die Stärkung funktionell eingeschränkter Patienten, um dem Abfall der funktionellen Kapazität nach dem Eingriff präoperativ vorzubeugen (Sonnet, 2024). Es ist anzunehmen, dass vor allem ältere und gebrechliche Patienten von bewegungsbasierten prähabilitativen Maßnahmen profitieren und u.a. auch die Krankenhausverweildauer reduziert werden kann (Steinmetz et al., 2023c). Die aktuelle Evidenz ist zwar vielversprechend, die Aussagefähigkeit wird jedoch durch die hohe Heterogenität der Studien limitiert (Steinmetz et al., 2023c).

Aus onkologischen Prähabilitationsstudien ist bekannt, dass multimodale Konzepte zumindest Bewegungs-, Ernährungstherapie und psychologische Unterstützung umfassen sollten, um wirksam zu sein (Le Roy et al., 2016). Multimodale Prähabilitationsstudien mit kardiovaskulären Patienten vor elektiven Eingriffen sind bisher selten, so dass keine evidenten Schlussfolgerungen hierzu möglich sind - Parallelen zu den onkologischen Kohorten scheinen jedoch naheliegend (Steinmetz et al., 2023c). Abzuwarten bleiben die Ergebnisse der aktuell laufenden Prähabilitationsstudien PRECOVERY (Steinmetz et al., 2023b) und PRÄP-GO (Schaller et al., 2022), die beide durch den Innovationfond des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) gefördert werden.

Bei PRECOVERY handelt es sich um eine randomisierte, kontrollierte, longitudinale, multizentrische, zweiarmige und Assessoren-verblindete Interventionsstudie. Ziel ist es, den Einfluss eines zweiwöchigen multimodalen Prähabilitationsprogramms auf den Gesundheitszustand von Patienten zu untersuchen, die 65 Jahre oder älter sind und bei denen ein elektiver Eingriff am Herzen geplant ist. Primäre Endpunkte sind der Gesundheitszustand gemessen mit Hilfe des Lebensqualitätsfragebogens EQ-5D-5L und die 1-Jahres-Mortalität (Steinmetz et al., 2023b).

PRÄP-GO verfolgt das Ziel, chirurgische Patienten mit Frailty-Syndrom optimal auf den elektiven Eingriff vorzubereiten. Durch eine dreiwöchige Prähabilitation soll das Syndrom im Vorfeld in Rehabilitationseinrichtungen behandelt werden. Primärer Endpunkt ist der Grad der Pflegeabhängigkeit 12 Monate nach dem Eingriff (Schaller et al., 2022). Beide Studien haben ein Finanzierungsvolumen von ca. 14,1 Mio. Euro und belegen, dass die Prähabilitation in den Fokus der Versorgungsforschung in Deutschland gerückt ist (Gemeinsamer Bundesausschuss, Innovationsausschuss & PRÄP-GO; Gemeinsamer Bundesausschuss, Innovationsausschuss & PRECOVERY; Steinmetz et al., 2023c; Schaller et al., 2022).

Es bleibt zu konstatieren, dass die aktuelle Evidenzlage keine eindeutigen Empfehlungen geben kann, welche Maßnahmen in welcher Intensität und in welchem Zeitraum im Rahmen der Prähabilitation durchzuführen sind.

1.3 Übergeordnete Forschungsfragen

Die übergeordneten Forschungsfragen dieser Habilitationsschrift lassen sich in die folgenden drei Kategorien einordnen: „Primärprävention“, „Prähabilitation“ und „Rehabilitationsphase 1-2“.

Kategorie 1 „Primärprävention“:

Der Fokus dieser Kategorie liegt auf der Primärprävention des kognitiven Abbaus im Alter mit besonderer Berücksichtigung der körperlichen Aktivität. Die Forschungsfrage, welche es zu beantworten gilt, lautet wie folgt:

- Welche aktiv selbstbeeinflussbaren Faktoren zur Prävention des kognitiven Abbaus gibt es? (Steinmetz et al., 2024c)

Kategorie 2 „Prähabilitation“:

Diese Kategorie befasst sich mit dem Thema der Prähabilitation vor elektiven Eingriffen am Herzen. Die folgenden Forschungsfragen sollen versucht werden zu beantworten:

- Welche Auswirkungen hat eine bewegungsbasierte Prähabilitation bei Erwachsenen vor elektivem herzchirurgischen Eingriff auf ausgewählte perioperative Parameter? (Steinmetz et al., 2023a)

- Wie viele systematische Reviews mit Metaanalysen gibt es, welche die Auswirkungen einer bewegungsbasierten Prähabilitation untersucht haben und welche Erkenntnisse liefern diese? (Steinmetz et al., 2023c)
- Welche Therapiebausteine werden im Rahmen der bewegungsbasierten Prähabilitation eingesetzt? (Steinmetz et al., 2023c)
- Welche Prähabilitationsstudien werden zurzeit in Deutschland durchgeführt und könnten zukünftig richtungsweisende Erkenntnisse in diesem Themenbereich liefern? (Steinmetz et al., 2023c)
- Führt die Teilnahme an der Prähabilitationsmaßnahme ‚Karl-Heinz' zu einer Verbesserung der Lebensqualität und 1-Jahres Mortalität im Vergleich zur medizinischen Standardversorgung? (Steinmetz et al., 2023b)
- Führt die Teilnahme an der Prähabilitationsmaßnahme ‚Karl-Heinz' zu Verbesserungen der Alltagsfunktion, der körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit, der Angst und Depression und der krankheitsspezifischen Lebensqualität? (Steinmetz et al., 2023b)
- Führt die Teilnahme an der Prähabilitationsmaßnahme ‚Karl-Heinz' im Vergleich zur medizinischen Standardversorgung nach 12 Monaten zu einer Reduzierung der Gesundheitskosten? (Steinmetz et al., 2023b)

Kategorie 3a „Rehabilitationsphase 1":

Die in dieser Kategorie enthaltenen Forschungsfragen beziehen sich primär auf die Machbarkeit und Anwenderfreundlichkeit eines digitalen Sturzpräventionsprogrammes im Setting der geriatrischen Frührehabilitation und lauten wie folgt:

- Ist ein zusätzliches, zweiwöchiges digitales Sturzpräventionsprogramm mit visuellem Feedback im Setting der geriatrischen Frührehabilitation durchführbar? (Durchführbarkeit ist gegeben, wenn 80% der Interventionsgruppe sechs Trainingseinheiten in zwei Wochen absolviert haben) (Steinmetz et al., 2024d)
- Ist die technologiebasierte Plattform „Pixformance" sowohl aus Sicht der Patienten als auch aus Sicht der Anwender nutzbar? (Steinmetz et al., 2024d)
- Kann die Teilnahme an einem zweiwöchigen digitalen Sturzpräventionsprogramm das Sturzrisiko, die Mobilität, die kognitive Leistungsfähigkeit, die Handgriffkraft, die Lebensqualität, Angst und Depression, den Frailty-Status, die funktionelle Unabhängigkeit und die Aktivitäten des täglichen Lebens der Patienten im Vergleich zu einer retrospektiven Vergleichskohorte verbessern? (Steinmetz et al., 2024d)

Kategorie 3b „Rehabilitationsphase 2“:

Alle in dieser Kategorie enthaltenen Daten wurden im Setting der stationären kardiologischen Rehabilitation erhoben. Es galt in erster Linie, den Frailty- und Sarkopenie-Status der in PRECOVERY eingeschlossenen Kohorte zum Zeitpunkt des Rehabilitationsaufenthaltes zu eruieren.

- Eignet sich die Clinical Frailty Scale für die Beurteilung von Frailty in der kardiologischen Rehabilitation? (Steinmetz et al., 2024b)
- Besteht ein Zusammenhang zwischen der Clinical Frailty Scale und der funktionellen Kapazität als auch den Aktivitäten des täglichen Lebens? (Steinmetz et al., 2024b)
- Besteht ein Zusammenhang zwischen der Clinical Frailty Scale und klinischen Parametern? (Steinmetz et al., 2024b)
- Führt die Teilnahme an einer stationären kardiologischen Rehabilitation nach einem Eingriff am Herzen zu einer Verbesserung des Sarkopenie-Status drei Monate nach der Eingangsuntersuchung? (Steinmetz et al., 2024a)
- Wie hoch ist die Prävalenz der Sarkopenie in der PRECOVERY-Kohorte zum Zeitpunkt der stationären kardiologischen Rehabilitation? (Steinmetz et al., 2024a)
- Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Sarkopenie-Status und der funktionellen Kapazität zu Studienbeginn? (Steinmetz et al., 2024a)

2 ZUSAMMENFASSUNG UND INHALTLICHE EINORDNUNG DER INKLUDIERTEN ORIGINALARBEITEN

Die inkludierten Artikel stellen alle einen Bezug zur bewegungsbasierten Interventionsforschung in der Primärprävention und zu verschiedenen Zeitpunkten während des Behandlungspfades von Patienten mit kardiovaskulären und geriatrischen Krankheitsbildern dar (siehe Abb. 1). Neben zwei narrativen Reviews und einem systematischen Review mit Metaanalyse wurde ebenfalls eine Kohortenbeobachtungs-, eine Querschnitts- als auch eine Machbarkeitsstudie durchgeführt. Zudem ist ein multimodales Behandlungsmanual basierend auf der aktuellen Studienlage ausgearbeitet worden und als „Additional file“ zum Studienprotokoll einer randomisierten, kontrollierten, longitudinalen, multizentrischen, zweiarmigen und Assessoren-verblindeten Prähabilitationsstudie veröffentlicht worden. Die PRECOVERY Studie ist noch nicht abgeschlossen (PRECOVERY Homepage: https://herzzentrum.umg.eu/precovery/).

Hinweis: Bei allen Analysen wurde ein $p < 0,05$ als statistisch signifikant angesehen.

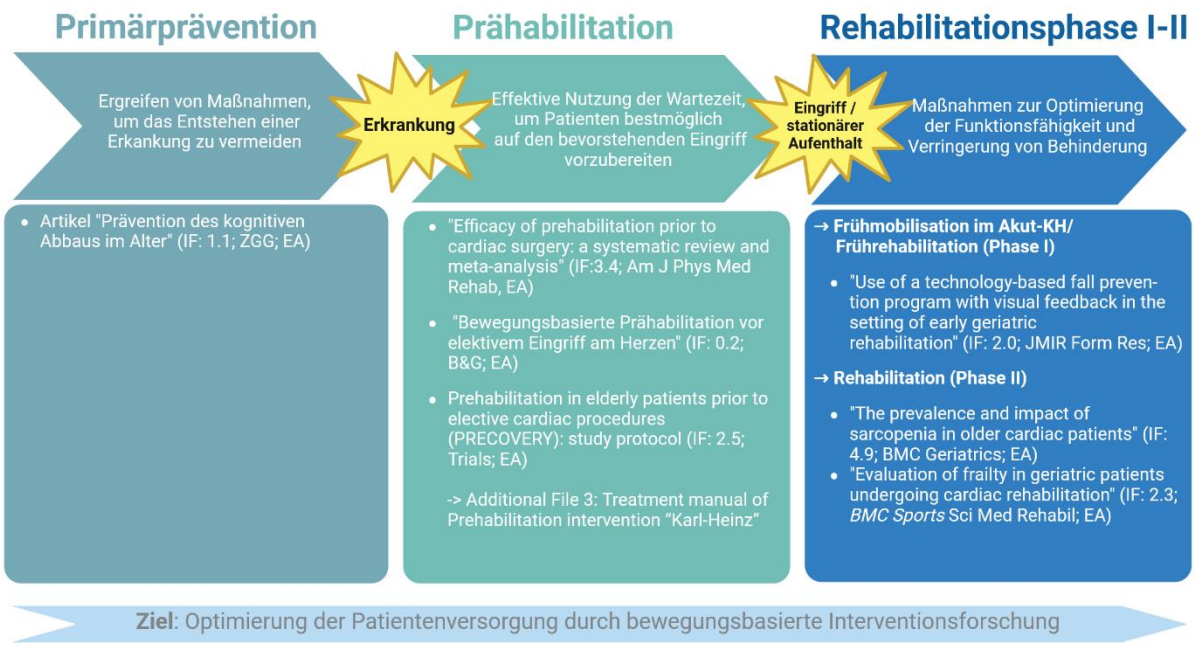

Abb. 1: Darstellung des übergeordneten Konzeptes der in dieser Habilitationsschrift enthaltenen Artikel

Abkürzungen: IF, Impact Factor; ZGG, Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie; EA, Erstautorenschaft; Am J Phys Med Rehab, American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation; B&G, Bewegungstherapie und Gesundheitssport; KH, Krankenhaus; JMIR Form Res, Journal of Medical Internet Research Formative Research; BMC, BioMed Central; Sports Sci Med Rehabil, Sports Science, Medicine and Rehabilitation

2.1 Prävention des kognitiven Abbaus im Alter

Steinmetz, C., Schnieder, M., Heinemann, S., Linke, A. & Arnim, C. A. F. von (2024). Prävention des kognitiven Abbaus im Alter: Ausgewählte primärpräventive Ansätze [Prevention of cognitive decline in old age: Selected primary preventive approaches]. Z Gerentol Geriat. Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.1007/s00391-024-02337-w

Der thematische Schwerpunkt des Artikels „Prävention des kognitiven Abbaus im Alter: Ausgewählte primärpräventive Ansätze“ ist in der Primärprävention verortet (siehe Abb. 1).

In diesem narrativen Review wurden primärpräventive Lebensstilempfehlungen für das mittlere Lebensalter zur Prävention des kognitiven Abbaus zusammengefasst. Intention für diesen Übersichtsartikel war die Tatsache, dass die Anzahl von Menschen mit dementiellen Erkrankungen stetig steigt und dass es trotz Forschungsfortschritten als auch neuen Therapien für die meisten Demenzerkrankungen keine Heilung gibt. Hochrechnungen aus Metaanalysen ergaben, dass ca. 40 % der Demenzrisikofaktoren modifizierbar sind und eine drohende Demenz durch entsprechende Interventionen potenziell vermieden oder verzögert werden kann. Umso wichtiger erscheint die Prävention. Hier ist die Evidenzlage allerdings nicht eindeutig. Die körperliche Aktivität bildet eine von vielen weiteren in diesem Artikel vorgestellten aktiv selbstbeeinflussbaren Faktoren zur Prävention des kognitiven Abbaus.

Die übergeordnete Forschungsfrage lautete „Welche aktiv selbstbeeinflussbaren Faktoren zur Prävention des kognitiven Abbaus gibt es und wie ist die aktuelle Evidenzlage?“

Basis für die Beantwortung der Forschungsfrage bildeten die WHO Leitlinie zur Risikoreduktion des Abbaus kognitiver Funktionen und Demenz (2019), die systematische Übersichtsarbeit mit Metaanalyse zu dem Thema „Evidence-based prevention of Alzheimer’s disease“ von Yu et al. (2020) und der Report der Lancet-Kommission „Dementia prevention, intervention, and care“ von Livington et al. (2020). Ergänzend dazu bildet die S3-Leitlinie Demenzen eine evidenz- und konsensusbasierte Grundlage zu Diagnostik, Therapie und Prävention von Demenzerkrankungen (*DGN e. V. & DGPPN e. V. (Hrsg.) S3-Leitlinie Demenzen, Version 4.0, 28.11.2023).*

Die narrative Literaturübersicht ergab, dass zu den selbst beinflussbaren Faktoren regelmäßige körperliche und kognitive Aktivität, Behebung von bestehender Schwerhörigkeit, ausgewogener Schlaf, ausreichende soziale Kontakte oder soziales Engagement, Tabakkonsumverzicht und Alkoholkonsum ≤ 21 Einheiten pro Woche (Hinweis: eine Einheit entspricht 10 ml oder 8 g purem Alkohol; ein Glas Wein 175 ml = 2,4 Einheiten; ein Glas Bier 568 ml = 3,0 Einheiten) sowie eine ausgewogene mediterrane Ernährungsweise zählen. Bemerkenswert ist in diesem

Kontext die Evidenzlage zur körperlichen Aktivität. Langzeitbeobachtungsstudien belegen den negativen Zusammenhang zwischen regelmäßiger körperlicher Aktivität und dem Auftreten einer Demenz (Livingston et al., 2017; Sofi et al., 2011; Zotcheva et al., 2018). Die Ergebnisse einer Metaanalyse (n = 33.816, Follow-up 1 bis 12 Jahre) zeigen, dass regelmäßige körperliche Aktivität einen signifikanten protektiven Effekt auf den kognitiven Abbau hat, wobei ein hoher Umfang an körperlicher Aktivität den größten präventiven Schutz bietet („hazard ratio" [HR] 0,62, 95 %-Konfidenzintervall 95 %-KI 0,54–0,70) (Sofi et al., 2011). Die Ergebnisse der norwegischen HUNT-Studie (n = 28.916, Follow-up 25 Jahre) belegen, dass sogar eine einmal pro Woche absolvierte körperliche Aktivität mit moderater bis intensiver Intensität ausreicht, um das Demenzrisiko um 19% zu reduzieren (Zotcheva et al., 2018). Eine weitere Metaanalyse (n = 40,4840, Follow-up 9 bis 14 Jahre) zeigt, dass aktive Personen im Vergleich zu Personen, die 10 Jahre vor der Diagnosestellung inaktiv waren, seltener eine Demenz oder Alzheimer-Erkrankung entwickelten (Kivimäki et al., 2019). Bislang ist die „Finnish Geriatric Intervention Study to Prevent Cognitive Impairment and Disability" (FINGER) die wesentliche Studie, die eine Verbesserung kognitiver Leistungen nach multimodalem, präventivem Training belegen konnte. Patienten mit erhöhtem kardiovaskulären Risikoprofil haben über zwei Jahre an einer umfassenden Intervention, bestehend aus körperlichem und kognitiven Training, Ernährungsberatung und optimaler Einstellung kardiovaskulärer Risikofaktoren, teilgenommen (Ngandu et al., 2015).

Durch die Übersichtsarbeit konnte gezeigt werden, dass einige aktiv selbst beinflussbare Faktoren existieren, um dem kognitiven Abbau im Alter bereits im mittleren Lebensalter entgegenzuwirken. Die körperliche Aktivität stellt einen dieser selbst beinflussbaren Lebensstillfaktoren dar. Es gilt die WHO-Empfehlungen für Erwachsene zur regelmäßigen körperlichen Aktivität einzuhalten (WHO, 2020), um einen Effekt zur Prävention dementieller Erkrankungen zu erzielen.

2.2 Efficacy of prehabilitation prior to cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis

Steinmetz, C., Bjarnason-Wehrens, B., Walther, T., Schaffland, T. F. & Walther, C. (2023). Efficacy of Prehabilitation Before Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Phys Med Rehabil, 102(4), 323–330. https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002097

Der Artikel ist der in Abb. 1 dargestellten "Prähabilitation" zuzuordnen. Durchgeführt wurde eine systematische Literaturrecherche mit Metaanalyse zum Thema „Auswirkungen der bewegungsbasierten Prähabilitation bei Erwachsenen vor elektivem herzchirurgischen Eingriff". Die

Intention zu dieser Übersichtarbeit war, dass es kein aktuelles Review in diesem Bereich gab, welches lediglich die bewegungsbasierten Interventionen adressiert. Die meisten Übersichtarbeiten betrachteten multimodale Programme inklusive beispielsweise Atemtherapie oder rein edukativen präoperativen Interventionen (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014; Yau et al., 2021). Aufgrund der Studienheterogenität konnte in diesen Arbeiten oftmals keine Metaanalyse durchgeführt und nur wenig eindeutige Schlussfolgerungen gezogen werden. Evident zum Zeitpunkt der Erstellung der Übersichtarbeit war, dass die Prähabilitation vor einem herzchirurgischen Eingriff mit einer postoperativen verkürzen Beatmungszeit, einem geringeren Risiko für postoperative pulmonalen Komplikationen und einer verkürzten Krankenhausverweildauer verbunden ist (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014; Yau et al., 2021).

Die Hauptforschungsfrage zum primären Endpunkt lautete „Welche Auswirkungen hat eine bewegungsbasierte Prähabilitation bei Erwachsenen vor elektivem herzchirurgischen Eingriff auf die prä- und postoperative körperliche Funktionalität gemessen anhand der 6-Minuten Gehstrecke, dem Timed up and Go Test, dem 5-Meter Gaitspeed Test und der Short Physical Performance Battery?“. Sekundäre Endpunkte bezogen sich auf den postoperativen Regenerationsstatus (Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation, Tage des gesamten Krankenhausaufenthaltes, Zeit bis zur Extubation und postoperative Komplikationen, wie Pneumonie, Atelektasen und Vorhofflimmern), kardiovaskuläre Ereignisse, die prä- und postoperative Lebensqualität, die körperliche Belastbarkeit (VO_{2peak}, $Watt_{max}$) und die Kosteneffektivität.

Um die Fragen beantworten zu können wurden die folgenden drei Datenbanken durchsucht „MEDLINE“, „CENTRAL“ und „CINHAL“.

Die Suche ergab 1477 Treffer, sechs Artikel davon wurden letztendlich in die Übersichtsarbeit mit Metaanalyse inkludiert. Es konnte gezeigt werden, dass die Teilnahme an einer bewegungsbasierten Prähabilitation vor einem herzchirurgischen Eingriff signifikant postinterventionell (+75,36 m) und postoperativ (+30,54 m) die 6-Minuten-Gehstrecke verbessert als auch die Krankenhausverweildauer signifikant um einen Tag reduziert im Vergleich zu einer nicht-trainierenden Kontrollkohorte (siehe Abb. 2). Ebenso konnte gezeigt werden, dass das Risiko von postoperativem Vorhofflimmern bei Patienten, die 65 Jahre oder jünger sind, im Vergleich zur gleichaltrigen Kontrollpersonen um 66% signifikant reduziert ist (siehe Abb. 3).

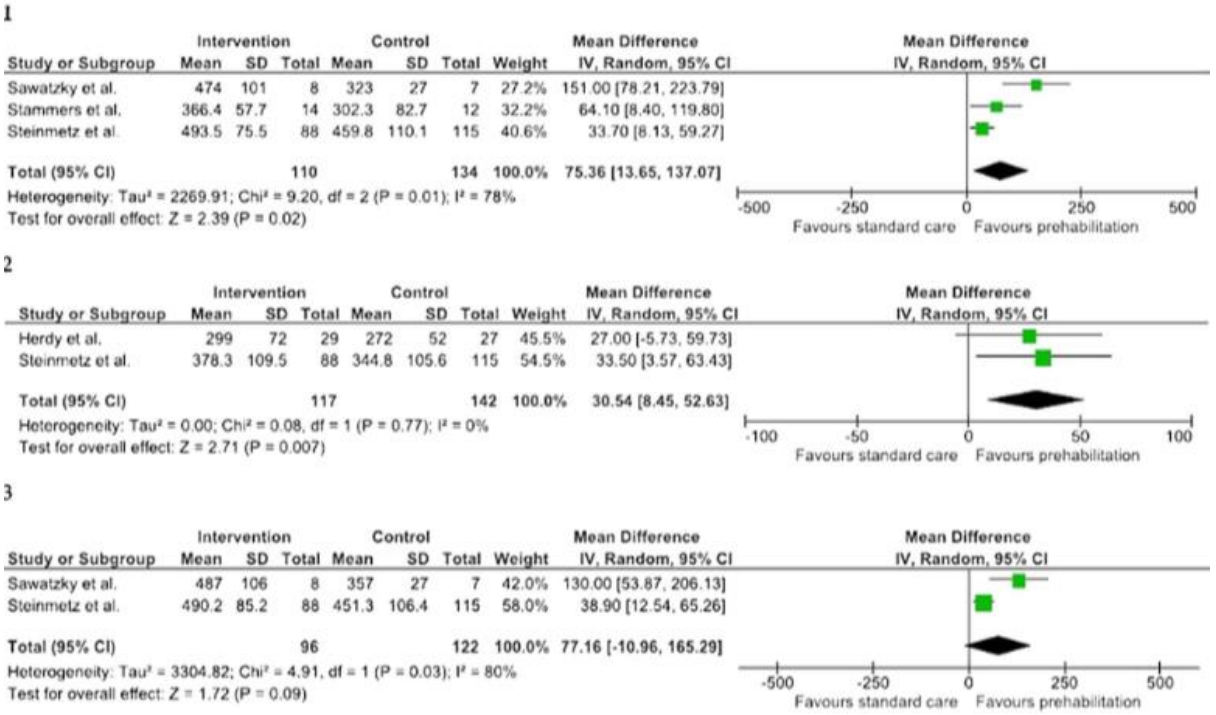

Abb. 2: 1: Forest plot des Effekts der Prähabilitation gegenüber der Standardbehandlung auf die 6-Minuten-Gehstrecke (6MWD) nach der Intervention; 2: Forest plot des Effekts der Prähabilitation gegenüber der Standardbehandlung auf die 6MWD nach der Operation; 3. Forest plot des Effekts der Prähabilitation gegenüber der Standardbehandlung auf die 6MWD im Follow-up.

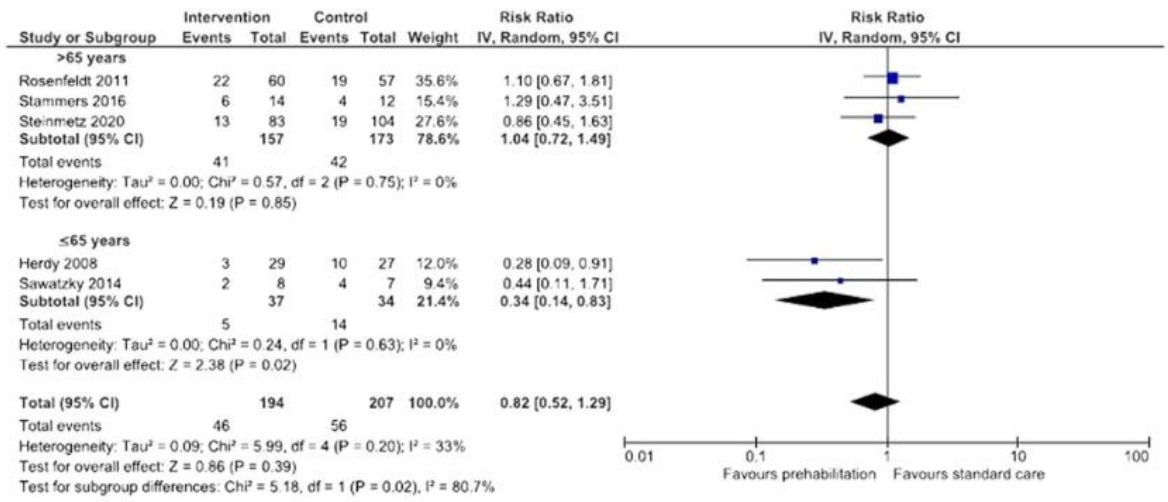

Abb. 3: Forest Plot des Effekts der Prähabilitation gegenüber der Standardbehandlung auf das postoperative Vorhofflimmern mit Subgruppenanalyse nach Alter dichotomisiert auf 65 Jahre

In dieser Metaanalyse konnten signifikante Verbesserungen der postinterventionellen sowie der postoperativen körperlichen Funktionalität gemessen anhand der 6-Minuten Gehstrecke durch eine bewegungsbasierte Prähabilitation nachgewiesen werden. Darüber hinaus zeigten die Prähabilitationsteilnehmenden im Vergleich zur nicht-trainierenden Kontrollkohorte eine sig-

nifikante Verringerung der Krankenhausverweildauer. Die Auswirkung eines bewegungsbasierten Prähabilitationsprogramms auf Vorhofflimmern oder die perioperative Mortalität bleibt unklar. Eine Subgruppenanalyse zeigte eine signifikante Verringerung des Risikos von Vorhofflimmern bei Patienten bis 65 Jahre, jedoch nicht bei Patienten über 65 Jahre. Es sind qualitativ hochwertige Studien erforderlich, um die Auswirkungen der bewegungsbasierten Prähabilitation auf die postoperative Genesung und die Lebensqualität zu bewerten.

2.3 Prähabilitation vor elektiven Eingriffen am Herzen: ein Überblick

Steinmetz, C., Bjarnason-Wehrens, B., Roth, K., Walther, C., Sadlonova, M., von Arnim, C. A. F. & Schmidt, T. (2023). Bewegungsbasierte Prähabilitation vor elektiven Eingriffen am Herzen: ein Überblick. B&G, 39(03), 91–97. https://doi.org/10.1055/a-2061-2633

Auch dieser Artikel ist im Bereich der „Prähabilitation" verankert (siehe Abb. 1). Durchgeführt wurde ein narratives Review zum Thema „Bewegungsbasierte Prähabilitation vor elektiven Eingriffen am Herzen". Durchsucht wurden die Datenbanken PubMed (Medline), Cochrane Database und Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL) auf aktuelle systematische Übersichtsarbeiten mit Metaanalysen randomisierter kontrollierter Studien. Voraussetzungen für den Einschluss war ein bewegungsbasierter Bestandteil der Prähabilitation als auch ein bevorstehender geplanter Eingriff am Herzen.

Intention dieses Übersichtsartikels war es, einen aktualisierten Überblick über die Studienlage zu verschaffen, denn die Literatursuche des systematischen Reviews mit Metaanalyse war bereits drei Jahre alt (Steinmetz et al., 2023a). Hinzu kam, dass zu diesem Zeitpunkt kein deutschsprachiges narratives Review in diesem Themengebiet existierte.

Die Forschungsfragen dieser deutschsprachigen Übersichtsarbeit lauteten:

- „Wie viele systematische Reviews mit Metaanalysen untersuchten die Wirkung der bewegungsbasierten Prähabilitation vor Eingriff am Herzen?"
- „Welche Therapiebausteine werden im Rahmen der bewegungsbasierten Prähabilitation eingesetzt?"
- „Welche Erkenntnisse liefern die zurzeit existierenden systematischen Reviews mit Metaanalysen, welche die Wirkung der bewegungsbasierten Prähabilitation vor Eingriff am Herzen untersucht haben?"
- „Welche Prähabilitationsstudien werden zurzeit in Deutschland durchgeführt und könnten zukünftig richtungsweisende Erkenntnisse in diesem Themenbereich liefern?"

Insgesamt existierten zum Zeitpunkt der Recherche fünf systematische Übersichtarbeiten mit Metaanalysen, die zwischen 2012 und 2022 publiziert wurden (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014; Steinmetz et al., 2023a; Yau et al., 2021). Analysiert wurden die Ergebnisse von 27 randomisierten kontrollierten Studien mit insgesamt 3303 Patienten.

In den Einzelstudien wurde am häufigsten der Therapiebaustein „Atemtherapie“ (15 Studien) und die Vermittlung von edukativen Inhalten (10 Studien) als Prähabilitationsmaßnahme eingesetzt. Seltener durchgeführt wurden bisher ein strukturiertes Ausdauertraining (7 Studien) oder Gymnastikeinheiten, wie z. B. Dehnübungen, Koordinationsübungen, kräftigenden Übungen mit dem eigenen Körpergewicht oder Kleingeräten (6 Studien). Das Krafttraining an Geräten wurde im prähabilitativen Kontext noch nicht eingesetzt.

Tab. 1 gibt eine Übersicht der fünf inkludierten systematische Übersichtarbeiten mit Metaanalysen.

Tab. 1: Darstellung der wichtigsten Inhalte und Ergebnisse aktueller Übersichtsarbeiten mit Metaanalysen zum Thema bewegungsbasierte Prähabilitation vor einem elektiven Eingriff am Herzen

Autor (Jahr)	Inkludierte Studien (Anzahl Patient * inen)	Operation/Eingriff	Berechnete Parameter in der Metaanalyse (Anzahl Studien)	Therapeutische Interventionen (Anzahl Studien)	Ergebnisse mit signifikanten Gruppenunterschieden
Steinmetz (2022) [15]	6 (n = 665)	Aortokoronare Bypass-Operation/ Herzklappenoperation	▪ Krankenhausverweildauer (6) ▪ Verweildauer auf Intensivstation (4) ▪ Mortalität perioperativ (2) ▪ Postoperative Komplikationen – Vorhofflimmern (5) – Schlaganfall (2) – Pneumonie (2) – Atelektase (2) – Pleuraerguss (2) ▪ 6-Minuten-Gehstrecke – Nach der Intervention (3) – Bei Krankenhausentlassung (2) – Bei Follow-Up-Untersuchung (2)	▪ Edukation (2) ▪ Atemtraining (2) ▪ Ausdauertraining (5) ▪ Gymnastik (4)	▪ Krankenhausverweildauer (Tage) MD: -1,00 (-1,78– -0,23) ▪ Risiko für postoperatives Vorhofflimmern bei Patient*innen ≤ 65 Jahre RR: 0,34 (0,14–0,83) ▪ 6-Minuten-Gehstrecke nach der Intervention (Meter) MD: 75,36 (13,65–137,07) ▪ 6-Minuten-Gehstrecke bei Krankenhausentlassung (Meter) MD: 30,5 (8,5–52,6)
Yau (2021) [16]	7 (n = 726)	Aortokoronare Bypass-Operation/ Herzklappenoperation	▪ Krankenhausverweildauer (4) ▪ Verweildauer auf Intensivstation (5) ▪ Mortalität perioperativ (4) ▪ Postoperative Komplikationen – Vorhofflimmern (4) – Schlaganfall (2) – Pneumonie (2) – Atelektase (2) ▪ Lebensqualität (2) ▪ Anmeldung zur postoperativen kardialen Rehabilitation (2)	▪ Edukation (4) ▪ Atemtraining (2) ▪ Ausdauertraining (4) ▪ Gymnastik (4)	▪ Krankenhausverweildauer (Tage) MD: -0,66 (-1,29 bis -0,03)
Marmelo (2018) [18]	8 (n = 946)	Aortokoronare Bypass-Operation/ Herzklappenoperation	▪ Krankenhausverweildauer (8) ▪ Mechanische Beatmungszeit (4)	▪ Edukation (1) ▪ Atemtraining (6)	▪ Rückgang an postoperativen Komplikationen OR: 0,41 (0,28–0,62)
Snowdon (2014) [19]	17 (n = 2689)	Aortokoronare Bypass-Operation/ Herzklappenoperation	Berechnungen für alle Interventionen gemischt ▪ Krankenhausverweildauer (10) ▪ Verweildauer auf Intensivstation (3) ▪ Mechanische Beatmungszeit (4) ▪ Postoperative Komplikationen – Pulmonale Komplikationen (6) Berechnungen für Studien mit Edukation ▪ Krankenhausverweildauer (3) ▪ Mechanische Beatmungszeit (2) ▪ Postoperative Komplikationen – Pulmonale Komplikationen (2) Berechnungen für Studien mit Atemtraining ▪ Krankenhausverweildauer (2) ▪ Postoperative Komplikationen – Pulmonale Komplikationen (3) Berechnungen für Studien mit multimodalen Interventionen ▪ Krankenhausverweildauer (4)	▪ Edukation (8) ▪ Atemtraining (7) ▪ Ausdauertraining (3) ▪ Gymnastik (3)	Effekte für alle Interventionen gemischt: ▪ Krankenhausverweildauer (Tage) bei Patient*innen ≥ 63 Jahre MD: -1,32 (-2,36– -0,28) ▪ Risiko für postoperative pulmonale Komplikationen RR: 0,39 (0,23–0,66) Keine signifikanten Gruppenunterschiede Effekte für Studien mit Atemtraining ▪ Risiko für postoperative pulmonale Komplikationen RR: 0,42 (0,21–0,82) ▪ Krankenhausverweildauer (Tage) MD: -2,1 (-3,4– -0,76) Keine signifikanten Gruppenunterschiede
Hulzebos (2012) [17]	8 (n = 856)	Aortokoronare Bypass-Operation/ Herzklappenoperation	▪ Krankenhausverweildauer (3) ▪ Gesamtmortalität (3) ▪ Mechanische Beatmungszeit (2) ▪ Postoperative Komplikationen – Atelektase (4) – Pneumonie (5)	▪ Atemtraining (6) ▪ Ausdauertraining (2) ▪ Gymnastik (1)	▪ Krankenhausverweildauer (Tage) MD: -3,21 (-5,73– -0,69) ▪ Risiko für postoperative Pneumonie RR: 0,45 (0,24–0,83)

MD: mittlere Differenz; OR: Odds-Ratio (Chancenverhältnis); RR: relatives Risiko.

Die Ergebnisse zeigen eine perioperative Steigerung der funktionellen Kapazität gemessen anhand der 6-Minuten-Gehstrecke (nach der Intervention: MD 75,36 m (13,65–137,07 m); bei Krankenhausentlassung: MD 30,5 m (8,5–52,6 m)) (Steinmetz et al., 2023a). Sie belegen zudem, dass durch die Maßnahme eine signifikant verkürzte Krankenhausverweildauer (MD -0,66 d– -3,21 d) (Marmelo et al., 2018; Steinmetz et al., 2023a; Yu et al., 2020) und eine signifikante Reduktion postoperativer Komplikationen (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014; Steinmetz et al., 2023a), wie Vorhofflimmern (bei Patient ≤ 65 Jahre; RR 0,34 (0,14–0,83)) (Steinmetz et al., 2023a) und pulmonale Komplikationen (RR 0,39–0,45) (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014) erzielt werden können.

Die derzeitigen Erkenntnisse sind vielversprechend und belegen die Machbarkeit und Effektivität der präoperativen Interventionen mit bewegungsbasiertem Schwerpunkt.

2.4 Prehabilitation in elderly patients prior to elective cardiac interventions (PRECOVERY): study protocol for a randomized, controlled, longitudinal, multicenter, 2-arm, outcome assessor-blinded trial; Additional file 3: Treatment manual of Prehabilitation intervention ‚Karl-Heinz'

Carolin Steinmetz†, Stephanie Heinemann†, Ingo Kutschka, Gerd Hasenfuß, Thomas Asendorf, Bjoern Andrew Remppis, Ernst Knoglinger, Clemens Grefe, Johannes Maximilian Albes, Hassina Baraki, Christian Baumbach, Susanne Brunner, Susann Ernst, Wolfgang Harringer, Dirk Heider, Daniela Heidkamp, Christoph Herrmann-Lingen, Eva Hummers, Thom-as Kocar, Hans-Helmut König, Simone Krieger, Andreas Liebold, Andreas Martens, Marcus Matzeder, Friedrich Mellert, Christiane Müller, Miriam Puls, Nils Reiss, Martin Schikora, Thomas Schmidt, Martin Vestweber, Monika Sadlonova†, Christine A. F. von Arnim† and PRECOVERY investigators. (2023). Prehabilitation in older patients prior to elective cardiac procedures (PRECOVERY): study protocol of a multicenter randomized controlled trial. Trials, 24(1), 533. https://doi.org/10.1186/s13063-023-07511-w

†Die Autoren trugen gleichermaßen zu dieser Arbeit bei

Das Studienprotokoll „Prehabilitation in older patients prior to elective cardiac procedures (PRECOVERY): study protocol of a multicenter randomized controlled trial" als auch das dazugehörige Behandlungsmanual „Treatment manual of Prehabilitation intervention "Karl-Heinz". Basic medical-therapeutic concept" sind ebenfalls dem Bereich der "Prähabilitation" aus Abb. 1 untergeordnet. Bei dieser Publikation handelt es sich um das Studienprotokoll der PRECOVERY Studie. PRECOVERY ist das Akronym für „**Pre**habilitation: ‚Karl-Heinz' mit

Schwerpunkt auf **c**ardiale und k**o**gniti**v**e Funktionen vor Eingriffen am H**er**zen: eine Anal**y**se des Gesundheitszustands“. PRECOVERY ist eine randomisierte, kontrollierte, zweiarmige, Outcome-Assessor blinde, multizentrische Interventionsstudie, welche zurzeit durchgeführt wird. ‚Karl-Heinz‘ bezeichnet die Studienintervention der Prähabilitation und steht für "**K**ognitiv & k**ar**diale Prehabi**l**itation vor **Her**z**i**nterventionen“.

Die durch den G-BA mit 5,3 Millionen Euro finanzierte Studie hat zum Ziel, den Gesundheitszustand von herzkranken Patienten im Alter von ≥ 65 Jahren durch eine gezielte und ganzheitliche Vorbereitung auf einen Eingriff am Herzen langfristig zu verbessern.

Im Rahmen dieser Interventionsstudie soll die neue Versorgungsformen der multimodalen Prähabilitation ‚Karl-Heinz‘ vor elektivem Eingriff am Herzen überprüft werden. Die Rekrutierung der Patienten erfolgt an neun Kliniken in Brandenburg, Niedersachsen und Baden-Württemberg. Die zweiwöchige, stationäre Prähabilitation findet in acht Rehabilitationseinrichtungen in Baden-Württemberg, Brandenburg, Hessen und Niedersachsen statt. Bis Ende März 2024 sollen 422 Patienten eingeschlossen werden. Erste Ergebnisse werden im Oktober 2026 erwartet. Der aktuelle Rekrutierungsstand liegt bei N = 327 (Stand: 04.12.2024).

Eingeschlossen werden können nur Patienten mit bevorstehenden geplanten Eingriffsarten, welche die in Tab. 2 abgebildeten OPS Codes (OPS, operation and procedure codes) beinhalten.

Tab. 2: Erläuterung der übersetzten OPS-Codes

OPS Code and Procedure
5–35: Operations on heart valves and septa as well as on vessels close to the heart
5–351: Replacement of heart valves with prostheses
5–352: Change of heart valve prostheses
5–353: Valvuloplasty
5–354: Other operations on heart valves
5-35a: Minimally invasive surgery on heart valves
5–36: Coronary artery surgery
5–360: Desobliteration (endarterectomy) of coronary arteries
5–361: Creating an aortocoronary bypass
5–362: Creating an aortocoronary bypass using minimally invasive technique
5–363: Other revascularization of the heart

Abbreviations OPS **operation and procedure codes**

Weitere Ein- und Ausschlusskriterien sind Tab. 3 zu entnehmen.

Tab.3: Darstellung der Ein- und Ausschlusskriterien der PRECOVERY Studie

Inclusion criteria
Age ≥ 75 years
Planned elective cardiac procedure (OPS: 5–351 to 354, 5-35a, 5–360 to 363)
Sufficient independence, ability to care for self and participate in prehabilitation
Insurance status of all patients from Lower Saxony to patients of AOK (public health insurance provider)
Ability to give consent
Willingness to participate voluntarily in the study after informed consent with signed consent form
Ability to speak, read, and understand German
Exclusion criteria
Lack of capacity to consent
Katz index 0
Need for treatment in an acute care hospital
Severe dementia or severe mental disorders, acute delirium
Diagnosis of acute alcohol or drug abuse
Unstable angina pectoris
Heart failure, NYHA IV
Myocarditis, hypertrophic obstructive cardiomyopathy, main stem stenosis ≥ 80%
Severe refractory cardiac arrhythmias
Recent aortic dissection
Peripheral arterial occlusive disease stage ≥ III according to Fontaine
Symptomatic carotid stenosis or carotid stenosis requiring therapy
Renal insufficiency requiring dialysis
Hepatic insufficiency, child B and child C
Advanced (metastasized) oncological disease
Neurological, orthopedic or rheumatic comorbidities that militate against physical training
Participation in another intervention study (participation in registry studies is allowed)

Abbreviations ***OPS*** **operation and procedure codes,** ***NYHA*** **New York Heart Association**

Alle eingeschlossenen Patienten werden mittels Blockrandomisierung 1:1 entweder der Interventions- oder Kontrollgruppe zugeteilt. Die Interventionsgruppe erhält vor dem elektiven Eingriff eine zweiwöchige Prähabilitationsmaßnahme bestehend aus sieben verschiedenen Modulen (u.a. Sport- und Bewegungstherapie, Ergotherapie, Kognitionstraining, Psychologische Therapie; siehe Tab. 4). Details hierzu werden im Kapitel 2.4.1 näher erläutert. Die Kontrollgruppe erhält die medizinische Standardbehandlung.

Tab. 4: Überblick der PRECOVERY Mindestanforderungen der „Karl-Heinz"-Intervention

Form of therapy	Minimum of requirements
(1) Sports and exercise therapy	Scope: 1 active unit per day (5 × per week) of 30 min each
	Content: endurance, strength/flexibility, coordination training
(2) Breathing therapy	Scope: 3 times per week of 30 min each
	Content: Group setting with daily self-training
(3) Occupational therapy	Scope: 2 times per week of 30 min each
	Content: see exercise therapy plus tips for the sustainability of prehabilitation
(4) Cognitive training	Scope: 2 times per week of 30 min each
	Content: attention and concentration training
(5) Psychosocial intervention	Scope: 2 times during prehabilitation period
	Content: Delirium education, preparation for surgery inclusive procedures in the hospital and PMR
(6) Disease-specific education	Scope: 3 units in the prehabilitation period, video training if necessary
	Content: sleep, nutrition, exercise, risk factors, mindfulness, social counseling
(7) Informative talks with relatives	Scope: 1 time during the prehabilitation period
	Content: see treatment manual in the additional file 3

Insgesamt gibt es sechs Erhebungszeitpunkte (siehe PRECOVERY Flow Chart in Abb. 4) an denen verschiedene Assessments (siehe Tab. 5) erhoben werden.

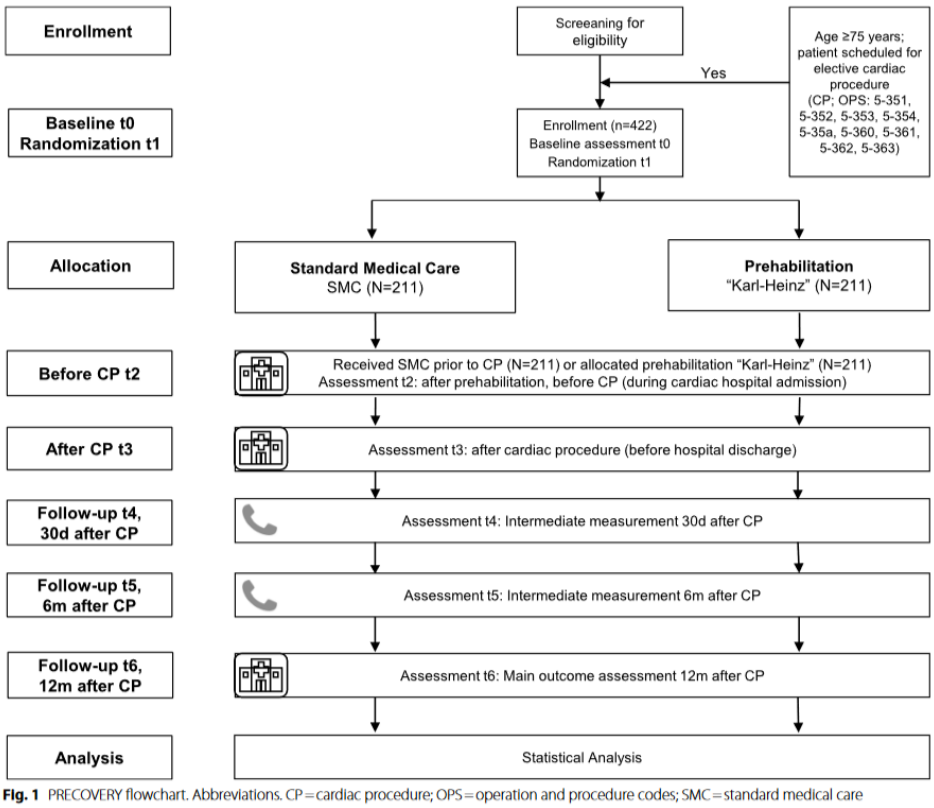

Fig. 1 PRECOVERY flowchart. Abbreviations. CP = cardiac procedure; OPS = operation and procedure codes; SMC = standard medical care

Abb. 4: Darstellung des PRECOVERY Flow Charts

Der kombinierte primäre Endpunkt besteht aus der Lebensqualität gemessen anhand des EQ-5D-5L Fragebogens nach 12 Monaten als auch der 1-Jahres Mortalität. Zu den sekundären Endpunkten zählen die Alltagsaktivität (Katz-Index), körperliche (Short Physical Performance Battery) und kognitive Leistungsfähigkeit (MoCa-Fragebogen), krankheitsspezifische Lebensqualität (HeartQol), Angst und Depression (HADS-Fragebogen) als auch die Gesundheitskosten (Routinedaten der AOK und FIMA-Fragebogen) nach 12 Monaten.

In PRECOVERY wird die Gesundheitskostenanalyse durch Gesundheitsökonomen des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (UKE) in Kooperation mit der AOK Niedersachsen und AOK Baden-Württemberg durchgeführt. Eine exakte Analyse der entstandenen Kosten kann anhand der Routinedaten der AOKen ermittelt werden. Ergänzend dazu führt das Team der Allgemeinmedizin der Universitätsmedizin Göttingen eine Prozessevaluation durch, um herauszufinden, was im Falle einer Implementierung optimiert werden sollte. Hierzu werden u.a. Patienten, Angehörige, involviertes Studienpersonal und behandelnde Ärzte befragt. Vor dem Studienstart haben alle PRECOVERY-Konsortialpartner einen Selektivvertrag unterzeichnet, so dass nach positiver Evaluation die Prähabilitation unmittelbar nach Studienabschluss in die Versorgung von AOK-Versicherten überführt werden kann.

Tab. 5: Übersicht der in PRECOVERY durchgeführten Assessments zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten

Time point	t0 (Screening)	t1 (Randomization/ Baseline)	t2 (Before CP)	t3 (After CP)	t4 (30 days after CP)	t5 (6 months after CP)	T6 (12 months after CP)
Inclusion/Exclusion criteria	x						
Informed consent, enrollment, allocation	x						
Medical history, social demographics		x					
Primary Outcomes							
EQ-5D-5L (QoL)		x	x	x	x	x	x
1-year mortality							x
Secondary Outcomes							
Katz Index (daily activity)		x	x	x	x	x	x
SPPB (physical performance)		x	x				x
MoCa (mental performance)		x	x				x
HeartQoL (disease-specific QoL)		x	x		x	x	x
HADS (anxiety and depression)		x	x		x	x	x
Other Outcomes							
30-day mortality					x		
Hand grip strength (frailty)		x	x				x
6-min walk test (functional capacity)		x	x				x
BIA (body composition)		x	x				x
MNA (frailty, malnutrition)		x	x				x
PSQI (sleep quality)		x	x				x
Maastricht questionnaire (vital exhaustion)		x	x		x		x
UCLA Loneliness Scale (loneliness)		x			x		x
SMI (memory impairment)		x	x		x	x	x
CFS (frailty)		x	x	x			x
Pre- and post-procedure complications				x			
Length of stay in intensive and normal care				x			
Institutionalization/dependence on care		x	x	x	x	x	x
ATS scale (dyspnea)		x	x	x	x	x	x
SWE scale (general self-efficacy)		x			x	x	x
HFK (patients' satisfaction with hospital stay)				x			
LOT-R (optimism)		x	x				
IPQ-B (illness perception)		x	x				x
TEX-Q (treatment expectancy)		x	x				
Process evaluation		x	x	x	x	x	x
FIMA Questionnaire (healthcare-related resource utilization)		x				x	x
Blood sample		x	x	x			x
AE/SAE			x	x	x	x	x
Relatives: G-ZBI (burden of relatives)		x				x	x
Relatives: IQCODE (opinion of relatives)		x				x	x

Abbreviations: *AE* adverse event, *ATS* American Thoracic Society, *BIA* Bioelectrical Impedance Analysis, *CP* cardiac procedure, *CFS* Clinical Frailty Scale, *d* days, *EQ-5D-5L (QoL)* Euro Quality of Life, *FIMA* Fragebogens zur Erhebung von Gesundheitsleistungen im Alter [Questionnaire for the survey of health services in old age], *G-ZBI* German Zarit Burden Interview, *HADS* Hospital Anxiety and Depression Scale, *HeartQoL* Heart Quality of Life, *HFK* Hamburger Fragebogen zum Krankenhausaufhalt [Hamburg Questionnaire on Hospital Stay], *IPQ-B* Illness Perception Questionnaire, *IQCODE* Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly, *LOT-R* Life Orientation Test Revised, *m* month, *MNA* Mini Nutritional Assessment, *MoCa* Montreal Cognitive Assessment Test, *PSQI* Pittsburgh Sleep Quality Index, *SAE* serious adverse event, *SMI* Self-reported subjective memory impairment, *SPPB* Short Physical Performance Battery, *SWE* Selbstwirksamkeits-überzeugung ([Self-efficacy beliefs], *TEX-Q* Treatment Expectation Questionnaire, *UCLA* University of California Los Angeles

Intention dieser multizentrischen Prähabilitationsstudie ist es, die aktuelle wissenschaftliche Lücke im Setting der Prähabilitation vor elektivem Eingriff am Herzen zu schließen. Zurzeit gibt es nur fünf systematische Übersichten mit Metaanalysen, die sich mit der Wirkung einer bewegungsbasierten Prähabilitation vor Eingriffen am Herzen befassen (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014; Steinmetz et al., 2023a; Yau et al., 2021). Diese Publikationen zeigen, dass eine bewegungsbasierte Prähabilitation den Krankenhausaufenthalt verkürzen (Hulzebos et al., 2012; Steinmetz et al., 2023a; Yau et al., 2021), die Funktionsfähigkeit, gemessen durch den 6-Minuten-Gehtest (Steinmetz et al., 2023a), verbessern und verschiedene postoperative Komplikationen (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014; Steinmetz et al., 2023a) wie Vorhofflimmern (Steinmetz et al., 2023a) oder pulmonale Komplikationen (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014)

reduzieren kann. Die große Heterogenität der eingeschlossenen Studien hinsichtlich der therapeutischen Interventionen, der erfassten Parameter und der eingeschlossenen Kohorten schränkt die Aussagekraft dieser Ergebnisse allerdings stark ein. Eine weitere veröffentlichte Übersichtsarbeit kam zu demselben Ergebnis (Sadlonova et al., 2023). Die Ergebnisse dieses Scoping Reviews sprechen für die Evidenz einer Prähabilitation vor Eingriffen am Herzen bei älteren, frailen Menschen. Es ist jedoch eine ausreichend aussagekräftige, multizentrische, randomisierte, kontrollierte und Assessoren-verblindete Interventionsstudie erforderlich, um den Nutzen der Prähabilitation für die Verbesserung perioperativer Ergebnisse bei älteren und frailen Patienten zu bewerten (Sadlonova et al., 2023). Vor elektiven Eingriffen am Herzen sind Patienten aufgrund ihres oft fortgeschrittenen Alters, der manchmal langen Wartezeiten und der bereits bestehenden eingeschränkten körperlichen Leistungsfähigkeit bestens geeignet für eine Prähabilitationsmaßnahme (Steinmetz, 2018). In Deutschland gibt es momentan kein strukturiertes kardiales Prähabilitationsprogramm, das auf die Bedürfnisse dieser Patientengruppe zugeschnitten ist und über die Gesundheitssektoren hinweg koordiniert wird (Steinmetz et al., 2023b).

Die Hauptfragestellungen der Multicenterstudie lauten:

- „Führt die Teilnahme an der ‚Karl-Heinz'-Intervention zu einer Verbesserung des kombinierten primären Endpunkts (Lebensqualität und 1-Jahres Mortalität) im Vergleich zur medizinischen Standardversorgung?"
- „Führt die Teilnahme an ‚Karl-Heinz' zu Verbesserungen der Alltagsfunktion, der körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit, der Angst und Depression als auch der krankheitsspezifischen Lebensqualität?"
- „Führt die Teilnahme an der ‚Karl-Heinz'-Intervention im Vergleich zur medizinischen Standardversorgung nach 12 Monaten zu einer Reduktion der Gesundheitskosten?"

Nach erfolgreicher Konzeption, Schulung der Studienmitarbeiter an den verschiedenen Standorten und Implementation des Studienvorhabens in die Alltagsroutinen befindet sich das Vorhaben zurzeit im Rekrutierungsendspurt. Die letzten Patienten sollen bis März 2025 eingeschlossen werden. Die Studiendauer pro Patient liegt bei 14 Monaten, so dass „last patient out" voraussichtlich im Mai 2026 sein wird. Nach Lieferung der Routinedaten und Bereinigung der Datenbank kann ab Oktober 2026 mit ersten vielversprechenden Ergebnissen gerechnet werden.

Als Anhang zum Studienprotokoll der PRECOVERY Studie wurde das Behandlungsmanual veröffentlich. Es handelt sich hierbei um das Behandlungsmanual der Prähabilitationsmaßnahme ‚Karl-Heinz', welche als neue Versorgungsform in PRECOVERY evaluiert wird. Das Manual dient als medizinisch-therapeutisches Basiskonzept und war die Grundlage für die vor Rekrutierungsstart stattgefundenen Schulungen der Multiplikatoren in den Prähabilitationseinrichtungen.

Die Erstellung des Behandlungsmanuals erfolgte in interdisziplinärer Zusammenarbeit anhand des aktuellen wissenschaftlichen Standes. Eingebunden wurden Sportwissenschaftler, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, Ernährungswissenschaftler, Psychologen/Psychosomatiker und Mediziner diverser Fachrichtungen. Ebenso flossen Erfahrungen aus Vorstudien (Deeken et al., 2022; Sadlonova et al., 2022; Steinmetz et al., 2020; Steinmetz et al., 2024b; Steinmetz et al., 2024a) mit in die Konzeptionierung ein. Im Vorfeld wurden zudem Interviews mit den Mitarbeitern der Prähabilitationseinrichtungen geführt, um in Erfahrung zu bringen, welche Geräte und Möglichkeiten vor Ort bestehen. Der kleinste gemeinsame Nenner wurde in der Konzeptionierung berücksichtigt.

Das Herzstück des Behandlungsmanuales bildet das Modul der Sport- und Bewegungstherapie. Das Modul bestehend aus den folgenden Trainingsformen: aerobes Ausdauertraining, dynamisches Krafttraining, Flexibilitäts- und Koordinationstraining sowie Atemtherapie. Die konkreten Strategien zur Ausgestaltung des Trainings basieren auf trainingswissenschaftlichen Grundlagen und dem aktuellen wissenschaftlichen Status quo.

Empfohlen werden:

- Aerobes Ausdauertraining (mind. 45-90 Minuten pro Woche, mindestens 3x pro Woche)
- Dynamisches Krafttraining und Flexibilitätstraining (mindestens 60 Minuten pro Woche, mindestens 2x pro Woche)
- Koordinationstraining (mindestens 90 Minuten pro Woche, 3x pro Woche)
- Atemtherapie (mindestens 90 Min pro Woche, 3 x pro Woche - ergänzend dazu tägliches Eigentraining ggf. mit Hilfe eines Atemvolumentrainers)

Im Behandlungsmanual befinden sich Mindestanforderungen, welche eingehalten werden müssen, so dass ein Patient als „prähabilitiert" gilt (siehe Tab. 4).

Die Forschungsfragen sind in Kapitel 2.4 zu finden.

Aufgrund der hohen Heterogenität der aktuellen Studienlagen in diesem Forschungsgebiet gilt es nach wie vor Antwort auf die Fragen „Wie lange muss die Prähabilitation sein, um wirksam

zu sein?“, „Ist die Prähabilitation vor Eingriffen am Herzen sicher?“ und „Was sind die Mindestmodule, die erforderlich sind, um einen Nutzen zu erzielen?“ (Gregory et al., 2024). Die in der PRECOVERY Studie untersuchte Intervention ‚Karl-Heinz‘ könnte dazu beitragen, weitere Erkenntnisse zu liefern.

2.5 Use of a technology-based fall prevention program with visual feedback in the setting of early geriatric rehabilitation: a feasibility study

Carolin Steinmetz, Christina Stenzel, Maj Sylvester, Denis Glage, Anne Linke, Monika Sadlonova, Christine A.F. von Arnim, Marlena Schnieder, Miroslavá Valentová and Stephanie Heinemann (2024): *Use of a technology-based fall prevention program with visual feedback in the setting of early geriatric rehabilitation: a feasibility study.* Zur Veröffentlichung eingereicht.

Der Artikel „Use of a technology-based fall prevention program with visual feedback in the setting of early geriatric rehabilitation: a feasibility study“ ist der Phase 1 “geriatrische Frührehabiliation” zuzuordnen (siehe Abb. 1). Im Rahmen dieser Pilotstudie wurde untersucht, ob ein digitales Sturzpräventionsprogramm mit visuellem Feedback im Setting der geriatrischen Frührehabilitation machbar und benutzerfreundlich ist. Berücksichtigt wurde sowohl die Benutzerfreundlichkeit aus Patienten- als auch aus Anwendersicht. Das Sturzpräventionsprogramm bestand aus Übungen des evidenzbasierten Otago Programms, welches explizit für ältere Personen entwickelt wurde. Die Studie wurde in der Klinik für Geriatrie der Universitätsmedizin Göttingen von März 2024 bis Juni 2024 durchgeführt. Eingeschlossen wurden 60 Patienten, wobei 30 Patienten das digitale Sturzpräventionsprogramm drei Mal pro Woche für 20 Minuten zusätzlich zur geriatrischen Komplextherapie absolvierten. Verwendet wurde hierfür das Pixformance Gerät der Firma Pixformance Sports GmbH©, welches einem überdimensionalen Bildschirm in Lebensgröße ähnelt. Das Gerät beinhaltet einen virtuellen Trainer, der mit einer integrierten 2D-Full-HD-Kamera 25 Körperpunkte scannt und so Korrekturen in Echtzeit ermöglicht. Der Bildschirm ist in zwei Teile geteilt. Ein Teil wirkt wie ein Spiegel und der andere zeigt eine Person, welche die Übung demonstriert. Die Kontrollkohorte bestand aus 30 ehemalige Patienten der geriatrischen Frührehabilitation, die vor dem Interventionszeitraum die geriatrische Komplexbehandlung durchliefen. Voraussetzung für den Studieneinschluss war die Aufnahme in der geriatrischen Frührehabilitation, mindestens eine Gehfähigkeit am Rollator und die Tatsache, dass Patienten kognitiv fit bis maximal leicht kognitiv eingeschränkt sein mussten (Mini-Mental-Status-Test [MMST] > 17). Die retrospektive Kontrollkohorte wurde genutzt, um herauszufinden, welche Assessments sensitiv genug sind, um durch ein digitales

Sturzpräventionsprogramm hervorgerufene Veränderungen zu messen. Die Analyse der weiteren Endpunkte, wie z.B. der Aktivität des täglichen Lebens, der Mobilität und der kognitiven Leistung dienten als Basis für die Entwicklung eines Folgeprojektes.

Die Intention für dieses Projekt war, dass alte und multimorbide Patienten im Falle einer akuten Erkrankung mit Krankenhausaufenthalt eine hohe Prävalenz von im Krankenhaus erworbener Behinderung (sog. hospital-associated disability, HAD) haben (Covinsky et al., 1997). HAD kann zu einer Beeinträchtigung der Aktivitäten des täglichen Lebens, der Kognition, Mangelernährung und sensorischen Defiziten führen (Buurman et al., 2011). Insbesondere funktionelle Beeinträchtigungen wie eine Muskelatrophie an den unteren Extremitäten und Gleichgewichtsstörungen sind nach einem Krankenhausaufenthalt in dieser Kohorte sehr häufig (30-80 %) (Martínez-Velilla et al., 2016; Zisberg et al., 2011). Zu den Folgen dieser Verschlechterung gehören erneute Krankenhausaufenthalte, Einweisungen in Pflegeheime (Fortinsky et al., 1999), eine erhöhte Anzahl von Stürzen, eine verminderte Lebensqualität, ein erhöhter Verbrauch an gesundheitsbezogenen Ressourcen (Covinsky et al., 1997) und eine Zunahme der Mortalität (Brown et al., 2004). Die Vorbeugung von HAD ist daher von entscheidender Bedeutung, da sie sich erheblich auf die Ergebnisse der Patienten und das Gesundheitssystem auswirkt. Die geriatrische Frührehabilitation stellt eine Möglichkeit dar diesen negativen Entwicklungen entgegenzuwirken.

Die drei Forschungsfragen der Pilotstudie lauteten:

- „Ist ein zusätzliches, zweiwöchiges digitales Sturzpräventionsprogramm mit visuellem Feedback im Setting der geriatrischen Frührehabilitation durchführbar?“ (Durchführbarkeit ist gegeben, wenn 80% der Interventionsgruppe sechs Trainingseinheiten in zwei Wochen absolviert haben)
- „Ist die technologiebasierte Plattform „Pixformance“ sowohl aus Sicht der Patienten als auch aus Sicht der Anwender nutzbar?“
- „Kann die Teilnahme an einem zweiwöchigen digitalen Sturzpräventionsprogramm das Sturzrisiko, die Mobilität, die kognitive Leistungsfähigkeit, die Handgriffkraft, die Lebensqualität, Angst und Depression, den Frailty-Status, die funktionelle Unabhängigkeit und die Aktivitäten des täglichen Lebens der Patienten im Vergleich zu einer retrospektiven Vergleichskohorte verbessern?“

Von den insgesamt 30 Patienten in der Interventionsgruppe nahmen 11 (37%) innerhalb von zwei Wochen an sechs Trainingseinheiten teil. Von diesen 11 Patienten schlossen sieben (64%)

das digitale Sturzpräventionsprogramm einschließlich aller Kräftigungs-/Gleichgewichtsübungen ab. Die übrigen vier Patienten beendeten ihre Trainingseinheit vorzeitig oder ließen eine oder mehrere wichtige Kräftigungs-/Gleichgewichtsübungen aus.

Die Hauptgründe, warum die Teilnehmer die Anzahl der Trainingseinheiten nicht absolvierten, waren die Unfähigkeit zur Teilnahme am digitalen Sturzpräventionsprogramm aufgrund von diagnostischen Terminen (33%), Schmerzen/Unbehagen (33%) oder Müdigkeit (17%).

Tab. 6 zeigt die Ergebnisse der Benutzerfreundlichkeit aus Sicht der Patienten und Anwender. Die Anwender des digitalen Sturzpräventionsprogramms bewertete die Benutzerfreundlichkeit des Geräts mit 65,4 ± 20,0%, wobei 0% eine schlechte Erfahrung und 100% eine sehr gute Erfahrung bedeutet. Die Gesamtbewertung der Benutzerfreundlichkeit des Geräts aus Sicht der Patienten betrug 84,0 ± 15,9%.

Tab. 6: Überblick der Ergebnisse des Fragebogens zur Benutzerfreundlichkeit aus Sicht der Patienten und Anwender

Usability items	**Rating**	**Patients' perspective** *(n=26)*
Instructions by facilitators for using the device were clear	agreeing	96%
There were technical problems	never	85%
Training with the device was comfortable	often	92%
Training with the device was embarrassing	never	100%
Corrections during the training by the device were clear	agreeing	89%
Willingness to continue the learned exercises at home	≥ 3 months	54%
Overall patient usability rating (%, mean ± SD) *(100% = very good experience)*		84.0 ± 15.9
Usability items	**Rating**	**Facilitators' perspective** *(n=8)*
Instructions by manufacturer for using the device were clear	agreeing	50%
Difficulties when commissioning the device	No starting problems	63%
Regular use of the device was easy	agreeing	50%
The exercise selection of the device was easy to handle	agreeing	63%
Selected exercises could be easily adapted during the training	agreeing	25%
The device was easy to switch on and off	That worked very well	75%
I am in favor of the future use of the device	Yes, very	50%
Overall facilitator usability rating (%, mean ± SD) *(100% = very good experience)*		65.4 ± 20.0

Tab. 7 fasst die Ergebnisse der Assessments zusammen, die standardisiert zu Beginn und unmittelbar vor der Entlassung aus der geriatrischen Frührehabilitation erhoben werden. Die gemischte zweifaktorielle ANOVA zeigte eine signifikante Interaktion zwischen den Gruppen über die Zeit bei der Berg Balance Skala ($p < 0{,}001$). Ebenso wurde in beiden Gruppen eine signifikante positive Entwicklung über die Zeit bei der Timed up and Go Zeit ($p < 0{,}001$), der Messung zur funktionellen Unabhängigkeit (Functional Independence Measure, FIM) Subskala Motorik ($p < 0{,}001$) und dem Barthel Index ($p < 0{,}001$) festgestellt.

Tab. 7: Ergebnisse der deskriptiven Auswertung und der absolvierten zweifaktoriellen ANOVA der routinemäßig durchgeführten Assessments zu Beginn der geriatrischen Frührehabilitation (t0, Aufnahme) und nach 2 Wochen (t1, Entlassung), differenziert nach Gruppen

Parameters	CG	IG	P-value		
	(mean ± SD)	*(mean ± SD)*	**Time**	**Group**	**Interaction**
Berg Balance Scale (score)					
t0	31.3 ± 12.5	33.6 ± 10.0	.537	**.018***	**<.001***
t1	38.4 ± 8.7	24.5 ± 7.5			
Timed up and go test (sec)					
t0	22.1 ± 9.0	20.8 ± 7.6	**<.001***	.402	.816
t1	17.5 ± 7.5	16.1 ± 6.7			
Minimental Status Test (score)					
t0	24.2 ± 3.3	24.6 ± 4.3	.067	.213	.206
t1	24.7 ± 3.0	27.2 ± 3.9			
Barthel Index					
t0	61.6 ± 17.5	63.7 ± 18.2	**<.001***	.678	.783
t1	76.2 ± 12.9	76.8 ± 15.9			
FIM motor subscale (score)					
t0	53.8 ± 12.2	51.0 ± 10.6	**<.001***	.347	.644
t1	67.0 ± 10.9	65.3 ± 6.6			

Abbreviations: CG, control group; IG, intervention group; SD, standard deviation; sec, seconds; EGR, early geriatric rehabilitation; FIM, Functional Independence Measure; t0, baseline (EGR admission); t1, after 2 weeks (EGR discharge); *: significant result

Tab. 8 fasst die Ergebnisse des Muskelstatus, der Lebensqualität, der Angst und Depression (Four Item Patient Health Questionnaire, PHQ-4) sowie des Frailty-Status zusammen, die zusätzlich vom Studienpersonal in der Interventionsgruppe zur Aufnahme in die geriatrische Frührehabilitation und nach zwei Wochen erhoben wurden. Es konnte eine signifikante Verbesserung der PH-Q4-Score (p = 0,024) im Verlauf der zwei Wochen beobachtet werden. Außerdem verringerten sich der Frailty-Status und der positive Screening-Wert für Sarkopenie jeweils um 27 %.

Tab. 8: Prä-Post-Test der deskriptiven Ergebnisse der Assessments zu Beginn (t0) und nach 2 Wochen geriatrischer Frührehabilitation (t1) der IG

Parameters	**IG**		**P-value**
	t0 *(mean ± SD) or*	**t1** *(mean ± SD) or*	
Handgrip strength (kg)	24.9 ± 7.6	24.7 ± 7.3	#.932
	♀: 26.2 ± 6.4	♀: 20.0 ± 6.2	#.401
	♂: 23.9 ± 8.6	♂: 28.4 ± 6.1	#.176
CFS (score)	4.3 ± 1.5	3.8 ± 1.6	#.268
Frailty (CFS ≥ 4)	21 (70%)	13 (43%)	†1.00
SARC-F Score	4.0 ± 2.4	3.4 ± 1.9	#.284
Sarcopenia (positive screen SARC-F ≥ 4)	18 (60%)	10 (33%)	†.126
EQ VAS	52.1 ± 15.4	60.4 ± 13.0	#.058
PH-Q4	3.3 ± 2.4	1.6 ± 1.9	**#.024***

Abbreviations: SD, standard deviation; n, number; kg, kilogram; EGR, early geriatric rehabilitation; CFS, Clinical Frailty Scale; SARC-F, Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls questionnaire; PH-Q4, Four Item Patient Health Questionnaire; EQ VAS, European Quality of Life Visual Analogue Scale; #, Dependent t-test; †, Chi-square-test; *, significant result

Die Machbarkeit des digitalen Sturzpräventionsprogramm wurde nicht erreicht, da nur 37% der Teilnehmer sechs zusätzliche Trainingseinheiten innerhalb von zwei Wochen absolvierten. Die Hauptgründe, weshalb ein Training nicht stattfand, waren diagnostische Termine, Schmerzen/Unwohlsein oder Müdigkeit.

Die Auswertung der Benutzerfreundlichkeit zeigte, dass die Patienten das digitale Sturzpräventionsprogramm angenommen hatten, während die Anwender weniger überzeugt waren. Signifikante positive Veränderungen - unabhängig vom Sturzpräventionsprogramm - von Aufnahme in die geriatrische Frührehabilitation bis zur Entlassung wurden beim Timed up and Go Test, der Messung zur funktionellen Unabhängigkeit Subskala Motorik und dem Barthel Index beobachtet. Bei der Kontrollgruppe wurde eine statistisch signifikante, aber klinisch nicht relevante Verbesserung der Berg Balance Skala festgestellt, während die Interventionsgruppe eine signifikante positive Veränderung des PHQ-4-Scores zeigte, was auf eine Abnahme von Symptome der Angst und Depression hindeutet.

2.6 The prevalence and impact of sarcopenia in older cardiac patients undergoing inpatient cardiac rehabilitation – results from a prospective, observational cohort pre-study

Steinmetz, C., Krause, L., Sulejmanovic, S., Kaumkötter, S., Mengden, T., Grefe, C., Knoglinger, E., Reiss, N., Brixius, K., Bjarnason-Wehrens, B., Schmidt, T., Haehling, S. von, Sadlonova, M., Arnim, C. A. F. von & Heinemann, S. (2024). The prevalence and impact of sarcopenia in older cardiac patients undergoing inpatient cardiac rehabilitation - results from a prospective, observational cohort pre-study. BMC Geriatr, 24(1), 94. https://doi.org/10.1186/s12877-024-04694-y

Der Artikel „The prevalence and impact of sarcopenia in older cardiac patients undergoing inpatient cardiac rehabilitation - results from a prospective, observational cohort pre-study“ ist der kardiologischen Rehabilitationsphase 2 untergeordnet (siehe Abb. 1). In vier stationären kardiologischen Rehabilitationseinrichtungen in Niedersachsen und Hessen wurde eine prospektive Kohortenbeobachtungsstudie durchgeführt. Untersucht wurden Patienten, die 75 Jahre oder älter waren und sich nach einem Eingriff am Herzen in der stationären kardiologischen Rehabilitation befanden. Ein telefonisches Follow-up fand drei Monate im Anschluss statt. Das Hauptziel dieser Studie war es, die Prävalenz der Sarkopenie zu ermitteln und die funktionelle Kapazität älterer sarkopener und nicht-sarkopener Patienten zu quantifizieren, die sich nach einem Eingriff am Herzen in einer dieser vier stationären Rehabilitationseinrichtungen befanden.

Die Studie wurde im Vorfeld der PRECOVERY Studie (Steinmetz et al., 2023b) durchgeführt, um die PRECOVERY-Kohorte zum Zeitpunkt der kardiologischen Rehabilitation nach einem Eingriff am Herzen kennenzulernen. Es ging darum, die Bedürfnisse älterer Herzpatienten zu verstehen, um das Prähabilitationsprogramm „Karl-Heinz“ entsprechend anpassen zu können (Steinmetz et al., 2023b). Um zu beurteilen, ob und inwieweit eine kardiologische Rehabilitation den Sarkopenie-Status bei älteren Patienten nach Eingriff am Herzen positiv beeinflussen kann, wurde das Sarkopenie-Screening nach drei Monaten telefonisch wiederholt. Diese Ergebnisse wurden mit den während der stationären Rehabilitationen erhobenen Ausgangsdaten verglichen.

Die wichtigsten Forschungsfragen dieser Kohortenbeobachtungsstudie lauteten:

- „Führt die Teilnahme an einer stationären kardiologischen Rehabilitation nach einem Eingriff am Herzen zu einer Verbesserung des Sarkopenie-Status, gemessen anhand des Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls Questionnaire (SARC-F-Fragebogens) drei Monate nach der Baselineuntersuchung?“

- „Wie hoch ist die Prävalenz der Sarkopenie in der PRECOVERY-Kohorte, gemessen anhand des SARC-F-Fragebogens?“
- „Besteht ein Zusammenhang zwischen dem mit dem SARC-F-Fragebogen gemessenen Sarkopenie-Status und der funktionellen Kapazität (gemessen anhand der Handgriffkraft, der Short Physical Performance Battery Score und der 6-Minuten Gehstrecke) zu Studienbeginn?“

In der Auswertung wurden Daten von 101 Patienten berücksichtigt (79,9 ± 4,0 Jahre; 63 % männlich). Tab. 9 zeigt die Patientencharakteristik zu Studienbeginn.

Tab. 9: Übersicht der Patientencharakteristik zum Zeitpunkt der Rehabilitation

Characeristics	All (n = 101)	sarcopenic patients (n = 35)	non-sarcopenic patients (n = 65)	P-value
	(mean ± SD) or (n, %)	*(mean ± SD) or (n, %)*	*(mean ± SD) or (n, %)*	
Age (years)	79.7±4.0	82.1±4.5	78.4±3.1	***<0.001**
Gender				
male	64 (63%)	14 (40%)	49 (75%)	[#]**<0.001**
female	37 (37%)	21 (60%)	16 (25%)	[#]**<0.001**
Number of medications (regularly)	9.0±3.0	10.1±3.4	8.5±2.6	***0.009**
Number of medications (p.r.n.)	1.3±1.4	1.1±1.3	1.4±1.4	*0.231
Level of care	24 (24%)	16 (46%)	8 (12%)	[#]**0.001**
Situation of living				
Living alone	27 (27%)	17 (49%)	10 (15%)	[#]**<0.001**
Diagnosis**				
CABG-surgery	44 (33%)	7 (18%)	36 (39%)	[#]**0.001**
Valve surgery (e.g., mitral valve replacement)	50 (38%)	16 (41%)	34 (37%)	[#]0.373
Valve intervention (e.g., MitraClip, TAVI)	20 (15%)	13 (33%)	7 (8%)	[#]**0.002**
Concomitant diseases				
Coronary artery disease	73 (72%)	23 (66%)	49 (75%)	[#]0.304
Myocard infarction	21 (21%)	5 (14%)	16 (25%)	[#]0.226
Heart failure	75 (74%)	28 (80%)	46 (71%)	[#]0.315
Cardiac arrhythmias	64 (63%)	25 (71%)	38 (59%)	[#]0.200
Stroke	10 (10%)	4 (11%)	6 (9%)	[#]0.727
Peripheral artery disease	12 (12%)		6 (9%)	[#]0.246
Hypertension	92 (91%)	31 (89%)	60 (92%)	[#]0.533
Diabetes mellitus	27 (27%)	8 (23%)	16 (25%)	[#]0.844
Asthma bronchiale	10 (10%)	6 (17%)	4 (6%)	[#]0.081
Chronic lung disease (e.g. COPD)	13 (13%)	6 (17%)	7 (11%)	[#]0.366
Rheumatism	6 (6%)	2 (6%)	4 (6%)	[#]0.930
Athrosis	34 (34%)	18 (51%)	16 (25%)	[#]**0.007**
Gout	15 (15%)	8 (23%)	7 (11%)	[#]0.106
Fractures	51 (51%)	21 (60%)	30 (46%)	[#]0.186

Chronic pain	16 (16%)	10 (29%)	5 (8%)	**#0.005**
Kidney disease	27 (27%)	13 (37%)	14 (22%)	#0.076
Cancer				
Breast	6 (6%)	2 (6%)	4 (6%)	#0.930
Prostate	12 (12%)	2 (6%)	10 (15%)	#0.156
Colon	3 (3%)	2 (6%)	1 (2%)	#0.243
Baseline Assessments				
KATZ-Index (PPF)	**5.7±0.9** (17.8%)	**5.1±1.3** (38.9%)	**5.9±0.3** (6.2%)	***0.005**†
Handgrip strength (kg, PPF)	**24.9±9.9** (♂: 37.5%; ♀: 56.8%)	**17.5±8.3** (♂: 60.0%; ♀: 71.4%)	**28.7±8.3** (♂: 30.6%; ♀: 37.5%)	***<0.001**†
SPPB score (PPF)	**7.5±3.3** (57.4%)	**4.7±2.8** (94.4%)	**9.0±2.5** (36.9%)	***<0.001**†
6MWD (m, PPF)	**288.8±136.5** (43.6%)	**186.5±120.7** (75.0%)	**342.6±112.4** (26.2%)	***<0.001**†
CFS (PPF)	**3.2±1.4** (41.6%)	**4.1±1.0** (66.6%)	**2.7±1.3** (27.6%)	***<0.001**†

Abbreviations: *SD* standard deviation, *n* number, *e.g.* for example, *TAVI* transcatheter aortic valve implantation, *COPD* chronic obstructive pulmonary disease, *p.r.n.* Pro re nata [as needed], *PPF* percentage of pathological findings, * Independent t-test, *#* Chi-square-test, ** Multiple responses, *†* Bonferroni correction

Der SARC-F-Fragebogen wurde verwendet, um potentiell sarkopene Patienten zu identifizieren. Patienten mit einem Wert von ≥ 4 Punkten wurden positiv auf Sarkopenie gescreent. Zu Studienbeginn betrug die mittlere SARC-F-Score 2,7 ± 2,1; bei 35% bestand der Verdacht auf eine Sarkopenie (siehe Tab. 9). Ein Patient der Kohorte füllte den SARC-F-Fragebogen bei Studienbeginn nicht vollständig aus, weshalb er keiner der Gruppen zugeordnet werden konnte.

Weitere Ausgangswerte waren der Katz-Index 5,7 ± 0,9, die Clinical Frailty Scale 3,2 ± 1,4, die Handgriffkraft 24,9 ± 9,9 kg, die Short Physical Performance Battery Score 7,5 ± 3,3 und die 6-Minuten Gehstrecke 288,8 ± 136,5 m.

Die Berechnung des Eta-Koeffizienten mittels einfaktorieller ANOVA ergab eine signifikante Korrelation zwischen dem mit dem SARC-F-Fragebogen gemessenen Sarkopenie-Status und der 6-Minuten Gehstrecke ($r = 0{,}546$; $p < 0{,}001$), der Short Physical Performance Battery Score ($r = 0{,}616$; $p < 0{,}001$) und der Handgriffkraft ($r = 0{,}546$; $p < 0{,}001$). Abb. 5 zeigt die sich überschneidenden Histogramme der einzelnen Korrelationen.

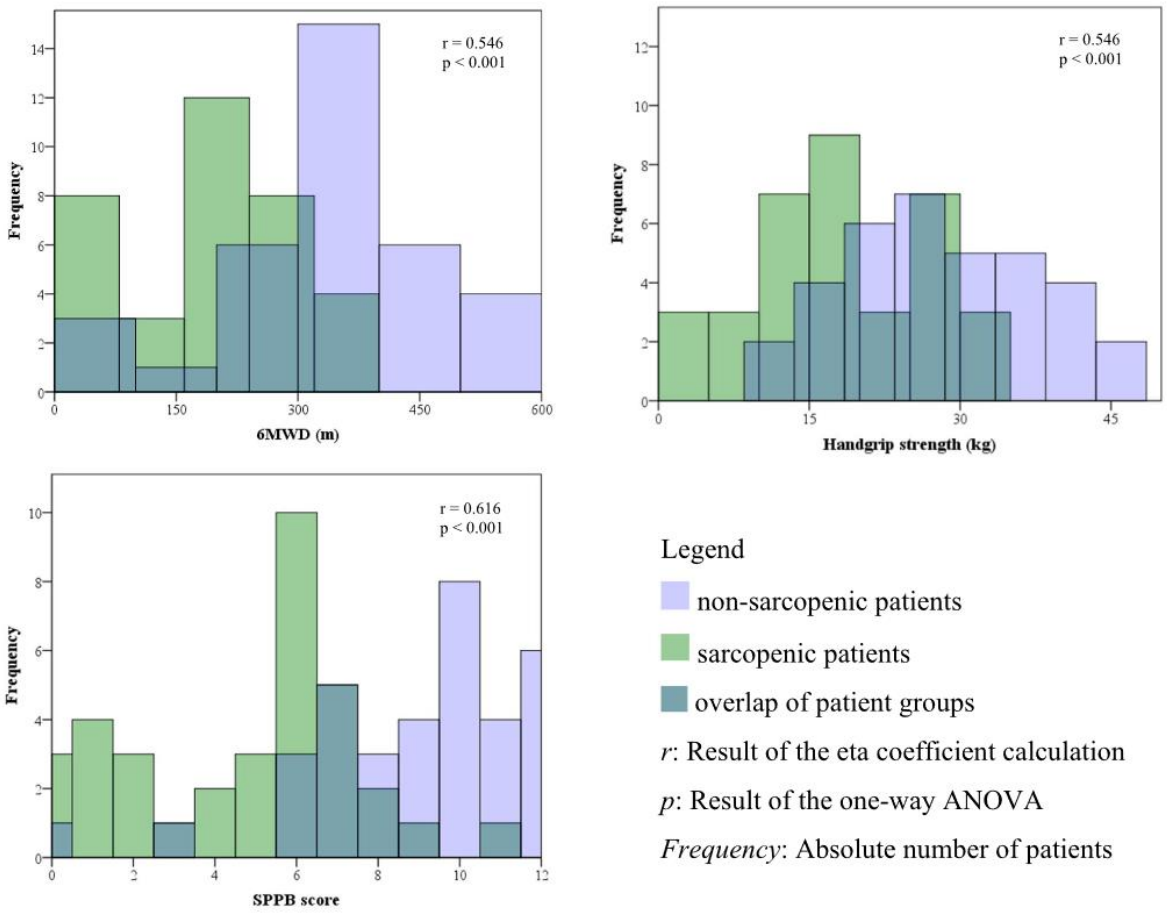

Abb. 5: Überlappende Histogramme zur Veranschaulichung der Korrelation zwischen Sarkopenie und 6-Minuten Gehstrecke (6MWD), Handgriffkraft (HGS) und Short Physical Performance Battery (SPPB) Score

Im Vergleich zum Ausgangswert waren beim Follow-up nach drei Monaten weniger Patienten positiv auf Sarkopenie gescreent worden (23%).

Der Wilcoxon-Test zeigte in der Gesamtstichprobe keine signifikante Entwicklung der SARC-F-Scores drei Monate nach der stationären kardiologischen Rehabilitation (2,7 ± 2,1 versus 2,4 ± 2,1, p = 0,207). In der Subgruppe der zu Studienbeginn positiv auf Sarkopenie gescreenten Patienten (n = 35) führte der Prä-Post-Vergleich zu einer signifikanten Verbesserung der SARC-F-Scores (5,1 ± 1,2 versus 4,1 ± 1,9, p = 0,017, siehe Abb. 6).

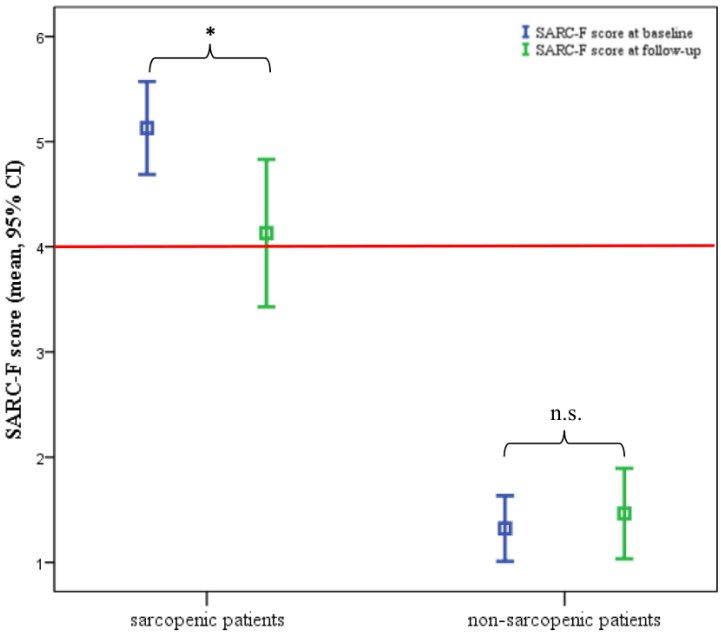

Abb. 6: Ergebnisse der SARC-F-Score des Prä-Post-Tests differenziert nach Sarkopenie-Status

Die Inzidenz eines Sarkopenieverdachtes (SARC-F Score ≥ 4) bei älteren Patienten, die sich nach einem Eingriff am Herzen in der stationären kardiologischen Rehabilitation befinden, ist hoch (35%) und bleibt auch nach drei Monaten erhöht (23%). In der Gesamtstichprobe wurden keine signifikanten Veränderungen der SARC-F-Scores nach drei Monaten beobachtet, während sich die Subgruppe der Patienten, die während der stationären Rehabilitation positiv auf Sarkopenie gescreent wurden, sich signifikant verbesserten.

2.7 Evaluation of frailty in geriatric patients undergoing cardiac rehabilitation after cardiac procedure: results of a prospective, cross-sectional study

Steinmetz, C., Krause, L., Sulejmanovic, S., Kaumkötter, S., Hartog, J., Scheenstra, B., Flohr, S., Mengden, T., Grefe, C., Knoglinger, E., Reiss, N., Bjarnason-Wehrens, B., Schmidt, T., Sadlonova, M., Arnim, C. A. F. von & Heinemann, S. (2024). Evaluation of frailty in geriatric patients undergoing cardiac rehabilitation after cardiac procedure: results of a prospective, cross-sectional study. BMC Sports Sci Med Rehabil, 16(1), 146. https://doi.org/10.1186/s13102-024-00937-y

Der Artikel „Evaluation of frailty in geriatric patients undergoing cardiac rehabilitation after cardiac procedure: results of a prospective, cross-sectional study“ ist ebenso wie der vorherige der kardiologischen Rehabilitation Phase 2 unterzuordnen (siehe Abb. 1). Durchgeführt wurde eine prospektive Querschnittstudie in vier stationären kardiologischen Rehabilitationseinrichtungen in Niedersachsen und Hessen. Untersucht wurde der Frailty-Status anhand der Clinical Frailty Scale von Patienten, die 75 Jahre oder älter waren und sich nach einem Eingriff am Herzen in der stationären kardiologischen Rehabilitation befanden.

Frailty ist ein Indikator für eine Abnahme der Lebensqualität und eine reduzierte körperliche Leistungsfähigkeit von Patienten in der kardiologischen Rehabilitation. Derzeit gibt es kein standardisiertes Instrument zur Erhebung von Frailty, was in der kardiologischen Rehabilitation eingesetzt wird. Ziel dieser Studie war es, festzustellen, ob die Clinical Frailty Scale für die Bewertung des Frailty-Status in der kardiologischen Rehabilitation geeignet ist. Die Clinical Frailty Scale ist eines der fünf am häufigsten zitierten Instrumente, die in der Forschungsliteratur zum Thema Frailty verwendet werden (Buta et al., 2016). Es handelt sich um ein multidimensionales Screening-Instrument, das auf einer Anamnese als auch einer klinischen Untersuchung basiert und häufig in Klinken eingesetzt wird, insbesondere im Setting der Kardiologie (Dent et al., 2019; Vigorito et al., 2017). Der große Vorteil der Clinical Frailty Scale liegt in seiner Einfachheit und Effizienz, die es sogar dem Gesundheitspersonal (z. B. Krankenschwestern und -pflegern) ermöglicht, den Frailty-Status zu beurteilen (Singler et al., 2020).

Intention für diese Querschnittstudie war die Tatsache, dass es derzeit kein standardisiertes Instrument zur Beurteilung von Frailty im Setting der kardiologischen Rehabilitation gibt. Jedoch besteht die Notwendigkeit, den Frailty-Status zu erheben, da die Zahl geriatrischer Herzpatienten in Rehabilitationseinrichtungen wächst. In dem „Call to Action“-Artikel empfiehlt die European Association of Preventive Cardiology (EAPC) die Edmonton Frail Scale (Rolfson et al., 2006) und die Clinical Frailty Scale (Rockwood, 2005) als geeignete Instrumente für die Be-

wertung von Frailty im Rahmen von kardiovaskulären Erkrankungen, um die Patienten adressatengerecht versorgen zu können (Vigorito et al., 2017). Die Clinical Frailty Scale könnte ein ideales Messinstrument zur Beurteilung von Frailty im Zusammenhang mit kardiovaskulären Erkrankungen sein, da sie einfach anzuwenden und mit unerwünschten Ereignissen assoziiert ist (Checa-Lopez et al., 2023; Singler et al., 2020).

Die Studie wurde im Vorfeld der PRECOVERY Studie (Steinmetz et al., 2023b) durchgeführt und basiert auf dem gleichen Datensatz der zuvor beschriebenen prospektiven Kohortenbeobachtungsstudie, bezieht sich jedoch auf untenstehende Forschungsfragen (Steinmetz et al., 2024a).

Die wichtigsten Forschungsfragen dieser prospektiven Querschnittsstudie lauten:

- „Eignet sich die Clinical Frailty Scale für die Beurteilung von Frailty in der kardiologischen Rehabilitation?“
- „Besteht ein Zusammenhang zwischen der Clinical Frailty Scale und der funktionellen Kapazität als auch den Aktivitäten des täglichen Lebens - gemessen anhand der Handgriffkraft, der Short Physical Performance Battery, der 6-Minuten Gehstrecke und dem Katz-Index?“
- „Besteht ein Zusammenhang zwischen der Clinical Frailty Scale und klinischen Parametern – gemessen anhand der Anzahl von Komorbiditäten, der Anzahl von Medikamenten, der Pflegebedürftigkeit und dem Grad der Behinderung?“
- „Welche der durchgeführten Assessments - Clinical Frailty Scale, Handgriffkraft, Short Physical Performance Battery, 6-Minuten Gehstrecke und Katz-Index - erfordert den geringsten Zeitaufwand bei der Durchführung?“

Insgesamt wurden Daten von 101 Patienten (79,7 ± 4,0 Jahre; 63% Männer) analysiert. Die Patientencharakteristik ist in Tab. 10 ersichtlich. Anhand der Score der Clinical Frailty Scale wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt: fraile und nicht-fraile Patienten. Während des Aufenthalts in der stationären kardiologischen Rehabilitation wurde bei 41,6% der Kohorte Frailty diagnostiziert. Die Gruppe der frailen Patienten hatte signifikant häufiger eine chronische Lungenerkrankung (z.B. COPD; $p = 0,030$), chronische Schmerzen ($p = 0,016$) oder eine Nierenerkrankung ($p = 0,029$) im Vergleich zu den nicht-frailen Patienten (Clinical Frailty Score < 4).

Tab. 10: Übersicht der Patientencharakteristik zum Zeitpunkt der Rehabilitation

Characteristics	All (n = 101)	frail patients (CFS ≥ 4) (n = 42)	non-frail patients (CFS < 4) (n = 59)	P-value
	(mean ± SD) or (n, %)	*(mean ± SD) or (n, %)*	*(mean ± SD) or (n, %)*	
Age (years)	79.7±4.0	80.3±4.4	79.3±3.7	[a]p=0.222
Sex				
male	64 (63%)	21 (50%)	43 (73%)	**[b]p=0.019**
female	37 (37%)	21 (50%)	16 (27%)	
Number of medications (regularly)	9.0±3.0	9.1±3.0	9.0±3.1	[a]p=0.854
Number of medications (p.r.n.)	1.3±1.4	1.1±1.4	1.5±1.4	[a]p=0.169
Officially recognized need for nursing assistance	24 (24%)	13 (31%)	11 (19%)	[a]p=0.146
Any degree of disability recognized by the pension office	27 (27%)	12 (29%)	15 (25%)	[b]p=0.725
Living situation				
Living alone	27 (27%)	11 (26%)	16 (27%)	[b]p=0.917
Cardiac procedure[c]				
CABG-surgery	44 (33%)	16 (31%)	28 (34%)	[b]p=0.350
Valve surgery (e.g., mitral valve replacement)	50 (38%)	19 (37%)	31 (38%)	[b]p=0.871
Valve intervention (e.g., MitraClip, TAVI)	20 (15%)	11 (22%)	9 (11%)	[b]p=0.174
Concomitant diseases				
Coronary artery disease	73 (72%)	28 (67%)	45 (76%)	[b]p=0.288
Myocard infarction	21 (21%)	8 (19%)	13 (22%)	[b]p=0.715
Heart failure	75 (74%)	34 (81%)	41 (70%)	[b]p=0.194
Cardiac arrhythmias	64 (63%)	26 (62%)	38 (64%)	[b]p=0.797
Stroke	10 (10%)	3 (7%)	7 (12%)	[b]p=0.434
Peripheral artery disease	12 (12%)	5 (12%)	7 (12%)	[b]p=0.995
Hypertension	92 (91%)	37 (88%)	55 (93%)	[b]p=0.373
Diabetes mellitus	24 (24%)	11 (26%)	13 (22%)	[b]p=0.629
Asthma bronchiale	10 (10%)	7 (17%)	3 (5%)	[b]p=0.055
Chronic lung disease (e.g. COPD)	13 (13%)	9 (21%)	4 (7%)	**[b]p=0.030**
Rheumatic disease	6 (6%)	2 (5%)	4 (7%)	[b]p=0.672
Arthrosis	34 (34%)	16 (38%)	18 (31%)	[b]p=0.426
Gout	15 (15%)	8 (19%)	7 (12%)	[b]p=0.317
History of fractures	51 (51%)	20 (48%)	31 (53%)	[b]p=0.626
Chronic pain	16 (16%)	11 (26%)	5 (9%)	**[b]p=0.016**
Kidney disease	27 (27%)	16 (38%)	11 (19%)	**[b]p=0.029**
Cancer (at any time)				
Breast	6 (6%)	2 (5%)	4 (7%)	[b]p=0.672
Prostate	12 (12%)	3 (7%)	9 (15%)	[b]p=0.214
Colon	3 (3%)	1 (2%)	2 (3%)	[b]p=0.768
Number of co-morbidities	5.6±1.9	5.9±1.6	5.4±2.1	[a]p=0.206

Abbreviations. *CFS* Clinical Frailty Scale, *SD* standard deviation, *n* number, *e.g.* for example, *p.r.n.* pro re nata, *TAVI* transcatheter aortic valve implantation, *COPD*, chronic obstructive pulmonary disease, [a] Independent t-test, [b] Chi-square-test, [c] Multiple responses

Die Ergebnisse der Assessments, welche während der stationären kardiologischen Rehabilitation durchgeführt wurden, sind in Tab. 11 zusammengefasst. Die Ergebnisse zeigen, dass fraile Patienten im Vergleich zu nicht-frailen Patienten bei allen absolvierten Testungen signifikant schlechter abschneiden ($p \leq 0{,}018$). Im Vergleich zum Katz-Index, der Handgriffkraftmessung, der Short Physical Performance Battery und dem 6-Minuten Gehtest benötigte die Erhebung der Clinical Frailty Scale den geringsten Zeitaufwand (0,2 ± 0,2 Minuten, siehe Tab. 11).

Tab. 11: Gesamtergebnisse der Assessments inklusive Differenzierung nach Frailty-Status

Characeristics	Duration (min.)	All ($n = 101$)	frail patients ($n = 42$)	non-frail patients ($n = 59$)	*p*-value (independent t-test)
	mean±SD	*mean±SD*	*mean±SD*	*mean±SD*	
		median [IQR]	*median [IQR]*	*median [IQR]*	
Katz-Index	0.5±0.3	5.7±0.9	5.4±1.1	5.9±0.6	**p=0.018**
		6 [6-6]	6 [5-6]	6 [6-6]	
Handgrip strength (kg)	1.2±0.3	24.9±9.9	20.5±8.0	28.0±10.0	**p<0.001**
		26 [18-32]	21 [15-26]	30 [21-35]	
SPPB score	3.7±1.7	7.5±3.3	6.2±3.5	8.5±2.7	**p<0.001**
		8 [6-10]	6 [4-8]	9 [7-11]	
6MWD (meters)	> 6.0	288.8±136.5	208.5±124.4	345.9±115.0	**p<0.001**
		315 [206-380]	210 [145-315]	360 [290-430]	
CFS	0.2±0.2	3.2±1.4	4.5±0.8	2.3±0.8	**p<0.001**
		3 [2-4]	4 [4-5]	3 [2-3]	

Abbreviations. *min.* minute, *IQR* interquartile range, *SD* standard deviation, *CFS* Clinical Frailty Scale

Abb. 7 zeigt die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der funktionellen Kapazität differenziert nach dem Frailty-Status der Patienten während der stationären kardiologischen Rehabilitation. Die funktionelle Kapazität wurde bestimmt durch die Handgriffkraft, die Short Physical Performance Battery und die 6-Minuten Gehstrecke. Die Unterschiede in der funktionellen Kapazität sind bei frailen gegenüber nicht-frailen Männern ausgeprägter als bei frailen gegenüber nicht-frailen Frauen (siehe Abb. 7).

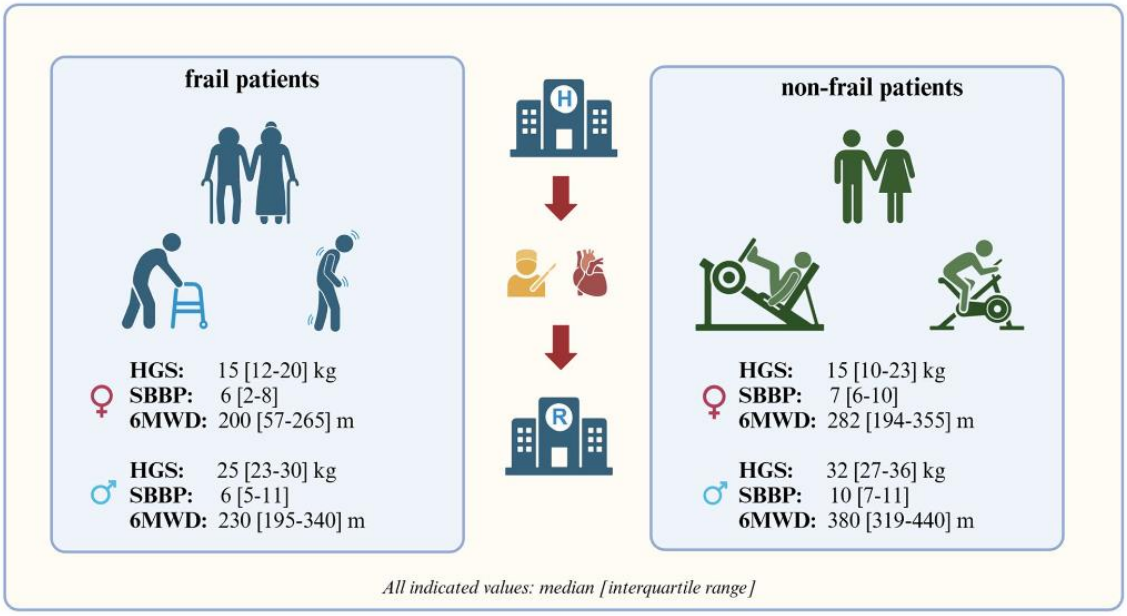

Abb. 7: Geschlechtsspezifische Unterschiede der funktionellen Kapazität differenziert nach Frailty-Status

Die Berechnung der Spearman-Korrelation mit einfaktorieller ANOVA ergab eine signifikante Korrelation zwischen dem mit der Clinical Frailty Scale gemessenen Frailty-Status und dem Katz-Index ($r = -0{,}326$; $p < 0{,}001$), der 6-Minuten Gehstrecke ($r = -0{,}575$*; $p < 0{,}001$), der Short Physical Performance Battery Score ($r = -0{,}448$; $p < 0{,}001$) und der Handgriffkraft ($r = -0{,}398$; $p < 0{,}001$). Ebenso wurden signifikante bivariate Korrelationen zwischen der Clinical Frailty Scale und der Anzahl der Komorbiditäten ($r = 0{,}250$; $p = 0{,}012$), der Anzahl der pro re nata Medikamente ($r = -0{,}205$; $p = 0{,}041$) sowie der offiziell anerkannten Pflegebedürftigkeit ($r = 0{,}248$; $p = 0{,}013$) gefunden (siehe Tab. 12).

Tab. 12: Ergebnisse der Korrelationen zwischen der Clinical Frailty Scale und funktioneller Kapazität sowie klinischen Parametern

	CFS			
	correlation coefficient	**sig. (2-sided)**	**95% CI**	**sample size**
Katz-Index	r= -0.326[a]	*p*<0.001	-0.463 to-0.154	*n* = 101
HGS	r= -0.398[a]	*p*<0.001	-0.557 to-0.217	
SPPB Score	r= -0.448[a]	*p*<0.001	-0.607 to-0.252	
6MWD	r= -0.57[a]	*p*<0.001	-0.690 to -0.429	
Number of co-morbidities	r= 0.250[a]	*p*=0.012	0.062 to 0.410	
Number of medication [r.]	r= 0.139[a]	*p*=0.167	-0.045 to 0.318	
Number of medication [p.r.n.]	r= -0.20[a]	*p*=0.041	-0.394 to-0.006	
Level of care	r= 0.248[a]	*p*=0.013	0.063 to 0.401	
Degree of disability	N/A	*p*=0.994[b]	N/A	

Abbreviations. *CFS* Clinical Frailty Scale, CI Confidence interval (Bootstrap CI with 1000 bootstrap samples), *HGS* hand grip strength, *SPPB* Short Physical Performance Battery, *6MWD* six-minute-walk distance, *p.r.n.* pro re nata, *sig.* significant

[a] Correlation coefficient calculated according to Spearman

[b] Correlation coefficient calculated according to chi-square test

Über 40% der älteren Patienten, die sich nach einem Eingriff am Herzen in einer stationären kardiologischen Rehabilitation befinden, sind frail. Der Frailty-Status korreliert erwartungsgemäß signifikant mit einer schlechteren Funktionsfähigkeit, Einschränkungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens und einigen klinischen Parametern (z.B. einer höheren Anzahl an Komorbiditäten, einem offiziell anerkannten Pflegebedarf). Die Clinical Frailty Scale ist ein einfacher klinischer Test, mit dem Patienten nach einem kardiologischen Eingriff bei Eintritt in die Rehabilitation auf Frailty untersucht werden können und der in weniger als einer Minute durchgeführt werden kann. Beim Vergleich zwischen frailen und nicht-frailen Patienten gibt es große geschlechtsspezifische Unterschiede in der Funktionsfähigkeit.

3 DISKUSSION

Aufgrund des demographischen Wandels werden altersabhängige kardiovaskuläre, zerebrovaskuläre und dementielle Erkrankungen weiter zunehmen (Steinmetz et al., 2024c; Thormaehlen, 2022). Die diesen Krankheitsentitäten zugrundeliegenden, vor allem lebensstilbedingten Risikofaktoren, zeigen sehr große Überschneidungen (Thormaehlen, 2022). Eine frühzeitige Prävention und Therapie der lebensstilbedingten Risikofaktoren scheint positive Effekte auf die genannten Krankheitsbilder zu haben (Robert Koch-Institut, 2015a; Rocca et al., 2011).

Ein durch Inaktivität geprägter Lebensstil führt zu einer signifikanten Zunahme lebensstilbedingter Erkrankungen, wie beispielsweise Hypertonie, Koronarer Herzkrankheit oder Typ 2 Diabetes (Kiyoshige et al., 2019; Kohl et al., 2012). Das Auftreten dieser Erkrankungen erhöht wiederum das Risiko einer Pflegebedürftigkeit im Alter, was mit starken finanziellen Belastungen für das Gesundheitssystem einhergeht (Kiyoshige et al., 2019). Multimodale Ansätze mit gezielten bewegungsbasierten, individuell dosierten Interventionen zu unterschiedlichen Zeiten auf dem Behandlungspfad können dazu beitragen, die Genesung zu optimieren und den Behandlungserfolg langfristig zu sichern. Vor allem bei Älteren ist das oberste Ziel die Zunahme qualitätskorrigierter Lebensjahre, sogenannter QALYs (Quality Adjusted Life Years); hierbei werden sowohl die Verlängerung der Lebenszeit durch eine Therapie als auch die damit einhergehende Lebensqualität berücksichtigt (Meißner, 2010).

Im Folgenden werden die Forschungsfrage der einzelnen Kategorien beantwortet und anhand aktueller Evidenz diskutiert. Zum Abschluss erfolgt die Darstellung eines optimalen Versorgungsmodels basierend auf ausgewählten Artikeln dieser Habilitationsschrift.

3.1 Kategorie 1 „Primärprävention“

Die Forschungsfrage dieser Kategorie lautete „Welche aktiv selbstbeeinflussbaren Faktoren zur Prävention des kognitiven Abbaus gibt es?“, die im narrativen Review zum Thema „Prävention des kognitiven Abbaus im Alter“ beantwortet werden konnte (Steinmetz et al., 2024c).

Zu den selbstbeeinflussbaren Präventionsmaßnahmen zählen neben der körperlichen und kognitiven Aktivität, die Behebung von Schwerhörigkeit, ein ausgewogener Schlaf, regelmäßige soziale Kontakte, moderater Alkoholkonsum als auch Tabakkonsumverzicht und eine ausgewogene Ernährung. Die aktuelle Evidenz zeigt, dass vor allem der Einsatz von multimodalen Konzepten vielversprechende Ergebnisse liefert. Die finnische FINGER-Studie ist zurzeit die

richtungsweisende Studie, welche eine Verbesserung kognitiver Leistungen nach multimodalem, präventivem Training belegen konnte (Ngandu et al., 2015). Die Ergebnisse aus anderen Studien unterstützen dies teilweise, sind jedoch auch in Teilen widersprüchlich (Salzman et al., 2022; Zülke et al., 2024). Aktuell konnten beispielsweise die Ergebnisse aus der FINGER-Studie in einer großen Multikomponenteninterventionsstudie bei älteren Hausarztpatienten in Deutschland nicht reproduziert werden (Zülke et al. 2024). Unterschiedliche genetische (z. B. ApoE-Status), biologische (z. B. Amyloidpositivität) und klinische (z. B. kardiovaskuläre Komorbidität) Risikoprofile scheinen den Erfolg einer solchen Intervention zu beeinflussen (Steinmetz et al., 2024c). Inwiefern ein personalisiertes Angebot solcher Maßnahmen im Rahmen von spezialisierten Gedächtnisambulanzen („Brain Health Service“) angeboten werden kann, ist aktuell Gegenstand der Forschung. Hervorzuheben bleibt, dass die Durchführung longitudinaler Studien in diesem Kontext über mehrere Jahre hinweg (≥ 9 Jahre) zahlreiche Ressourcen binden und sehr aufwendig sind.

3.2 Kategorie 2 „Prähabilitation“

In den späten 1990er und frühen 2000er Jahren wurde das Konzept der Prähabilitation als therapeutische Gesundheitsmaßnahme im Bereich der elektiven Chirurgie als inspiratorisches Muskeltraining vor Lungenresektion (Weiner et al., 1997) und vor einer aortokoronaren Bypass-Operation (Arthur et al., 2000) eingeführt. In den darauffolgenden Jahren wurde das Konzept der Prähabilitation auf weitere Krankheitsbilder ausgeweitet und wissenschaftlich evaluiert (Fleurent-Grégoire et al., 2024).

Zurzeit existiert keine allgemeingültige und von den Fachgesellschaften befürwortete Definition der Prähabilitation vor elektiven (herz-)chirurgischen Eingriffen. Ein kürzlich veröffentlichtes Scoping Review kanadischer Wissenschaftler hat sich an einer solchen Definition versucht. Laut Fleurent-Grégoire et al. (2024) ist die Prähabilitation ein Prozess, der sich von der Diagnose bis zur Operation erstreckt und aus einer oder mehreren präoperativen Maßnahmen der Bereiche Sport- und Bewegungstherapie, Ernährungstherapie, psychologische Therapie und Atemtraining besteht, die darauf abzielen, die funktionelle Kapazität und die physiologischen Reserven zu verbessern, damit Patienten den operativen Belastungen standhalten, die postoperativen Ergebnisse verbessert werden und die Regeneration erleichtert wird.

Um die interdisziplinären Expertisen der multimodalen Prähabilitation zusammenzubringen und u.a. Themen wie die Definition der Prähabilitation zu thematisieren haben wir -- Hauptantragstellerin: Dr. Carolin Steinmetz; Mitverantwortlich: Dr. Monika Sadlonova -- Gelder der

Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zur Förderung eines wissenschaftlichen Netzwerkes zum Thema „Prehabilition prior to cardiac procedure“ eingeworben. Im Verlauf der nächsten drei Jahre sollen die Meilensteine aus Abb. 8 zusammen mit nationalen und internationalen Experten auf dem Gebiet der Prähabilitation realisiert werden. Die Kick-off Veranstaltung fand im September 2024 statt. Aktuell Sichten wir Guidelines und erstellen das Manuskript eines weiteren Systematischen Reviews mit Metaanalyse zu den Forschungsfragen: „Wie wirksam sind Prähabilitationsmaßnahmen bei Patienten, die sich elektiven Eingriffen am Herzen unterziehen?“ und „Welche spezifischen Prähabilitationskomponenten sind für die klinischen Ergebnisse bei Patienten, die sich einem Eingriff am Herzen unterziehen, am vorteilhaftesten?“. Durchsucht wurden hierfür bereits die Datenbanken PubMed, Web of Science, PsycINFO, Embase und Cochrane Library. Das Screening der Volltexte ist abgeschlossen, so dass zurzeit die Daten extrahiert werden. Ergebnisse sind Anfang 2025 zu erwarten.

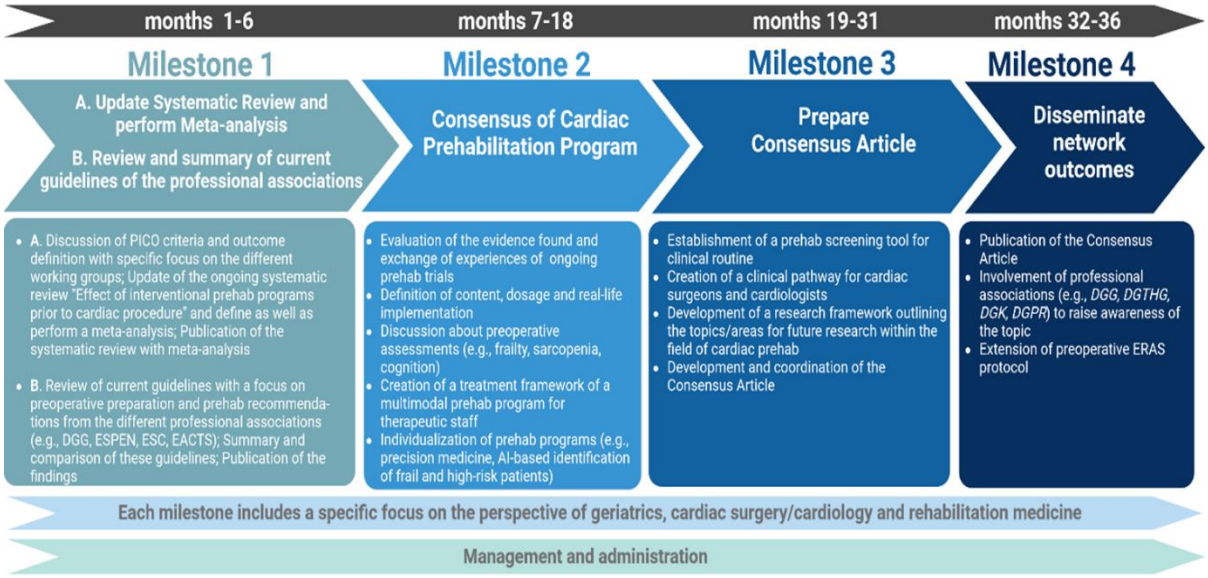

Abb. 8: Arbeitsprogramm und Zeitplan des wissenschaftlichen Netzwerkes zum Thema „Prehabilitation prior to cardiac procedure“ (erstellt mit BioRender.com)

Die Forschungsfragen der Kategorie 2 lauteten: „Welche Auswirkungen hat eine bewegungsbasierte Prähabilitation bei Erwachsenen vor elektivem herzchirurgischen Eingriff auf ausgewählte perioperative Parameter?“ (Steinmetz et al., 2023a), „Wie viele systematische Reviews mit Metaanalysen gibt es, welche die Auswirkungen einer bewegungsbasierten Prähabilitation untersucht haben und welche Erkenntnisse liefern diese?“ (Steinmetz et al., 2023c), „Welche Therapiebausteine werden im Rahmen der bewegungsbasierten Prähabilitation eingesetzt?“ (Steinmetz et al., 2023c), „Welche Prähabilitationsstudien werden zurzeit in Deutschland

durchgeführt und könnten zukünftig richtungsweisende Erkenntnisse in diesem Themenbereich liefern?“ (Steinmetz et al., 2023c)

Die im American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation veröffentlichte Übersichtsarbeit mit Meta-Analyse konnte zeigen, dass eine bewegungsbasierte Prähabilitation bei Erwachsenen vor elektivem herzchirurgischen Eingriff signifikant die postinterventionelle sowie die postoperative körperliche Funktionalität, gemessen anhand der 6-Minuten Gehstrecke, verbessert.

In vorherigen Reviews mit Metaanalysen konnten keine Aussagen über die Auswirkungen der Prähabilitation auf die körperliche Funktionalität, gemessen anhand der 6-Minuten Gehstrecke, gegeben werden. Marmelo et al. (2018) konnten keinen signifikanten postoperativen Effekt auf die 6-Minuten Gehstrecke aufdecken und begründeten dies mit fehlenden bzw. unzugänglichen Daten. Auch in der Metaanalyse von Yau et al. (2021) konnte postoperativ keine Aussage getroffen und keine Metaanalyse berechnet werden, da die Studien zu unterschiedlichen Messzeitpunkte die 6-Minuten Gehstrecke erhoben wurden. Dieselben Autoren fassten die 6-Minuten Gehstrecken zweier randomisierter kontrollierter Studien präoperativ zusammen, fanden aber keine signifikanten Ergebnisse und begründeten dies mit der unterschiedlichen Dauer der absolvierten Prähabilitationsinterventionen (Yau et al., 2021). Durch die im Rahmen meiner Dissertation erhobenen Datensätze war es erstmals möglich, Datensätze zusammenzuführen und eine Aussage über die Auswirkungen der bewegungsbasierten Prähabilitation auf die präals auch postoperative Entwicklung der 6-Minuten Gehstrecke zu treffen (Steinmetz et al., 2020).

Des Weiteren zeigten die Prähabilitationsteilnehmenden im Vergleich zur nicht-trainierenden Kontrollgruppe eine signifikante Verringerung der Krankenhausverweildauer um einen Tag. Bekannt ist, dass ein schlechter körperlicher Allgemeinzustand vor elektivem Eingriff am Herzen mit einem längeren Krankenhausaufenthalt, einer verlängerten postoperativen Beatmung und einer höheren perioperativen Morbidität und Mortalität verbunden ist (Cook et al., 2001; Smith et al., 2013). Unsere Ergebnisse gehen mit denen von Yau et al. (2021) einher, der ebenfalls eine Reduktion der Krankenhausverweildauer um einen Tag berichtete. Hulzebos et al. (2021) beschreiben eine signifikante Reduktion der Krankenhausverweildauer um bis zu drei Tage, wobei in dieser Meta-Analyse nicht nur bewegungsbasierte Prähabilitationsstudien inkludiert wurden, sondern auch weitere Maßnahmen, wie Atemtraining und Edukation.

Eine weitere Subgruppenanalyse zeigte ein um 66% verringertes Risiko im Auftreten von postoperativem Vorhofflimmern bei Patienten bis 65 Jahre, jedoch nicht bei Patienten über 65 Jah-

ren. Postoperatives Vorhofflimmern (postoperative atrial fibrillation, POAF) ist mit einer Inzidenz von 20% bis 40% einer der häufigsten postoperativen Komplikationen nach operativem Eingriff am Herzen (Asher et al., 1998; Eikelboom et al., 2021; Maisel et al., 2001). Vor allem ein hohes Alter ist ein bekannter Risikofaktor für die Entwicklung eines POAF (Bessissow et al., 2015; Mathew et al., 2004). Aus den genannten Gründen wäre die Ermittlung von Maßnahmen zur Verhinderung dieser Komplikation von großem klinischen Interesse. Unsere Ergebnisse bestätigen die von Yau et al. (2021), die eine Reduktion des POAF-Risikos um 25% berichteten.

Eine Limitation der Übersichtsarbeit war die geringe Anzahl inkludierter Artikel. Zudem waren Vergleiche zwischen den Studien zum Teil durch die erhebliche Heterogenität der von den verschiedenen Autoren verwendeten Methodik stark beeinträchtigt. Einige Studien enthielten keine detaillierte Beschreibung der durchgeführten bewegungsbasierten Prähabilitation. Auch die Berechnung der individuellen Trainingsintensität war nicht standardisiert. Darüber hinaus weisen alle eingeschlossenen Studien ein hohes Risiko eines Performance Bias auf, wobei eine Verblindung von Patienten und klinischem Personal aufgrund der Art der Intervention nicht möglich ist.

Um dem Punkt der mangelnden Berichterstattung in Prähabilitationsstudien entgegen zu wirken bin ich aktuell in einer Delphi-Befragung zum Thema „SOS-Prehab - Standards for reporting research methods, interventions and Outcomes in Surgical Prehabilitation“ involviert. Kanadische Kollegen der McGill University in Montreal haben mich aufgrund meiner Forschungsexpertise in diesem Gebiet angefragt, an der Befragung teilzunehmen. Absolviert wurden bisher zwei von drei Befragungsrunden. Dieses Projekt zielt darauf ab, einen Konsens über eine Checkliste für die Berichterstattung über die Prähabilitation zu erreichen, und zwar als Ergänzung der bestehenden CONSORT-2010 Statement. Das Ergebnis wird Mitte 2025 erwartet.

Nach wie vor unklar bleibt die Auswirkung eines bewegungsbasierten Prähabilitationsprogramms auf Vorhofflimmern oder die perioperative Mortalität. Es sind qualitativ hochwertige Studien erforderlich, um die Auswirkungen der bewegungsbasierten Prähabilitation auf die postoperative Genesung und die Lebensqualität zu bewerten.

Inwieweit eine präoperativ durchgeführt Spiroergometrie (CPET, cardiopulmonary exercise testing) Aufschluss über den postoperativen Zustand geben kann, untersuchen wir zurzeit mit niederländischen Kollegen der Universität Maastricht und der Universitätsmedizin Groningen anhand einer retrospektiven Analyse des Datensatzes aus meinem Dissertationsprojekt (Steinmetz, 2018; Steinmetz et al., 2020). Über den Zusammenhang präoperativer spiroergometrischer Datensätze und postoperativer Komplikationen in dieser Kohorte ist bisher nur wenig

bekannt. Der Titel des interdisziplinären Forschungsvorhabens lautet „The association of preoperative cardiorespiratory fitness parameters and postoperative outcomes in patients undergoing cardiac surgery“. Folgende Forschungsfragen gilt es zu beantworten: „Korrelieren niedrige präoperative CPET-Werte, die bis zu sieben Tage vor einer aortokoronaren Bypass-Operation erhoben wurden, mit einer hohen Punktzahl im kombinierten primären Endpunkt, der den Funktionsstatus, die Lebensqualität und schwerwiegende unerwünschte Ereignisse berücksichtigt?“ und „Korrelieren niedrige präoperative CPET-Werte, die bis zu sieben Tage vor einer aortokoronaren Bypass-Operation erhoben wurden, positiv mit der Dauer der mechanischen Beatmung, der Dauer des Krankenhausaufenthalts, der Wiederaufnahme auf die Intensivstation/Intermediate Care oder der Anzahl der postoperativen Komplikationen?“. Ergebnisse werden Ende 2024 erwartet.

Das in B&G veröffentlichte narrative systematische Review zeigt, dass zwischen 2012 und 2022 fünf systematische Übersichtsarbeiten mit Metaanalysen publiziert wurden, welche die Auswirkungen einer bewegungsbasierten Prähabilitation untersucht haben (n = 27, 3303 Patienten) (Steinmetz et al., 2023c). Die Erkenntnisse sind vielversprechend und belegen die Machbarkeit und Effektivität präoperativer Interventionen mit bewegungsbasiertem Schwerpunkt (Steinmetz et al., 2023c). Die Ergebnisse zeigen eine perioperative Steigerung der funktionellen Kapazität gemessen anhand der 6-Minuten-Gehstrecke (Steinmetz et al., 2023a). Sie belegen zudem, dass durch die Maßnahme eine signifikant verkürzte Krankenhausverweildauer (Hulzebos et al., 2012; Steinmetz et al., 2023a; Yau et al., 2021) und eine signifikante Reduktion postoperativer Komplikationen (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014; Steinmetz et al., 2023a), wie Vorhofflimmern (Steinmetz et al., 2023a) und pulmonale Komplikationen (Hulzebos et al., 2012; Marmelo et al., 2018; Snowdon et al., 2014) erzielt werden können.

Eine wesentliche Limitation dieser Übersichtsarbeiten stellt jedoch die enorme Heterogenität der eingeschlossenen Studien dar. Das gilt zum einen in Bezug auf die untersuchten Erfolgsparameter und die verschiedenen Beobachtungszeitpunkte. Ebenso unterscheiden sich die bisherigen Prähabilitationsstudien zum Teil deutlich in der inhaltlichen Ausgestaltung bezüglich Länge, Inhalte, Intensität und Betreuungskonzept. Auch multimodale Interventionsstudien sind bisher selten. Meist wurde nur ein Interventionsmodul im Rahmen der Prähabilitation adressiert (18 Studien). Zwei oder drei verschiedene Module wurden bisher erst selten oder kaum durchgeführt (6 bzw. 3 Studien). Aus prähabilitativen Interventionsstudien mit Krebspatienten ist jedoch bekannt, dass ein multimodaler Prähabilitationsansatz zumindest körperliches Bewegungstraining, Ernährungsberatung und psychologische Unterstützung umfassen sollte, um

wirksam zu sein (Le Roy et al., 2016). Evidente Schlussfolgerungen im Setting vor elektiven Eingriffen am Herzen fehlen - Parallelen scheinen jedoch naheliegend. Die Übersichtsarbeit zeigte zudem auf, dass es zurzeit keine Belege für die Wirkung einer multimodalen Prähabilitation vor interventionellen Eingriffen, wie z. B. kathetergestützten Herzklappeninterventionen gibt. Die bewegungsbasierte Prähabilitation könnte einen wesentlichen Betrag dazu leisten, die präoperative funktionelle Kapazität sowie die Selbstständigkeit der Patienten im Alltag nach dem Eingriff sicherzustellen. Um die bewegungsbasierte Prähabilitation als neue Versorgungsform zu etablieren, sind allerdings weitere qualitativ hochwertige Studien notwendig. Die beiden Prähabilitationsprojekte PRECOVERY (Steinmetz et al., 2023b) und PRÄP-GO (Schaller et al., 2022) könnten hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten. Beide Studien belegen, dass die Prähabilitation in den Fokus der Versorgungsforschung in Deutschland gerückt ist.

Die Forschungsfragen aus dem PRECOVERY Studienprotokoll (Steinmetz et al., 2023b) „Führt die Teilnahme an der Prähabilitationsmaßnahme ‚Karl-Heinz' zu einer Verbesserung der Lebensqualität und 1-Jahres Mortalität im Vergleich zur medizinischen Standardversorgung?", „Führt die Teilnahme an der Prähabilitationsmaßnahme ‚Karl-Heinz' zu Verbesserungen der Alltagsfunktion, der körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit, der Angst und Depression und der krankheitsspezifischen Lebensqualität?" und „Führt die Teilnahme an der Prähabilitationsmaßnahme ‚Karl-Heinz' im Vergleich zur medizinischen Standardversorgung nach 12 Monaten zu einer Reduzierung der Gesundheitskosten?" können nicht abschließend beantwortet werden, da die Rekrutierungsphase der Studie voraussichtlich noch bis März 2025 laufen wird. Zum jetzigen Zeitpunkt konnten 327 von 422 (70%) Patienten in PRECOVERY eingeschlossen werden. Nach anfänglichen Rekrutierungsproblemen wurde das Mindestalter von 75 Jahren auf 65 Jahre herabgesetzt und die Krankenkassenzugehörigkeit von ehemals nur Versicherten der AOK Niedersachen/Baden-Württemberg auf alle Krankenkassen ausgeweitet. Seit November 2023 verlief die Rekrutierung weitestgehend konstant mit ca. 23 eingeschlossenen Patienten pro Monat (siehe Abb. 9).

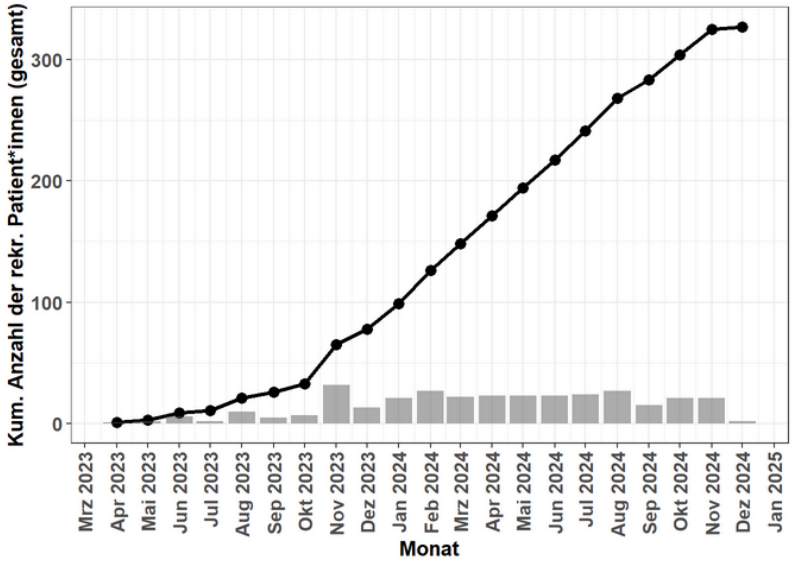

Abb. 9: Kumulative Anzahl der PRECOVERY-Teilnehmenden

Im Falle einer positiven Evaluation der neuen Versorgungsform „Karl-Heinz“ erfolgt die unmittelbare Übernahme als Gesundheitsleistung für AOK-Patienten. Im Rahmen der PRECOVERY-Hauptstudie findet neben der gesundheitsökonomischen Analyse ebenfalls eine Mixed Methods Prozessevaluation der ‚Karl-Heinz‘-Intervention durch die Allgemeinmedizin der Universitätsmedizin Göttingen statt. Die begleitende Prozessevaluation verfolgt drei Ziele: Erstens den Umsetzungsprozess zu verstehen, einschließlich der kontextuellen Hindernisse und Erleichterungen. Zweitens werden die Treue, die Dosis, die Anpassungen und die Reichweite der ‚Karl-Heinz‘-Intervention selbst untersucht. Drittens werden Daten über die ‚Karl-Heinz‘-Intervention und das Umfeld von den wichtigsten Beteiligten gesammelt. Das Studienprotokoll der Prozessevaluation, in welchem ich als Co-Autorin aktiv war, wurde im September 2024 bei BMC Trials eingereicht. Die Publikation wird Anfang 2025 veröffentlich werden.

3.3 Kategorie 3a „Rehabilitationsphase 1“

In Kategorie 3a wurde primär die Machbarkeit und Benutzerfreundlichkeit eines digitalen Sturzpräventionsprogrammes im Setting der geriatrischen Frührehabilitation untersucht. Die folgenden drei Forschungsfragen sollten im Rahmen dieser Feasibility Studie beantwortet werden: „Ist ein zusätzliches, zweiwöchiges digitales Sturzpräventionsprogramm mit visuellem Feedback im Setting der geriatrischen Frührehabilitation durchführbar?“, „Ist die technologiebasierte Plattform „Pixformance“ sowohl aus Sicht der Patienten als auch aus Sicht der Anwender nutzbar?“ und „Kann die Teilnahme an einem zweiwöchigen digitalen Sturzpräventionsprogramm das Sturzrisiko, die Mobilität, die kognitive Leistungsfähigkeit, die Handgriffkraft,

die Lebensqualität, Angst und Depression, den Frailty-Status, die funktionelle Unabhängigkeit und die Aktivitäten des täglichen Lebens der Patienten im Vergleich zu einer retrospektiven Vergleichskohorte verbessern?“. Alle Fragen beziehen sich auf den Artikel zum Thema “Use of a technology-based fall prevention program with visual feedback in the setting of early geriatric rehabilitation: a feasibility study” (Steinmetz et al., 2024d).

Kraaijkamp et al. (2021) veröffentlichten eine systematische Übersicht zum Thema eHealth im Rahmen der geriatrischen Rehabilitation. eHealth wird definiert als die Nutzung digitaler Informationen und Kommunikation zur Unterstützung und/oder Verbesserung der Gesundheit und der Gesundheitsversorgung (Kraaijkamp et al., 2021; van Lettow et al., 2019). Die Autoren fassen zusammen, dass eHealth häufig machbar ist und potenziell die Ergebnisse der geriatrischen Rehabilitation verbessern kann. Einfache eHealth-Interventionen sind für ältere Patienten, die eine geriatrische Rehabilitation erhalten, eher durchführbar (Kraaijkamp et al., 2021). „Pixformance“ kann als eine solche einfache eHealth-Intervention betrachtet werden. Ebenso kamen die Autoren zu dem Schluss, dass es an Belegen für die Benutzerfreundlichkeit mangelt, was eine Umsetzung behindert (Kraaijkamp et al., 2021).

Die in dieser Habilitationsschrift inkludierte Pilotstudie soll einen Beitrag dazu leisten, den Einsatz einer einfachen eHealth-Intervention zur Sturzprävention im Setting der GFR hinsichtlich der Machbarkeit und Benutzerfreundlichkeit sowohl aus Patienten als auch aus Anwendersicht zu beleuchten.

Die erhobenen Daten zu Studienbeginn zeigten einen hohen Anteil an Patienten mit Frailty und Sarkopenie, was mit einem erhöhten Sturzrisiko assoziiert ist und den Bedarf an einem Sturzpräventionsprogramm aufzeigt.

Die Forschungsfrage zur Machbarkeit des digitalen Sturzpräventionsprogramm muss mit „nein“ beantwortet werden, da nur 37% statt der angestrebten 80% der Teilnehmer sechs zusätzliche Trainingseinheiten im Setting der GFR innerhalb von zwei Wochen absolvierten. Die Hauptgründe, weshalb ein Training nicht stattfand, waren diagnostische Termine, Schmerzen oder Unwohlsein und Müdigkeit. Möglicherweise war die zusätzliche Trainingseinheit im Rahmen der umfangreichen GFR zu viel. Auch Fränzen et al. (2024) führte eine Pilotstudie zur Sturzprävention im gleichen Setting durch und untersuchte die Machbarkeit von Square-Stepping-Übungen als Form eines Sturzpräventionstrainings. Die angestrebte Mindestanzahl von sechs Trainingseinheiten war identisch zu denen in unserem Projekt (Fränzel et al., 2024; Steinmetz et al., 2024d). Das Programm erwies sich als durchführbar, wobei der Hauptunterschied zwischen unserer Intervention und der in Fränzel et al. (2024) absolvierten darin bestand, dass die Square-Stepping-Übungen als Teil der konventionellen Physiotherapie im Rahmen des

komplexen Therapiekonzepts durchgeführt wurde. In unserer Studie fand das Sturzpräventionsprogramm nachmittags zusätzlich zum Komplextherapiekonzept statt (Steinmetz et al., 2024d).

Untersucht wurde neben der Machbarkeit des technologiebasierten Sturzpräventionsprogramms ebenfalls die Benutzerfreundlichkeit unabhängig voneinander aus der Perspektive der Anwender und der Patienten (Steinmetz et al., 2024d). Hiermit wird den Empfehlungen von Kraaijkamp et al. gefolgt, um den Weg für eine mögliche spätere Implementierung in die GFR zu ebnen (Kraaijkamp et al., 2021). Die Benutzerfreundlichkeit aus Sicht der Patienten wurde erreicht, während die Anwender das Ziel von ≥ 75% nicht erreichten. Die Ergebnisse sind insofern überraschend, als eHealth häufig unzureichend auf altersbedingte Barrieren wie Kognition, körperliche Fähigkeiten, Wahrnehmung und Motivation angepasst ist (Jensen et al., 2018; Scott et al., 2017). „Pixformance“ als eine einfache eHealth-Intervention scheint für Patienten attraktiv zu sein. Eine weitere Studie zur Benutzerfreundlichkeit über technologiebasiertes Training bei älteren Patienten nach einer Hüftersatzoperation zeigte ebenso, dass die Kohorte gerne digitale Übungen durchführte (Ling et al., 2017).

Die Anwender waren weniger von der eHealth-Intervention „Pixformance“ überzeugt und haben vermehrt auf Anwendungsprobleme hingewiesen. Nur jeder zweite Befragte sprach sich dafür aus, das Gerät in Zukunft im Setting der GFR einzusetzen. Dem Item „ausgewählte Übungen können während des Trainings leicht angepasst werden“ stimmten nur 25% zu. Die niedrige Bewertung könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Übungen über eine separate Computerplattform geändert werden mussten. Die Therapeuten erklärten, dass nicht genügend Zeit zur Verfügung stand, um sich mit dem Gerät und der Trainingsplattform im Detail vertraut zu machen. Die Gründe dafür könnten in der Art der Studie liegen, die zusätzlich zu den normalen täglichen Aktivitäten der Anwender durchgeführt wurde (Li et al., 2012).

Die dritte Forschungsfrage bezieht sich auf Endpunkte, die erhoben wurden um herauszufinden welche Assessments im Rahmen eines Folgeprojektes sensitiv genug sind, um durch ein Sturzpräventionsprogramm hervorgerufene Effekte aufzuzeigen. Der Fokus dieser Diskussion richtet sich auf die unerwartete Entwicklung der Ergebnisse der Berg Balance Skala.

Interessanterweise wurde bei der retrospektiven Kontrollgruppe eine statistisch signifikante Verbesserung der Berg Balance Skala im Vergleich zur Interventionsgruppe festgestellt. Obwohl die Berg Balance Skala häufig in klinischen Einrichtungen bei älteren Menschen mit Gleichgewichtsstörungen zur Bewertung des Sturzrisikos eingesetzt wird (Berg et al., 1992; Steffen et al., 2002), scheint sie möglicherweise nicht das geeignete Assessmentinstrument zu sein, um die aus einem Sturzpräventionsprogramm resultierenden Veränderungen zu erfassen.

Grund hierfür könnte sein, dass die Berg Balance Skala in erster Linie Aufgaben beinhaltet, die im Sturzpräventionsprogramm nicht trainiert wurden, wie z.B. „Gegenstand vom Boden aufheben“ oder „sich drehen, um nach hinten zu schauen“. Für ein Folgeprojekt scheint die Short Physical Performance Battery ein geeigneteres Assessmentinstrument zu sein. Zur Messung der Mobilität von Patienten im Setting der geriatrischen Frührehabilitation hat die Short Physical Performance Battery die höchste Sensitivität gezeigt (Heldmann et al., 2019; Martínez-Velilla et al., 2016).

Es bleibt festzuhalten, dass in weiteren Studien das digitale Sturzpräventionsprogramm als integrierter Bestandteil der geriatrischen Komplextherapie erforscht, die Intensität des Sturzpräventionsprogramms durch Einbeziehung eines digitalen Balancepads oder von Komponenten der Square-Stepping Übungen erhöht und der Fortschritt von der Aufnahme bis zur Entlassung unter Verwendung der Short Physical Performance Battery anstelle der Berg Balance Skala bewertet werden sollte.

3.4 Kategorie 3b „Rehabilitationsphase 2“

Die in der Studienkategorie 3b enthaltenen Artikel wurden im Setting der stationären kardiologischen Rehabilitation an vier verschiedenen Standorten in Deutschland erhoben. Das Studienvorhaben galt als Vorstudie zu PRECOVERY. In erster Linie sollte die Patientenkohorte zum Zeitpunkt der Rehabilitation nach Eingriff am Herzen aus verschiedenen Perspektiven kennengelernt werden und daraufhin ein adäquates Studiendesign inklusive Assessmentauswahl und Behandlungsmanual erstellt werden.

Aus dem Datensatz sind zwei Publikationen entstanden worin jeweils drei Hauptforschungsfragen beantwortet wurden (Steinmetz et al., 2024b; Steinmetz et al., 2024a).

In dem Artikel „The prevalence and impact of sarcopenia in older cardiac patients undergoing inpatient cardiac rehabilitation – results from a prospective, observational cohort pre-study“ lauteten die Fragen: „Führt die Teilnahme an einer stationären kardiologischen Rehabilitation nach einem Eingriff am Herzen zu einer Verbesserung des Sarkopenie-Status drei Monate nach der Eingangsuntersuchung?“, „Wie hoch ist die Prävalenz der Sarkopenie in der PRECOVERY-Kohorte zum Zeitpunkt der stationären kardiologischen Rehabilitation?“ und „Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Sarkopenie-Status und der funktionellen Kapazität zu Studienbeginn?“

In der Veröffentlichung zum Thema „Evaluation of frailty in geriatric patients undergoing cardiac rehabilitation after cardiac procedure: results of a prospective, cross-sectional study“

wurde den folgenden Fragen nachgegangen: „Eignet sich die Clinical Frailty Scale für die Beurteilung von Frailty in der kardiologischen Rehabilitation?“, „Besteht ein Zusammenhang zwischen der Clinical Frailty Scale und der funktionellen Kapazität als auch den Aktivitäten des täglichen Lebens?“ und „Besteht ein Zusammenhang zwischen der Clinical Frailty Scale und klinischen Parametern?“

Im Folgenden werden die einzelnen Forschungsfragen beantwortet und anhand der aktuellen Evidenz diskutiert.

Der SARC-F-Fragebogen ist ein nützliches Screening-Instrument, wird von der Europäischen Arbeitsgruppe für Sarkopenie bei älteren Menschen (European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP) empfohlen und zielt darauf ab, Selbstberichte von Patienten über Anzeichen zu erfassen, die charakteristisch für Sarkopenie sind (Cruz-Jentoft et al., 2018). Er eignet sich besonders zur Bewertung der eingeschränkten körperlichen Funktion bei älteren Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen, wird aber im klinischen Umfeld selten eingesetzt (Tanaka et al., 2017).

Zum Zeitpunkt der stationären kardiologischen Rehabilitation lag die Prävalenz der Sarkopenie in der PRECOVERY-Kohorte bei 35% (SARC-F Score ≥ 4 Punkte) (Steinmetz et al., 2024a). Das Ergebnis spiegelt sich in den Arbeiten von Harada et al. (2017) und Tanaka et al. (2017) wider, die in ähnlichen Settings Zahlen von 26.8% bis 28.0% berichtet. Die geringere Anzahl an positiv auf Sarkopenie gescreenten Patienten in der Kohorte von Tanaka et al. könnte an dem geringeren Alter (75.8 ± 6.7 versus 79.7 ± 4.0 Jahre) oder der Tatsache liegen, dass nur 35.3% der Kohorte eine Bypass-Operation hatten, wohingegen in unserer Kohorte die Bypass-Operation zu den Einschlusskriterien gehörte (Steinmetz et al., 2024a; Tanaka et al., 2017).

Bei der Follow-Up Untersuchung drei Monate nach der stationären kardiologischen Rehabilitation waren 23% der Kohorte sarkopen (Steinmetz et al., 2024a). Eine Subgruppenanalyse derer, die während der stationären kardiologischen Rehabilitation sarkopen waren, zeigte einen signifikanten Rückgang der SARC-F-Scores nach drei Monaten. In der Gesamtkohorte konnten keine Veränderungen festgestellt werden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass insbesondere sarkopene Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen von einer multimodalen stationären kardiologischen Rehabilitation profitieren (Steinmetz et al., 2024a). Diese Annahme wird durch die Ergebnisse von Harada et al. (2017) gestützt, die u.a. signifikante Verbesserungen der Ganggeschwindigkeit, der Muskel- und Handgriffkraft und des Barthel-Index als Beleg für den Erfolg der stationären kardiologischen Rehabilitation bei dieser Kohorte aufzeigen konnten.

Positiv auf Sarkopenie gescreente Patienten schnitten zu Studienbeginn in allen Funktionstests signifikant schlechter ab als nicht-sarkopene Patienten. Auch in der Studie von Tanaka et al. (2017) zeigten kardiovaskuläre Patienten in der sarkopenen Gruppe (SARC-F score ≥ 4) signifikant eine geringere Handgriff-, Bein- und Atemmuskulaturkraft, eine reduzierte Ganggeschwindigkeit und niedrigere Scores der Short Physical Performance Battery als auch kürzere Distanzen im 6-Minuten Gehtest auf als die Gruppe der nicht-sarkopenen.

Es bleibt zusammenzufassen, dass die Inzidenz von Sarkopenie bei älteren Patienten, die nach einem Eingriff am Herzen in einer stationären kardiologischen Rehabilitation sind, hoch ist (35%) und auch nach drei Monaten noch hoch bleibt (23%). Patienten mit Sarkopenieverdacht haben eine signifikant schlechtere funktionelle Kapazität. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass vor allem diese Patientengruppe von einer Prähabilitation zur physischen und psychischen Stabilisierung vor einem elektiven Eingriff am Herzen profitieren könnte, um so die perioperativen Ergebnisse zu verbessern, die funktionelle Kapazität zu erhöhen und unerwünschte Wirkungen entgegenzuwirken.

Über 40% der älteren Patienten, die sich nach einem Eingriff am Herzen in einer stationären kardiologischen Rehabilitation befinden, sind laut Assessment mit der Clinical Frailty Scale frail (Steinmetz et al., 2024b). Im Setting der stationären kardiologischen Rehabilitation ist Frailty ein oftmals unerkannter Zustand. Aktuelle Studien im gleichen Setting verwenden diverse Assessments, wie z.B. den Frailty Index, die Kriterien nach Fried oder ein umfassendes geriatrisches Assessment (Comprehensive Geriatric Assessment) zur Erhebung von Frailty, was die Vergleichbarkeit untereinander erschwert (Bencivenga et al., 2022; Kehler et al., 2020; Lutz et al., 2020; Manfredi et al., 2019; Quach et al., 2023). Hinzu kommt, dass alle diese Methoden sehr unterschiedlich, zeitaufwändig, ressourcenintensiv und zum Teil körperlich anstrengend für die multimorbiden, älteren Patienten sind. Solche Frailty-Assessments sind im Rahmen von Studien möglicherweise praktikabel, nicht aber in der täglichen Routine der stationären kardiologischen Rehabilitation (Steinmetz et al., 2024b). Die Clinical Frailty Scale ist ein einfacher klinischer Test, mit dem Patienten nach einem kardiologischen Eingriff bei Eintritt in die Rehabilitation auf Frailty untersucht werden können und der in weniger als einer Minute durchgeführt werden kann (Steinmetz et al., 2024b). Keine der oben genannten Studien korrelierte die Ergebnisse der Frailty mit körperlichen oder anderen klinischen Ergebnissen. Stattdessen lag der Fokus auf der Entwicklung von Frailty während des stationären Aufenthalts oder auf dem Zusammenhang zwischen dem Frailty-Status während der kardiologischen Rehabilitation und langfristigen Outcomes (Bencivenga et al., 2022; Kehler et al., 2020; Lutz et al., 2020; Manfredi et al., 2019; Quach et al., 2023). Der Frailty-Status korreliert erwartungsgemäß

signifikant mit einer schlechteren funktionellen Kapazität, Einschränkungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens und einigen klinischen Parametern, wie z.B. einer höheren Anzahl an Komorbiditäten und einem offiziell anerkannten Pflegebedarf.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Bewertung der Frailty mit Hilfe der Clinical Frailty Scale im Rahmen der stationären kardiologischen Rehabilitation machbar ist. Diese Ergebnisse können für die Planung weiterer Studien mit ähnlichen geriatrischen Kohorten genutzt werden, die den gesamten Behandlungspfad von der klinischen präoperativen Evaluation über den Eingriff und die stationäre kardiologische Rehabilitation bis hin zu langfristigen Nachsorgeprogramme umfassen. Abzuwarten bleibt, welche weiteren Studien dem „Call to Action" der European Association of Preventive Cardiology (EAPC) folgen und für weitere neue Erkenntnisse sorgen.

Auch in Zukunft möchte ich einen wissenschaftlichen Beitrag mit Kollegen in der Phase 3 der kardiologischen Rehabilitation leisten. Im Februar 2024 konnten wir erfolgreich in Kooperation mit dem Rehazentrum Rainer Junge GmbH eine Herzgruppe für schwer herzkranke Patienten implementieren. Diese Gruppe wird über ein Jahr lang wissenschaftlich begleitet. Durchgeführt wird eine longitudinale Pilotstudie zu der Fragestellung „Kann die Teilnahme an einer Herzsportgruppe für schwer herzkranke Patienten die Lebensqualität, soziale Teilhabe sowie die körperliche und kognitive Leistungsfähigkeit steigern?". Die Publikation der Ergebnisse ist für Mitte 2025 geplant. Zurzeit gibt es nur eine Publikation in diesem Bereich, welche diese Kohorte in jenem Setting untersuchte (Güder et al., 2022).

Abschließend erfolgt die Darstellung eines optimalen Versorgungsmodels basierend auf ausgewählten Artikeln dieser Habilitationsschrift. Der Fokus liegt auf der Prähabilitation als auch der Rehabilitationsphase 2 und der Versorgung eines Patienten mit kardiovaskulärer Erkrankung.

Nach Erhalt der Diagnose zur elektiven aortokoronaren Bypass-Operation in drei Wochen wird der Patient zu einer zweiwöchigen stationären Prähabilitation in eine dem Heimatort nahegelegene kardiologische Rehabilitationseinrichtung aufgenommen. Im Anschluss an die Aufnahme erfolgen die ärztliche Anamnese und die Durchführung verschiedenster Assessments zur Diagnostik u.a. der körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit. Ab Tag zwei der stationären Prähabilitation erhält der Patient eine auf seine Bedürfnisse angepasste und individuell dosierte multimodale Prähabilitation, mindestens bestehend aus den Modulen „Sport- und Bewegungstherapie", „Atemtherapie", „Ernährungstherapie" und „psychologische Therapie". Die Ausgestaltung der Module als auch das Vorgehen der Belastungssteigerung im Modul „Sport- und Bewegungstherapie" entsprechen dem im Behandlungsmanual „Karl-Heinz" dargestellten In-

halten, welches als Anhang des PRECOVERY Studienprotokolls veröffentlicht wurde (Steinmetz et al., 2023b). Im Anschluss an die Prähabilitationsmaßnahme verbringt der Patient drei Tage zu Hause bevor die Krankenhausaufnahme als auch der operative Eingriff stattfinden. Die aortokoronare Bypass-Operation verläuft komplikationslos, so dass der Patient nach einem 7-tägigen Krankenhausaufenthalt direkt in die dreiwöchige Anschlussheilbehandlung (AHB) überführt werden kann. Das Frailty- und Sarkopenie Screening zu Rehabilitationsaufnahme erfolgt, der Patient zeigt keine Anzeichen für ein beginnendes Frailty-Syndrom. Im Rahmen der kardiologischen Rehabilitationsmaßnahme erhält der Patient u.a. eine Aufklärung des Sozialdienstes zum Thema „langfristige Nachsorge“ und die Empfehlung sich einer Herzsportgruppe anzuschließen, um den Rehabilitationserfolg langfristig zu stabilisieren. Nach der dreiwöchigen AHB ist der Patient nahezu schmerzfrei und durch die absolvierten multimodalen Verhaltensinterventionen motiviert und in der Lage einem gesunden Lebensstil nachzukommen. Der Patient hat sich wenige Wochen nach AHB-Ende einer Herzsportgruppe im Sportverein seines Heimatortes angeschlossen und trifft sich seither einmal wöchentlich mit Gleichgesinnten zum gemeinsamen Sporttreiben. Zudem sucht der Patient einmal jährlich seinen Facharzt auf, um u.a. ein Belastungs-EKG durchzuführen und anhand dessen die Trainingsbelastung in Abstimmung mit seinem Kardiologen anzupassen. Dadurch wird das Training progressiv und effizient an den Zustand des Patienten angepasst.

4 AUSBLICK

Die vorliegende kumulative Habilitationsschrift gibt eine Übersicht der interdisziplinären Forschung auf dem Gebiet der Primärprävention, der Prähabilitation als auch der Phase 1 und 2 Rehabilitation. Es wird deutlich, dass die Sportwissenschaft in der Primärprävention und zu den verschiedenen Zeitpunkten auf dem Behandlungspfad bei unterschiedlichen Krankheitsentitäten einen zentralen Stellenwert einnimmt und mit ihren verschiedenen Forschungsdisziplinen einen wertvollen Beitrag leisten kann. Bei der geriatrischen sowie der kardiovaskulären Patientenklientel handelt es sich häufig um eine ältere und multimorbide Kohorte, was die Interdisziplinarität in diesem Forschungsgebiet essentiell macht.

Zukünftig sind in allen vier beschriebenen Bereichen weitere Forschungen nötig, um die bestehenden Forschungslücken zu schließen.

In der Primärprävention des kognitiven Abbaus werden weitere longitudinale und vor allem multimodale Studien nötig sein, um u.a. die Mechanismen der körperlichen Aktivität unter Berücksichtigung genetischer (z. B. ApoE-Status), biologischer (z. B. Amyloidpositivität) und klinischer (z. B. kardiovaskuläre Komorbidität) Risikoprofile zu untersuchen (Ngandu et al., 2015; Steinmetz et al., 2024c). Auch erste innovative digitale Ansätze zum eigenverantwortlichen Umgang mit aktuellen Präventionsansätzen finden den Weg in die Praxis. Derzeit wird mit der App Neuronation beispielsweise kognitives Training als Digitale Gesundheitsanwendung angeboten und kann mittels Rezept für Menschen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung verordnet werden, wobei die Zulassung auf den Interimsanalysen einer aktuell noch laufenden Studie beruht (Ferizaj et al., 2023). Eine weitere App mit dem Ziel der Demenzprävention ist Memodio, welches eine multimodale Intervention basierend auf der FINGER-Intervention anbietet und über AOK plus erstattet werden kann. Weitere Ansätze u.a. auf Basis von Verhaltensaktivierung sind in Entwicklung. Hier ist mit einem rasch zunehmenden Angebot und Evidenz zu rechnen (Steinmetz et al., 2024c).

Trotz zunehmender Anzahl von Eingriffen am Herzen bei älteren Menschen und steigender Evidenz gibt es in Deutschland kein strukturiertes Prähabilitationsprogramm für Patienten vor elektivem Eingriff am Herzen, welches auf die Bedürfnisse und den Bedarf dieser Patientengruppe zugeschnitten ist und über alle beteiligten Sektoren im Gesundheitswesen koordiniert wird. Die durch den G-BA finanzierten großen Prähabilitationsstudien belegen, dass die Prähabilitation in den Fokus der Versorgungsforschung in Deutschland gerückt ist. Es gilt in Zukunft die Heterogenität der Studienlage zu beheben, so dass aussagekräftige Metaanalysen berechnet

und richtungsweisende Schlussfolgerungen gezogen werden können. Im kürzlich veröffentlichten Konsensusartikel der Enhanced Recovery After Cardiac Surgery Society (ERAS), ERAS International Society und der Society of Thoracic Surgeons zur perioperativen Versorgung in der Herzchirurgie wird die Forschungslücke sogar spezifiziert (Gregory et al., 2024). Es benötigt Antworten auf die Fragen, wie lange die Prähabilitation dauern muss, um wirksam zu sein, ist sie sicher und welche Komponenten sind mindestens erforderlich, um einen Nutzen zu erzielen (Gregory et al., 2024; McIsaac et al., 2022). Prospektive Studien zur Prähabilitation vor elektiven Eingriffen am Herzen werden zurzeit durchgeführt, eine darunter ist PRECOVERY (Steinmetz et al., 2023b) und es ist zu hoffen, dass die Ergebnisse zu klinischen Empfehlungen führen werden (Gregory et al., 2024). Richtungsweisende Erkenntnisse werden auch durch das von der DFG geförderte internationale Expertennetzwerk zur „Prehabilitation prior to cardiac procedure“ und der Delphi-Befragung erwartet. Durch die zahlreichen Mitgliedschaften der Mitglieder und Interessenten in unterschiedlichen Fachgesellschaften wird zudem die Dissemination der Ergebnisse angestrebt.

Die geriatrische Frührehabilitation ist ein spezieller Ansatz für ältere Patienten in Deutschland, die aufgrund akuter gesundheitlicher Ereignisse eine frührehabilitative Behandlung benötigen, um primär die Selbstständigkeit und Lebensqualität zu erhalten (Stier-Jarmer et al., 2002). Es existiert in der geriatrischen Komplextherapie zurzeit kein evidenzbasiertes, standardisiertes und fest implementiertes Sturzpräventionsprogramm. Erste Pilotstudien, wie beispielsweise von Fränzel et al. (2024) und Steinmetz et al. (2024d) nehmen sich dem Themenfeld an und erproben Methoden zur Sturzprävention, wie der „Square-stepping exercise“ oder eines digitalen Sturzpräventionsprogramms. Zukünftig gilt es die Erfahrungen aus den Pilotstudien zusammenzutragen, um individualisierte auf den jeweiligen Patienten zugeschnittene Interventionen zur Sturzprävention unter Einbezug von digitalen Hilfsmitteln (eHealth) zu erstellen und diese in randomisierten kontrollierten Multicenterstudien oder nach dem Stepped-Wedge-Design zu evaluieren. Erste Ideen für eine Folgestudie bestehen darin, die Studienintervention in die physiotherapeutische Komplextherapie zu integrieren, die Intensität des Sturzpräventionsprogramms durch Einbeziehung eines digitalen Balancepads oder von Komponenten der Square-Stepping Übungen zu erhöhen und den Fortschritt von der Aufnahme bis zur Entlassung unter Verwendung der Short Physical Performance Battery anstelle der Berg Balance Skala zu bewerten. Das übergeordnete Ziel sollte sein, das bestmögliche Ergebnis für den Patienten zum Zeitpunkt der Entlassung zu erreichen.

Die Studien der Phase 2 aus der kardiologischen Rehabilitation haben eindrucksvoll gezeigt, dass die in PRECOVERY eingeschlossene Kohorte postoperativ/-interventionell einen hohen

Anteil an sarkopenen und frailen Patienten aufzeigt. Abzuwarten bleibt, inwieweit eine multimodale Prähabilitation vor elektivem Eingriff am Herzen hier vorbeugen kann und ob eine ergänzende langfristige Nachsorge in Form von Herzgruppen Frailty und Sarkopenie entgegenwirkt. Die beiden Studien PRECOVERY und PRÄP-GO als auch die Ergebnisse der longitudinalen Pilotstudie zu der Fragestellung „Kann die Teilnahme an einer Herzsportgruppe für schwer herzkranke Patienten die Lebensqualität, soziale Teilhabe sowie die körperliche und kognitive Leistungsfähigkeit steigern?“ werden hier in den kommenden Monaten weitere Erkenntnisse liefern. Abschließend gilt es, das Personal in kardiologischen Rehabilitationseinrichtungen für ein standardisiertes Frailty-Assessment zu sensibilisieren, um der älteren Kohorte individualisierte, an die Bedürfnisse angepasste Rehabilitationsprogramme anbieten zu können und dadurch den Rehabilitationserfolg zu steigern.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Diese kumulative Habilitationsschrift beinhaltet sieben Publikationen und ein als Anlage veröffentlichtes Behandlungsmanual. Alle inkludierten Artikel stellen einen Bezug zur bewegungsbasierten Interventionsforschung in der Primärprävention und zu verschiedenen Zeitpunkten während des Behandlungspfades von Patienten mit kardiovaskulären und geriatrischen Krankheitsbildern dar. Ein besonderer Fokus liegt auf der Primärprävention des kognitiven Abbaus, der Prähabilitation vor Eingriffen am Herzen, der geriatrischen Frührehabilitation und der stationären kardiologischen Rehabilitation. Herausgearbeitet wurde in diesem interdisziplinären Kontext zudem der Stellenwert der Sportwissenschaft mit ihren Forschungsdisziplinen der Sportmedizin und Trainingswissenschaft.

Es konnte aufgezeigt werden, dass die Risikofaktoren für die Entstehung von kardiovaskulären und dementiellen Erkrankungen zum Teil identisch sind, was den Stellenwert der Primärprävention im mittleren Lebensalter hervorhebt. Eine regelmäßige körperliche Aktivität in Anlehnung an die WHO-Empfehlungen stellt eine der zentralen präventiven Maßnahme dar. Experten vermuten, dass sich Erfolge in der Prävention und Therapie von kardiovaskulären und zerebrovaskulären Krankheiten auch in positiven Veränderungen der Demenzraten widerspiegeln. Durch gezielte körperliche Aktivitätsempfehlungen und bewegungsbasierte Interventionen zu verschiedenen Zeitpunkten kann die Sportwissenschaft dazu beitragen, Patienten auf dem Weg hin zu einer gesundheitlichen Eigenverantwortung individuell zu unterstützen. Übergeordnetes Ziel, in Anlehnung an bestehende Rehabilitationsziele, ist eine langfristige Teilhabe am alltäglichen Leben und die Vermeidung einer Pflegebedürftigkeit.

Studien zur Prähabilitation vor elektivem Eingriff am Herzen weisen größten Teils eine hohe Heterogenität hinsichtlich der absolvierten Interventionen als auch der zu verschiedenen Erhebungszeitpunkten durchgeführten Assessments auf. Evident ist, dass eine bewegungsbasierte Prähabilitation vor geplanten Eingriff am Herzen die perioperative funktionelle Kapazität steigert, die Krankenhausverweildauer verkürzt und postoperative Komplikationen, wie Vorhofflimmern und pulmonale Komplikationen, reduziert. Nach wie vor unklar ist, wie lange eine Prähabilitation dauern muss, um wirksam zu sein und welche Komponenten mindestens erforderlich sind, um einen Nutzen zu erzielen.

Die geriatrische Frührehabilitation stellt eine Möglichkeit dar, bei älteren Patienten mit einer krankenhausassoziierte Verschlechterung des Allgemeinzustandes den Funktionseinbußen, wie beispielsweise Muskelatrophie der unteren Extremitäten und Gleichgewichtsstörungen durch die dort angebotene Komplextherapie entgegenzuwirken. Zurzeit gibt es kein evidenzbasiertes

Sturzpräventionsprogramm im Setting der geriatrischen Frührehabilitation. Anhand des durchgeführten zweiwöchigen digitalen Sturzpräventionsprogramms konnten wertvolle Erkenntnisse für zukünftige Studien in diesem Bereich gesammelt werden. Zum einen befürworten die Patienten die digitale Trainingsform sehr, zum anderen war die Machbarkeit nicht gegeben, da das Programm nicht Bestandteil der Komplextherapie war. Zudem kam zum Vorschein, dass sich die Berg Balance Skala nicht für den Einsatz eignet, um durch Sturzpräventionsprogramme hervorgerufene Veränderungen aufzuzeigen. In Zukunft empfiehlt sich die Verwendung der Short Physical Performance Battery.

Die PRECOVERY Vor-Studien, welche in vier stationären Rehabilitationseinrichtungen durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass zum Zeitpunkt der kardiologischen Anschlussheilbehandlung der Anteil an sarkopenen und frailen Patienten nach Eingriff am Herzen sehr hoch ist und auch nach drei Monaten der Anteil sarkopener Patienten hoch bleibt. Das unterstreicht die Wichtigkeit der Implementation eines standardisierten Fraily-Assessments zu Rehabilitationsaufnahme mit beispielsweise der Clinical Frailty Scale, um das Rehabilitationsprogramm an die Bedürfnisse der frailen Patienten anzupassen. Ebenso kann eine multimodale Prähabilitation vor geplantem Eingriff am Herzen dazu beitragen, den postoperativen/-interventionellen Zustand zu verbessern. Die aktuell laufenden, durch den G-BA finanzierten Multicenterstudien PRECOVERY und PRÄP-GO werden hier zeitnahe Erkenntnisse liefern.

6 LITERATURVERZEICHNIS

Afentakis, A. & Maier, T. (2010). *Projektionen des Personalbedarfs und -angebots in Pflegeberufen bis 2025*. Abruf unter https://pflegegesellschaft-rlp.de/fileadmin/pflegegesellschaft/Dokumente/Dokumente_2011/Projektionen_des_Personalbedarfs_und_-angebots_in_Pflegeberufen_bis_2025_-_11-2010.pdf

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. (2019). *S3 – Leitlinie zur kardiologischen Rehabilitation (LL-KardReha) im deutschsprachigen Raum Europas, Deutschland, Österreich, Schweiz (D-A-CH), Langversion - Teil 1*. Abruf unter https://register.awmf.org/assets/guidelines/133-001l_S3-Kardiologische-Rehabilitation-in-D-A-CH_2020-12_verlaengert.pdf

Arthur, H. M., Daniels, C., McKelvie, R., Hirsh, J. & Rush, B. (2000). Effect of a preoperative intervention on preoperative and postoperative outcomes in low-risk patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery. A randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine*, *133*(4), 253–262. https://doi.org/10.7326/0003-4819-133-4-200008150-00007

Asher, C. R., Miller, D. P., Grimm, R. A., Cosgrove, D. M. & Chung, M. K. (1998). Analysis of risk factors for development of atrial fibrillation early after cardiac valvular surgery. *The American Journal of Cardiology*, *82*(7), 892–895. https://doi.org/10.1016/s0002-9149(98)00498-6

Beise, U., Heimes, S. & Schwarz, W. (2013). *Gesundheits- und Krankheitslehre*. Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-36984-1

Bencivenga, L., Femminella, G. D., Ambrosino, P., Bosco, Q., Lucia, C. de, Perrotta, G., Formisano, R., Komici, K., Vitale, D. F., Ferrara, N., Maniscalco, M., Cacciatore, F., Papa, A. & Rengo, G. (2022). Role of frailty on cardiac rehabilitation in hospitalized older patients. *Aging Clinical and Experimental Research*, *34*(11), 2675–2682. https://doi.org/10.1007/s40520-022-02220-x

Benzinger, P., Eidam, A. & Bauer, J. M. (2021). Klinische Bedeutung und Erfassung von Frailty. *Basiskurs Geriatrie*, 1–9. Abruf unter https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8350925/pdf/40407_2021_Article_12.pdf

Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I. & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health, 83 Suppl 2*, S7-11.

Bessissow, A., Khan, J., Devereaux, P. J., Alvarez-Garcia, J. & Alonso-Coello, P. (2015). Post-operative atrial fibrillation in non-cardiac and cardiac surgery: an overview. *Journal of Thrombosis and Haemostasis, 13 Suppl 1*, S304-12. https://doi.org/10.1111/jth.12974

Bickel, H., Ander, K.-H., Brönner, M., Etgen, T., Gnahn, H., Gotzler, O., Poppert, H., Pürner, K., Sander, D. & Förstl, H. (2012). Reduction of Long-Term Care Dependence After an 8-Year Primary Care Prevention Program for Stroke and Dementia: The INVADE Trial. *Journal of the American Heart Association*, *1*(4), e000786. https://doi.org/10.1161/JAHA.112.000786

Bjarnason-Wehrens, B., Held, K., Hoberg, E., Karoff, M. & Rauch, B. (2007). Deutsche Leitlinie zur Rehabilitation von Patienten mit Herz-Kreislauferkrankungen (DLL-Kard-Reha). *Clinical Research in Cardiology Supplements*, *2*, III1–III54.

Brown, C. J., Friedkin, R. J. & Inouye, S. K. (2004). Prevalence and outcomes of low mobility in hospitalized older patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, *52*(8), 1263–1270. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52354.x

Buta, B. J., Walston, J. D., Godino, J. G., Park, M., Kalyani, R. R., Xue, Q.-L., Bandeen-Roche, K. & Varadhan, R. (2016). Frailty assessment instruments: Systematic characterization of the uses and contexts of highly-cited instruments. *Ageing Research Reviews*, *26*, 53–61. https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.12.003

Buurman, B. M., Hoogerduijn, J. G., Haan, R. J. de, Abu-Hanna, A., Lagaay, A. M., Verhaar, H. J., Schuurmans, M. J., Levi, M. & Rooij, S. E. de (2011). Geriatric conditions in acutely hospitalized older patients: prevalence and one-year survival and functional decline. *PLOS ONE*, *6*(11), e26951. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026951

Caplan, G. (1964). *Principles of Preventive Psychiatry*. Basic Books.

Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, *100*(2), 126–131.

Cerri, A. P., Bellelli, G., Mazzone, A., Pittella, F., Landi, F., Zambon, A. & Annoni, G. (2015). Sarcopenia and malnutrition in acutely ill hospitalized elderly: Prevalence and outcomes. *Clinical Nutrition*, *34*(4), 745–751. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.015

Checa-Lopez, M., Rodriguez-Laso, A., Carnicero, J. A., Solano-Jaurrieta, J. J., Saavedra Obermans, O., Sinclair, A., Landi, F., Scuteri, A., Álvarez-Bustos, A., Sepúlveda-Loyola, W. & Rodriguez-Manas, L. (2023). Differential utility of various frailty diagnostic tools in non-geriatric hospital departments of several countries: A longitudinal study.

European Journal of Clinical Investigation, *53*(7), e13979. https://doi.org/10.1111/eci.13979

Cook, J. W., Pierson, L. M., Herbert, W. G., Norton, H. J., Fedor, J. M., Kiebzak, G. M., Ramp, W. K. & Robicsek, F. (2001). The influence of patient strength, aerobic capacity and body composition upon outcomes after coronary artery bypass grafting. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*, *49*(2), 89–93. https://doi.org/10.1055/s-2001-11703

Covinsky, K. E., King, J. T., Quinn, L. M., Siddique, R., Palmer, R., Kresevic, D. M., Fortinsky, R. H., Kowal, J. & Landefeld, C. S. (1997). Do acute care for elders units increase hospital costs? A cost analysis using the hospital perspective. *Journal of the American Geriatrics Society*, *45*(6), 729–734. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1997.tb01478.x

Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M. & Zamboni, M. (2018). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, *48*(1), 16–31. https://doi.org/10.1093/ageing/afy169

Deeken, F., Sánchez, A., Rapp, M. A., Denkinger, M., Brefka, S., Spank, J., Bruns, C., Arnim, C. A. F. von, Küster, O. C., Conzelmann, L. O., Metz, B. R., Maurer, C., Skrobik, Y., Forkavets, O., Eschweiler, G. W. & Thomas, C. (2022). Outcomes of a Delirium Prevention Program in Older Persons After Elective Surgery: A Stepped-Wedge Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Surgery*, *157*(2), e216370. https://doi.org/10.1001/jamasurg.2021.6370

Dent, E., Martin, F. C., Bergman, H., Woo, J., Romero-Ortuno, R. & Walston, J. D. (2019). Management of frailty: opportunities, challenges, and future directions. *Lancet*, *394*(10206), 1376–1386. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31785-4

Deutsche Herzstiftung (Hrsg.). (2022). *34. Herzbericht*. Abruf unter https://epaper.herzstiftung.de/epaper/ausgabe.pdf

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. (2012). *ICF Version 2005*. Abruf unter https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icf/icfhtml2005/zusatz-02-vor-einfuehrung.htm#text15

DGN e. V. & DGPPN e. V. (Hrsg.) S3-Leitlinie Demenzen, Version 4.0, 28.11.2023. Abruf unter https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/038-013

Eikelboom, R., Sanjanwala, R., Le, M.-L., Yamashita, M. H. & Arora, R. C. (2021). Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Annals of Thoracic Surgery*, *111*(2), 544–554. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.05.104

Ferizaj, D., Stamm, O., Perotti, L., Martin, E. M., Ophey, A., Rekers, S., Scharfenberg, D., Oelgeschläger, T., Barcatta, K., Seiler, S., Funk, J., Benoy, C., Finke, C., Kalbe, E., Finke, K. & Heimann-Steinert, A. (2023). *Effectiveness of a mobile application for independent cognitive training in patients with mild cognitive impairments: Study protocol for the NeNaE Study, a randomized controlled trial.* Zur Veröffentlichung eingereicht. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3235206/v1

Fleurent-Grégoire, C., Burgess, N., McIsaac, D. I., Chevalier, S., Fiore, J. F., Carli, F., Levett, D., Moore, J., Grocott, M. P., Copeland, R., Edbrooke, L., Engel, D., Testa, G. D., Denehy, L. & Gillis, C. (2024). Towards a common definition of surgical prehabilitation: a scoping review of randomised trials. *British Journal of Anaesthesia*, *133*(2), 305–315. https://doi.org/10.1016/j.bja.2024.02.035

Fortinsky, R. H., Covinsky, K. E., Palmer, R. M. & Landefeld, C. S. (1999). Effects of functional status changes before and during hospitalization on nursing home admission of older adults. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, *54*(10), M521-6. https://doi.org/10.1093/gerona/54.10.m521

Fränzel, K., Koschate, J., Freiberger, E., Shigematsu, R., Zieschang, T. & Tietgen, S. (2024). Square-stepping exercise in older inpatients in early geriatric rehabilitation. A randomized controlled pilot study. *BMC Geriatrics*, *24*(1), 326. https://doi.org/10.1186/s12877-024-04932-3

Franzkowiak, P. (2022). *Prävention und Krankheitsprävention.* Abgerufen von https://leitbegriffe.bzga.de/alphabetisches-verzeichnis/praevention-und-krankheitspraevention/

Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G. & McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, *56*(3), M146-56. https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146

Gemeinsamer Bundesausschuss, Innovationsausschuss & PRÄP-GO. *PRÄP-GO – Prähabilitation von älteren Patienten mit Gebrechlichkeitssyndrom vor elektiven Operationen*. Abruf unter https://innovationsfonds.g-ba.de/projekte/neue-versorgungsformen/praep-

go-praehabilitation-von-aelteren-patienten-mit-gebrechlichkeitssyndrom-vor-elektiven-operationen.276

Gemeinsamer Bundesausschuss, Innovationsausschuss & PRECOVERY. *PRECOVERY – Prehabilitation „Karl-Heinz“ mit Schwerpunkt auf cardiale und kognitive Funktionen vor Eingriffen am Herzen: eine Analyse des Gesundheitszustands*. Abruf unter https://innovationsfonds.g-ba.de/projekte/neue-versorgungsformen/precovery-prehabilitation-karl-heinz-mit-

Gregory, A., Ender, J., Shaw, A. D., Denault, A., Ibekwe, S., Stoppe, C., Alli, A., Manning, M. W., Brodt, J. L., Galhardo, C., Sander, M., Zarbock, A., Fletcher, N., Ghadimi, K. & Grant, M. C. (2024). ERAS/STS 2024 Expert Consensus Statement on Perioperative Care in Cardiac Surgery: Continuing the Evolution of Optimized Patient Care and Recovery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, *38*(10), 2155–2162. https://doi.org/10.1053/j.jvca.2024.06.025

Güder, G., Wilkesmann, J., Scholz, N., Leppich, R., Düking, P., Sperlich, B., Rost, C., Frantz, S., Morbach, C., Sahiti, F., Stefenelli, U., Breunig, M. & Störk, S. (2022). Establishing a cardiac training group for patients with heart failure: the "HIP-in-Würzburg" study. *Clinical Research in Cardiology*, *111*(4), 406–415. https://doi.org/10.1007/s00392-021-01892-1

Haag, H. (Hrsg.). (2003). *Grundlagen zum Studium der Sportwissenschaft: Bd. 4*. *Theoriefelder der Sportwissenschaft* (2., neu überarb. Aufl.). Hofmann.

Hajek, A., Kretzler, B. & König, H.-H. (2022). Prevalence of Prefrailty and Frailty Among Older Adults in Germany: A Systematic Review, Meta-Analysis and Meta-Regression. *Frontiers in Medicine*, *9*, 870714. https://doi.org/10.3389/fmed.2022.870714

Harada, H., Kai, H., Niiyama, H., Nishiyama, Y., Katoh, A., Yoshida, N., Fukumoto, Y. & Ikeda, H. (2017). Effectiveness of Cardiac Rehabilitation for Prevention and Treatment of Sarcopenia in Patients with Cardiovascular Disease - A Retrospective Cross-Sectional Analysis. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, *21*(4), 449–456. https://doi.org/10.1007/s12603-016-0743-9

Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2014). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (6. Aufl.). Limpert.

Hollmann, W. (2019). Sport und Medizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, *70*(12), 290–291. https://doi.org/10.5960/dzsm.2019.407

Hulzebos, E. H. J., Smit, Y., Helders, P. P. J. M. & van Meeteren, N. L. U. (2012). Preoperative physical therapy for elective cardiac surgery patients. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *11*(11), CD010118. https://doi.org/10.1002/14651858.cd010118.pub2

Jensen, C. M., Overgaard, S., Wiil, U. K., Smith, A. C. & Clemensen, J. (2018). Bridging the gap: A user-driven study on new ways to support self-care and empowerment for patients with hip fracture. *SAGE Open Medicine*, *6*, 2050312118799121. https://doi.org/10.1177/2050312118799121

Kehler, D. S., Giacomantonio, N., Firth, W., Blanchard, C. M., Rockwood, K. & Theou, O. (2020). Association Between Cardiac Rehabilitation and Frailty. *Canadian Journal of Cardiology*, *36*(4), 482–489. https://doi.org/10.1016/j.cjca.2019.08.032

Kivimäki, M., Singh-Manoux, A., Pentti, J., Sabia, S., Nyberg, S. T., et al. (2019). Physical inactivity, cardiometabolic disease, and risk of dementia: an individual-participant meta-analysis. *British Medical Journal (Clinical research ed.)*, *365*, 11495. https://doi.org/10.1136/bmj.l1495

Kiyoshige, E., Kabayama, M., Gondo, Y., Masui, Y., Ryuno, H., et al. (2019). Association between long-term care and chronic and lifestyle-related disease modified by social profiles in community-dwelling people aged 80 and 90; SONIC study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *81*, 176–181. https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.12.010

Kohl, H. W., Craig, C. L., Lambert, E. V., Inoue, S., Alkandari, J. R., Leetongin, G. & Kahlmeier, S. (2012). The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet*, *380*(9838), 294–305. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60898-8

Kraaijkamp, J. J. M., van Dam Isselt, E. F., Persoon, A., Versluis, A., Chavannes, N. H. & Achterberg, W. P. (2021). eHealth in Geriatric Rehabilitation: Systematic Review of Effectiveness, Feasibility, and Usability. *Journal of Medical Internet Research*, *23*(8), e24015. https://doi.org/10.2196/24015.

Laßberg, C. von & Krauß, I. (2020). *Sportmedizin in 60 Minuten*. UVK Verlag.

Le Roy, B., Pereira, B., Bouteloup, C., Costes, F., Richard, R., Selvy, M., Pétorin, C., Gagnière, J., Futier, E., Slim, K., Meunier, B., Mabrut, J.-Y., Mariette, C. & Pezet, D. (2016). Effect of prehabilitation in gastro-oesophageal adenocarcinoma: study protocol of a multicentric, randomised, control trial-the PREHAB study. *BMJ Open*, *6*(12), e012876. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012876

Li, A. C., Kannry, J. L., Kushniruk, A., Chrimes, D., McGinn, T. G., Edonyabo, D. & Mann, D. M. (2012). Integrating usability testing and think-aloud protocol analysis with "near-live" clinical simulations in evaluating clinical decision support. *International Journal of Medical Informatics*, *81*(11), 761–772. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2012.02.009

Ling, Y., Meer, L. P. ter, Yumak, Z. & Veltkamp, R. C. (2017). Usability Test of Exercise Games Designed for Rehabilitation of Elderly Patients After Hip Replacement Surgery: Pilot Study. *JMIR Serious Games*, *5*(4), e19. https://doi.org/10.2196/games.7969

Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., et al. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet*, *396*(10248), 413–446. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30367-6

Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S. G., Huntley, J., et al. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *Lancet*, *390*(10113), 2673–2734. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6

Lutz, A. H., Delligatti, A., Allsup, K., Afilalo, J. & Forman, D. E. (2020). Cardiac Rehabilitation Is Associated With Improved Physical Function in Frail Older Adults With Cardiovascular Disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, *40*(5), 310–318. https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000537

Maisel, W. H., Rawn, J. D. & Stevenson, W. G. (2001). Atrial fibrillation after cardiac surgery. *Annals of Internal Medicine*, *135*(12), 1061–1073. https://doi.org/10.7326/0003-4819-135-12-200112180-00010

Manfredi, G., Midão, L., Paúl, C., Cena, C., Duarte, M. & Costa, E. (2019). Prevalence of frailty status among the European elderly population: Findings from the Survey of Health, Aging and Retirement in Europe. *Geriatrics & Gerontology International*, *19*(8), 723–729. https://doi.org/10.1111/ggi.13689

Marmelo, F., Rocha, V. & Moreira-Gonçalves, D. (2018). The impact of prehabilitation on post-surgical complications in patients undergoing non-urgent cardiovascular surgical intervention: Systematic review and meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, *25*(4), 404–417. https://doi.org/10.1177/2047487317752373

Martínez-Velilla, N., Cadore, E. L., Casas-Herrero, Á., Idoate-Saralegui, F. & Izquierdo, M. (2016). Physical Activity and Early Rehabilitation in Hospitalized Elderly Medical Patients: Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, *20*(7), 738–751. https://doi.org/10.1007/s12603-016-0683-4

Mathew, J. P., Fontes, M. L., Tudor, I. C., Ramsay, J., Duke, P., Mazer, C. D., Barash, P. G., Hsu, P. H. & Mangano, D. T. (2004). A multicenter risk index for atrial fibrillation after cardiac surgery. *JAMA*, *291*(14), 1720–1729. https://doi.org/10.1001/jama.291.14.1720

McIsaac, D. I., Gill, M., Boland, L., Hutton, B., Branje, K., Shaw, J., Grudzinski, A. L., Barone, N. & Gillis, C. (2022). Prehabilitation in adult patients undergoing surgery: an umbrella review of systematic reviews. *British Journal of Anaesthesia*, *128*(2), 244–257. https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.11.014

Meißner, M. (2010). *Was ist ein QUALY?* Abruf unter https://cfcdn.aerzteblatt.de/pdf/107/12/a546.pdf?ts=23%2E03%2E2010+10%3A50%3A13

Ngandu, T., Lehtisalo, J., Solomon, A., Levälahti, E., Ahtiluoto, S., et al. (2015). A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial. *Lancet*, *385*(9984), 2255–2263. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60461-5

Nowossadeck (2013). Demografischer Wandel, Pflegebedürftige und der künftige Bedarf an Pflegekräften. Eine Übersicht. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, *56*(8), 1040–1047. https://doi.org/10.1007/s00103-013-1742-1

Nowossadeck, E., Lippe, E. von der & Lampert, T. (2019). Entwicklung der Lebenserwartung in Deutschland – aktuelle Trends. *Journal of Health Monitoring*, *4*(1), 41–48. https://doi.org/10.25646/5869

Palzer, M., Meyer, U., Abderhalden, L. A., Gazzotti, A., Hierholzer, C., Bischoff-Ferrari, H. A. & Freystätter, G. (2021). Geriatrische Komplexbehandlung bei alterstraumatologischen Patienten : Einfluss auf Mobilität, Selbsthilfefähigkeit und Austrittsdestination. *Zeitschrift fur Gerontologie und Geriatrie*, *54*(8), 816–822. https://doi.org/10.1007/s00391-020-01812-4

Quach, J., Kehler, D. S., Giacomantonio, N., McArthur, C., Blanchard, C., Firth, W., Rockwood, K. & Theou, O. (2023). Association of admission frailty and frailty changes during cardiac rehabilitation with 5-year outcomes. *European Journal of Preventive Cardiology*, *30*(9), 807–819. https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwad048

Rizzoli, R., Reginster, J.-Y., Arnal, J.-F., Bautmans, I., Beaudart, C., et l. (2013). Quality of life in sarcopenia and frailty. *Calcified Tissue International*, *93*(2), 101–120. https://doi.org/10.1007/s00223-013-9758-y

Robert Koch Institut. (2023). *Prävention: Übersicht*. Abruf unter https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/P/Praevention/Praevention_node.html

Robert Koch Institut & Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2005). *Schwerpunktbericht der Schwerpunktbericht der Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Gesundheit von Frauen und Männern im mittleren Lebensalter*. Abruf unter https://www.gbe-bund.de/pdf/mittleres_lebensalter.pdf

Robert Koch-Institut. (2015a). *Welche Auswirkungen hat der demografische Wandel auf Gesundheit und Gesundheitsversorgung? Abgerufen von https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/2192/25hWqNz683szU.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

Robert Koch-Institut. (2015b). *Wie steht es um Prävention und Gesundheitsförderung?* Abgerufen von https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/2187/20grd1jlwMdqg.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rocca, W. A., Petersen, R. C., Knopman, D. S., Hebert, L. E., Evans, D. A., Hall, K. S., Gao, S., Unverzagt, F. W., Langa, K. M., Larson, E. B. & White, L. R. (2011). Trends in the incidence and prevalence of Alzheimer's disease, dementia, and cognitive impairment in the United States. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, *7*(1), 80–93. https://doi.org/10.1016/j.jalz.2010.11.002

Rockwood, K. (2005). A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *Canadian Medical Association Journal*, *173*(5), 489–495. https://doi.org/10.1503/cmaj.050051

Rolfson, D. B., Majumdar, S. R., Tsuyuki, R. T., Tahir, A. & Rockwood, K [Kenneth] (2006). Validity and reliability of the Edmonton Frail Scale. *Age and Ageing*, *35*(5), 526–529. https://doi.org/10.1093/ageing/afl041

Rothgang, H., Müller, R. & Unger, R. (2012). *Themenreport „Pflege 2030“: Was ist zu erwarten – was ist zu tun?* Abruf unter https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/GP_Themenreport_Pflege_2030.pdf

Sadlonova, M., Katz, N. B., Jurayj, J. S., Flores, L., Celano, C. M., Arnim, C. A. von & Silver, J. K. (2023). Surgical prehabilitation in older and frail individuals: a scoping review. *International Anesthesiology Clinics*, *61*(2), 34–46. https://doi.org/10.1097/AIA.0000000000000394

Sadlonova, M., Nagel, J., Becker, S., Neumann, S., Staab, J., Meyer, T., Celano, C. M., Amonoo, H. L., Fangauf, S. V., Herrmann-Lingen, C., Kutschka, I. & Friedrich, M. (2022).

Feasibility and preliminary efficacy of perioperative interventions in patients undergoing coronary artery bypass grafting: the randomized controlled I-COPE trial. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, *62*(1). https://doi.org/10.1093/ejcts/ezac041

Salzman, T., Sarquis-Adamson, Y., Son, S., Montero-Odasso, M. & Fraser, S. (2022). Associations of Multidomain Interventions With Improvements in Cognition in Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Network Open*, *5*(5), e226744. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.6744

Schaller, S. J., Kiselev, J., Loidl, V., Quentin, W., Schmidt, K., Mörgeli, R., Rombey, T., Busse, R., Mansmann, U. & Spies, C. (2022). Prehabilitation of elderly frail or pre-frail patients prior to elective surgery (PRAEP-GO): study protocol for a randomized, controlled, outcome assessor-blinded trial. *Trials*, *23*(1), 468. https://doi.org/10.1186/s13063-022-06401-x

Schwaab, B., Henke, N., Guha, M., Schlitt, A., Müller-Werdan, U., Edelmann, F., Haehling, S. von, Landmesser, U. & Pauschinger, M. (2023). Kardiologische Rehabilitation bei Patienten mit Herzinsuffizienz: Gemeinsame Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauferkrankungen (DGPR). *Kardiologie, 17*, 161–172.

Scott, A. R., Alore, E. A., Naik, A. D., Berger, D. H. & Suliburk, J. W. (2017). Mixed-Methods Analysis of Factors Impacting Use of a Postoperative mHealth App. *JMIR mHealth and uHealth*, *5*(2), e11. https://doi.org/10.2196/mhealth.6728.

Shigematsu, R. & Okura, T. (2006). A novel exercise for improving lower-extremity functional fitness in the elderly. *Aging Clinical and Experimental Research*, *18*(3), 242–248. https://doi.org/10.1007/BF03324655

Shigematsu, R., Okura, T., Sakai, T. & Rantanen, T. (2008). Square-stepping exercise versus strength and balance training for fall risk factors. *Aging Clinical and Experimental Research*, *20*(1), 19–24. https://doi.org/10.1007/BF03324743

Singler, Gosch, Antwerpen. (2020). *Clinical frailty scale*. Abruf unter https://www.dggeriatrie.de/images/Bilder/PosterDownload/200331_DGG_Plakat_A4_Clinical_Frailty_Scale_CFS.pdf

Smith, J. L., Verrill, T. A., Boura, J. A., Sakwa, M. P., Shannon, F. L. & Franklin, B. A. (2013). Effect of cardiorespiratory fitness on short-term morbidity and mortality after coronary artery bypass grafting. *The American Journal of Cardiology*, *112*(8), 1104–1109. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.05.057

Snowdon, D., Haines, T. P. & Skinner, E. H. (2014). Preoperative intervention reduces postoperative pulmonary complications but not length of stay in cardiac surgical patients: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, *60*(2), 66–77. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.04.002

Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D., Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A. & Macchi, C. (2011). Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *Journal of Internal Medicine*, *269*(1), 107–117. https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2010.02281.x

Sonnet, M. (2024). Prähabilitation: Es fehlt derzeit an Evidenz und klaren Definitionen. *Deutsches Ärzteblatt Online*. Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.3238/PersDKK.2024.04.05.14

Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung in der medizinischen Rehabilitation. (2019). *International Classification of Functioning (ICF)*. Abruf unter https://www.leistungsbeurteilung-reha.de/grundlagen/icf/#ac_2008_collapse1

Steffen, T. M., Hacker, T. A. & Mollinger, L. (2002). Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Physical Therapy*, *82*(2), 128–137. https://doi.org/10.1093/ptj/82.2.128

Steinmetz, C. (2018). *Die Auswirkungen eines präoperativen aeroben Ausdauertrainings bei alten Patienten (CAB, ≥ 70 Jahren) mit Indikation zu einer Bypass- Operation auf die Entwicklung der Gefäßelastizität und Endothelfunktion (EndoPAT, Pulswellenanalyse), der funktionalen Kapazität (6 MWT), der Lebensqualität und der Aktivität des täglichen Lebens (ADL)*. Köln: Deutsche Sporthochschule, Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin

Steinmetz, C., Bjarnason-Wehrens, B., Baumgarten, H., Walther, T., Mengden, T. & Walther, C. (2020). Prehabilitation in patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery - effects on functional capacity and quality of life: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, *34*(10), 1256–1267. https://doi.org/10.1177/0269215520933950

Steinmetz, C., Bjarnason-Wehrens, B., Roth, K., Walther, C., Sadlonova, M., Arnim, C. A. von & Schmidt, T. (2023c). Bewegungsbasierte Prähabilitation vor elektiven Eingriffen am Herzen: ein Überblick. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, *39*(03), 91–97. https://doi.org/10.1055/a-2061-2633

Steinmetz, C., Bjarnason-Wehrens, B., Walther, T., Schaffland, T. F. & Walther, C. (2023a). Efficacy of Prehabilitation Before Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *102*(4), 323–330. https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002097

Steinmetz, C.*, Heinemann, S.*, Kutschka, I., Hasenfuß, G., Asendorf, T., Remppis, B. A., Knoglinger, E., Grefe, C., Albes, J. M., Baraki, H., Baumbach, C., Brunner, S., Ernst, S., Harringer, W., Heider, D., Heidkamp, D., Herrmann-Lingen, C., Hummers, E., Kocar, T., ... von Arnim, C. A. F.* (2023b). Prehabilitation in older patients prior to elective cardiac procedures (PRECOVERY): study protocol of a multicenter randomized controlled trial. *Trials*, *24*(1), 533. https://doi.org/10.1186/s13063-023-07511-w

Steinmetz, C., Krause, L., Sulejmanovic, S., Kaumkötter, S., Hartog, J., Scheenstra, B., Stefan, F., Mengden, T., Grefe, C., Knoglinger, E., Reiss, N., Bjarnason-Wehrens, B., Schmidt, T., Sadlonova, M., Arnim, C. A. F. von & Heinemann, S. (2024b). Evaluation of frailty in geriatric patients undergoing cardiac rehabilitation after cardiac procedure: results of a prospective, cross-sectional study. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, *16*(1), 146. https://doi.org/10.1186/s13102-024-00937-y

Steinmetz, C., Krause, L., Sulejmanovic, S., Kaumkötter, S., Mengden, T., Grefe, C., Knoglinger, E., Reiss, N., Brixius, K., Bjarnason-Wehrens, B., Schmidt, T., Haehling, S. von, Sadlonova, M., Arnim, C. A. F. von & Heinemann, S. (2024a). The prevalence and impact of sarcopenia in older cardiac patients undergoing inpatient cardiac rehabilitation - results from a prospective, observational cohort pre-study. *BMC Geriatrics*, *24*(1), 94. https://doi.org/10.1186/s12877-024-04694-y

Steinmetz, C., Schnieder, M., Heinemann, S., Linke, A. & Arnim, C. A. F. von (2024c). Prävention des kognitiven Abbaus im Alter: Ausgewählte primärpräventive Ansätze. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie.* Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.1007/s00391-024-02337-w

Steinmetz, C., Stenzel, C., Sylvester, M., Glage, D., Linke, A., Sadlonova, M., Arnim, C. A. von, Schnieder, M., Valentová, M. & Heinemann, S. (2024d). *Use of a technology-based fall prevention program with visual feedback in the setting of early geriatric rehabilitation: a feasibility study*. Zur Veröffentlichung eingereicht.

Stier-Jarmer, M., Pientka, L. & Stucki, G. (2002). Frührehabilitation in der Geriatrie. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, *12*(4), 190–202. https://doi.org/10.1055/s-2002-33901

Tanaka, S., Kamiya, K., Hamazaki, N., Matsuzawa, R., Nozaki, K., Maekawa, E., Noda, C., Yamaoka-Tojo, M., Matsunaga, A., Masuda, T. & Ako, J. (2017). Utility of SARC-F for Assessing Physical Function in Elderly Patients With Cardiovascular Disease. *Journal of the American Medical Directors Association*, *18*(2), 176–181. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.10.019

Thormaehlen, K. (2022). *Young at heart* (C. von Arnim, Hg.) (Erste Auflage). Steidl.

van Abellan Kan, G., André, E., Bischoff Ferrari, H. A., Boirie, Y., Onder, G., Pahor, M., Ritz, P., Rolland, Y [Y.], Sampaio, C., Studenski, S., Visser, M. & Vellas, B. (2009). Carla Task Force on Sarcopenia: propositions for clinical trials. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, *13*(8), 700–707. https://doi.org/10.1007/s12603-009-0200-0

van Lettow, B., Wouters, M. & Sinnige, J. (2019). *E-Health, wat is dat?* Abruf unter https://nictiz.nl/app/uploads/2022/08/E-health-Wat-is-dat.pdf

Vermeiren, S., Vella-Azzopardi, R., Beckwée, D., Habbig, A.-K., Scafoglieri, A., Jansen, B. & Bautmans, I. (2016). Frailty and the Prediction of Negative Health Outcomes: A Meta-Analysis. *Journal of the American Medical Directors Association*, *17*(12), 1163.e1-1163.e17. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.09.010

Vigorito, C., Abreu, A., Ambrosetti, M., Belardinelli, R., Corrà, U., Cupples, M., Davos, C. H., Hoefer, S., Iliou, M.-C., Schmid, J.-P., Voeller, H. & Doherty, P. (2017). Frailty and cardiac rehabilitation: A call to action from the EAPC Cardiac Rehabilitation Section. *European Journal of Preventive Cardiology*, *24*(6), 577–590. https://doi.org/10.1177/2047487316682579

Weiner, P., Man, A., Weiner, M., Rabner, M., Waizman, J., Magadle, R., Zamir, D. & Greiff, Y. (1997). The effect of incentive spirometry and inspiratory muscle training on pulmonary function after lung resection. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, *113*(3), 552–557. https://doi.org/10.1016/s0022-5223(97)70370-2

WHO (1993). Rehabilitation after cardiovascular diseases, with special emphasis on developing countries. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organization Technical Report Series*, *831*, 1–122.

WHO. (2019). *Risk reduction of cognitive decline and dementia: WHO guidelines*. Abgerufen von https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/312180/9789241550543-eng.pdf?sequence=17

WHO. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Abgerufen von https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf?sequence=1

WHO. (2024). *Körperliche Aktivität*. Abruf unter https://www-who-int.translate.goog/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=de&_x_tr_hl=de&_x_tr_pto=rq

Yau, D. K. W., Underwood, M. J., Joynt, G. M. & Lee, A. (2021). Effect of preparative rehabilitation on recovery after cardiac surgery: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 64*(2), 101391. https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.03.014

Yu, J.-T., Xu, W., Tan, C.-C., Andrieu, S., Suckling, J., et al. (2020). Evidence-based prevention of Alzheimer's disease: systematic review and meta-analysis of 243 observational prospective studies and 153 randomised controlled trials. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, *91*(11), 1201–1209. https://doi.org/10.1136/jnnp-2019-321913

Zisberg, A., Shadmi, E., Sinoff, G., Gur-Yaish, N., Srulovici, E. & Admi, H. (2011). Low mobility during hospitalization and functional decline in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *59*(2), 266–273. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03276.x

Zotcheva, E., Bergh, S., Selbæk, G., Krokstad, S., Håberg, A. K., Strand, B. H. & Ernstsen, L. (2018). Midlife Physical Activity, Psychological Distress, and Dementia Risk: The HUNT Study. *Journal of Alzheimer's disease*, *66*(2), 825–833. https://doi.org/10.3233/jad-180768

Zülke, A. E., Pabst, A., Luppa, M., Roehr, S., Seidling, H., et al. (2024). A multidomain intervention against cognitive decline in an at-risk-population in Germany: Results from the cluster-randomized AgeWell.de trial. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association, 20*(1), 615–628. https://doi.org/10.1002/alz.13486