

**Diplomarbeit**

**Kardiovaskuläre Reaktivität-  
Eine Pilotstudie im klinischen Umfeld**

eingereicht von

**Johanna Maria Brehmer**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde**

**(Dr<sup>in</sup>. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt am

**Lehrstuhl für Physiologie & Pathophysiologie**

unter der Anleitung von

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Helmut K. Lackner

Priv.-Doz.in Mag.a Dr.in rer.nat. Karin Schmid-Zalaudek

Graz, am 24. Januar 2024

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 24. Januar 2024

Johanna Brehmer eh.

## Danksagungen

Ich möchte hiermit allen, die mich beim Erstellen meiner Abschlussarbeit und darüber hinaus beim Abschluss meines Studiums unterstützt haben herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt meinen Diplomarbeitsbetreuenden Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Helmut K. Lackner und Priv.-Doz.in Mag.a Dr.in rer.nat. Karin Schmid- Zalaudek vom Lehrstuhl für Physiologie und Pathophysiologie. Vielen Dank für das Engagement, eure Hilfsbereitschaft und Geduld sowie die kompetente fachliche Unterstützung.

Danken möchte ich auch dem Team der Geriatrischen Gesundheitszentren der Stadt Graz, die mir die Datenerhebung in Ihren Räumlichkeiten ermöglicht haben und mir bei Fragen und Anliegen jederzeit ein offenes Ohr geschenkt haben. Herrn Prim. Priv.-Doz. Dr. Schippinger, MBA und Herrn Prim. Dr. Pichler, MSc als ärztliche Leiter der Albert Schweizer Klinik gilt dabei ein besonderer Dank.

Weiters gilt mein Dank meiner Familie, die mich während des gesamten Studiums begleitet und unterstützt hat. Vielen Dank auch meinen Freund\*innen und Kolleg\*innen, die mir stets das Gefühl vermittelt haben, dass wir gemeinsam vieles erreichen können.

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Stürze in der älteren Bevölkerung können aufgrund der schwerwiegenden Folgen, wie beispielsweise Frakturen zum Verlust der Selbstständigkeit und weiteren Folgeerkrankungen führen. Die Risikofaktoren für Stürze zu identifizieren und positiv zu beeinflussen wäre dabei ein relevanter Schritt in der Prävention. Um einen Zusammenhang zwischen den Veränderungen des alternden Herzkreislaufsystems, welches weniger effizient auf veränderte Bedingungen oder Belastungen reagieren kann und Stürzen herzzustellen, werden die Herzfrequenz und Parameter der Herzratenvariabilität aufgezeichnet. Zum Vergleich wird eine Kontrollgruppe mit negative Sturzanamnese herangezogen.

**Methoden:** In diese Studie wurden 21 Patient\*innen, die sich stationär auf Abteilungen für Akutgeriatrie Remobilisation (AG/R) der geriatrischen Gesundheitszentren der Stadt Graz (GGZ) befanden eingeschlossen und zwei Gruppen zugeordnet (10 mit negativer Sturzanamnese in den letzten 12 Monaten und 11 mit Schenkelhalsfraktur und positiver Sturzanamnese [SHF]). Neben den Fragebögen Barthel-Index und BDI II wurde kardiovaskuläre Parameter mittels EKG unter Ruhebedingungen und unter den milden Stressoren Handkraft und Stroop-Test erhoben. Neben der Herzfrequenz wurden die HRV- Parameter für jede einzelne Phase ausgewertet. Das Paradigma wurde zu Beginn der des stationären Aufenthalts und kurz vor der Entlassung durchgeführt. Neben dem Vergleich genannter Messzeitpunkte erfolgte ein Vergleich zwischen den Gruppen.

**Ergebnisse:** Es ergaben sich Hinweise, dass die Patient\*innen der SHF- Gruppe aufgrund von Frailty- assoziierten Parametern (Handkraft, Barthel- Index, Herzfrequenzparameter) ein höheres Sturzrisiko aufweisen als die Kontrollgruppe. Hinsichtlich der kardiovaskulären Reaktivität auf die milden Stressoren Handkraft und Stroop- Test zeigten sich ebenfalls keine Gruppenunterschiede. Positive Veränderungen der Parameter nach etwa drei Wochen Remobilisation konnten entgegen den Erwartungen nicht nachgewiesen werden.

**Konklusion:** Patient\*innen mit positiver Sturzanamnese haben ein höheres Sturzrisiko als Patient\*innen mit negativer Sturzanamnese und verfügen über ausgeprägtere Risikofaktoren hinsichtlich Frailty und Sarkopenie. Dem entsprechend kommt der Identifikation und Reduktion von Risikofaktoren für Stürze eine große Bedeutung zu. Daher kann diese Studie Einblicke in die kardiovaskulären Parameter geriatrischer Patient\*innen und der Identifikation von Risikofaktoren für Stürze geben.

## Abstract

**Background:** Falls in the elderly population may lead to loss of independence and other secondary diseases due to serious consequences such as fractures. Identifying and positively influencing the risk factors for falls would be a relevant step in prevention. To establish a connection between changes in the ageing cardiovascular system, which can react less efficiently to changing conditions or stress, and falls, heart rate parameters and heart rate variability are recorded. A control group with a negative history of falls is used for comparison.

**Methods:** In this study, 21 patients who were inpatients in the acute geriatric remobilization departments (AG/R) of the Geriatriische Gesundheitszentren Graz (GGZ) were included and assigned to two groups (10 with a negative history of falls in the last 12 months and 11 with a femoral neck fracture and a positive history of falls). In addition to the Barthel Index and BDI II questionnaires, cardiovascular parameters were recorded by ECG under resting conditions and under the mild stressors of hand force and Stroop test. In addition to the heart rate, the HRV parameters were evaluated for each individual phase. The paradigm was carried out at the beginning of the inpatient stay and shortly before discharge. In addition to the comparison of the stated measurement times, a comparison was made between the groups.

**Results:** There were indications that the patients in the SHF group had a higher risk of falling than the control group due to frailty-associated parameters (hand strength, Barthe index, heart rate parameters). There were also no group differences regarding to cardiovascular reactivity to the mild stressors of hand strength and Stroop test. Contrary to expectations, positive changes in the parameters after about three weeks of remobilization could not be demonstrated.

**Conclusion:** Patients with a positive history of falls have a higher risk of falling than patients with a negative history of falls and have more pronounced risk factors regarding to frailty and sarcopenia. Accordingly, the identification and reduction of risk factors for falls is of great importance. Therefore, this study can provide insights into the cardiovascular parameters of geriatric patients and the identification of risk factors for falls.

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und deren Erklärung.....	1
Abbildungsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
1 Einleitung.....	4
1.1 Demographische Entwicklung.....	4
1.1.1 Frailty und Sarkopenie.....	6
1.1.2 Stürze und Frakturen.....	7
1.1.3 Sturzprävention.....	8
1.1.4 Rehabilitationsmaßnahmen.....	9
1.2 Handkraft.....	10
1.3 Das Herzkreislaufsystem im Alter.....	11
1.4 Herzratenvariabilität.....	13
1.4.1 Einflussfaktoren auf die HRV.....	13
1.4.2 Kennwerte der HRV.....	15
1.4.3 Zeitbezogene Parameter der HRV.....	15
1.4.4 Frequenzbezogene Parameter der HRV.....	16
1.5 Kardiovaskuläre Reaktivität.....	17
1.5.1 Einfluss physischer Stressoren auf die HRV-Parameter.....	18
1.5.2 Einfluss psychischer Stressoren auf die HRV- Parameter.....	19
1.6 Fragestellungen und Hypothesen.....	20
2. Material und Methoden.....	23
2.1 Patient*innenkollektiv.....	24
2.1.1 Rekrutierung.....	24
2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien.....	24
2.1.3 Stichprobe.....	25
2.2 Studienprotokoll und Datenerhebung.....	26
2.3. Kardiovaskuläre Parameter.....	28
2.4. Physischer Stressor Handkraft.....	28
2.5. Stroop Test.....	29
2.6 Kognitive Tests und Fragebögen.....	30
2.6.1 Merkfähigkeit und Schneller- Uhren- Dreier.....	30

2.6.2 Fragebögen .....	31
2.6.3 Mittenecker- Zeigeversuch (MZV).....	32
2.6.4 Schmerzskala .....	32
3 Datenauswertung und Statistische Analysen .....	33
3.1 Ergebnisse .....	33
3.1.2 Ergebnisse der Fragebögen und Tests.....	34
3.1.3 Handkraft .....	35
3.1.4 Blutdruck.....	36
3.2 kardiovaskuläre Veränderungen während des Paradigmas .....	36
4 Diskussion .....	40
4.1 Vergleich zwischen den untersuchten Gruppen .....	40
4.2 Veränderung der Herzfrequenzparameter während des Paradigmas .....	42
4.3 Veränderung nach Remobilisation .....	44
4.5 Zusammenfassung.....	46
4.6. Limitationen.....	46
Literaturverzeichnis: .....	48
Anhang.....	56

## Abkürzungen und deren Erklärung

- ANOVA = Analysis of variance
- EKG = Elektrokardiogramm
- HF-Band = high- frequency- Bereich
- HR = Herzfrequenz
- HRV = Herzratenvariabilität
- LF-Band = low- frequency- Bereich
- LF/ HF Ratio = Verhältnis niedriger (LF) zu hohen Frequenzen (HF)
- MMSE = Mini- Mental- Status- Examination
- MZP = Messzeitpunkt
- MZV = Mittenecker Zeigeversuch
- RMSSD = Root Mean Square of Successive Differences
- SDNN = Standard Deviation of the NN-Intervall
- VLF- Band = very low frequency- Bereich

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Messequipmentplatz in den geriatrischen Gesundheitszentren .....	23
Abbildung 2: Ablauf der Datenerhebung zum Messzeitpunkt 1 .....	27
Abbildung 3: Ablauf der Datenerhebung zum Messzeitpunkt 2 .....	27
Abbildung 4: Aufgabenstellungen Stroop Test .....	30

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kennwerte der Stichprobe .....	34
Tabelle 2: Ergebnisse des MZV .....	35
Tabelle 3: Ergebnisse der Handkraftmessung.....	35
Tabelle 4: Blutdruck .....	36
Tabelle 5: Ergebnisse Herzfrequenzparameter für den MZP 1.....	37
Tabelle 6: Ergebnisse Herzfrequenzparameter für den MZP 2.....	38
Tabelle 7: Veränderung der Herzfrequenz von Ruhe 1 auf den Stressor Handkraft.....	38

# 1 Einleitung

Mit zunehmendem Alter nehmen Sturzwahrscheinlichkeit und Sturzhäufigkeit zu. Dies lässt sich sowohl auf physiologische Alterungsprozesse als auch auf bestehende Erkrankungen und Umweltfaktoren zurückführen. Kleinere Verletzungen mit Prellungen und Blutergüssen aber auch schwerwiegende Frakturen und letale Verletzungen sind die Folge (Durwen, 2009). Weiters kommt es zur Verschlechterung der Lebensqualität und einer Abnahme der Selbstständigkeit. Frakturen, die auf Stürze zurückgehen, gelten als die sechsthäufigste Todesursache in der Gruppe der über 65-jährigen (Tinetti, 1994). Daher sind die Identifikation von Sturzursachen, die Prävention und Behandlung zentrale Themen der Geriatrie (Durwen, 2009).

Mit zunehmendem Alter kommt es zu diversen funktionellen und strukturellen kardiovaskulären Veränderungen. Beispielsweise kommt es durch die altersphysiologische Herzhypertrophie, die durch eine Volumenzunahme der Kardiomyozyten bei abnehmender Kardiomyozytenzahl entsteht, zu einer verringerten Compliance und damit zur Reduktion der funktionellen Reserve (Lansche, 2001). Des Weiteren reagiert das hypertrophe Herz durch einer verringerte Stimulierbarkeit der beta-Rezeptoren schwächer auf sympathische Reize, was die belastungsinduzierte Zunahme der Herzfrequenz reduziert (Shaffer, 2014). Weiters wird eine verminderte kardiovaskuläre Reaktivität, aufgrund mangelnder Anpassung der Herzfrequenz auf physische oder mentale Stressoren, mit erhöhter Morbidität und Mortalität, wie beispielsweise bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, in Zusammenhang gebracht (Thayer, 2012).

## 1.1 Demographische Entwicklung

Die durchschnittliche Lebenserwartung hat sich im Verlauf des letzten Jahrhunderts deutlich erhöht und wird vermutlich auch weiter zunehmen. In Österreich betrug sie im Jahr 2020 für neugeborene Jungen 78,94 Jahre und für Mädchen 83,74 Jahre. In den kommenden Jahrzehnten wird die Anzahl der Menschen in Alter von über 65 Jahren von derzeit 19,4%, auf über 25% im Jahr 2035, und auf bis zu 29,4% im Jahr 2080 ansteigen. (Statistik Austria, 2022). Die gesunde Lebenserwartung, als

Indikator für Lebensjahre ohne größere körperliche Einschränkung, darf bei der Betrachtung der demographischen Parameter mitberücksichtigt werden. Dieser Wert wird von der europäischen Union bei der Geburt sowie im Alter von 50 und 65 Jahren berechnet. Demnach können Männer in Österreich im Jahr 2021 etwa 61,5 und Frauen etwa 61,3 gesunde Lebensjahre erwarten. Für die 65-jährigen ergab die Erhebung für Männer etwa 9,3 gesunde Jahre und für Frauen 9,7 etwa gesunde Jahre (Statistisches Amt der Europäischen Kommission, 2021). Genannte Zahlen zeigen, dass Frauen zwar statistisch länger leben als Männer, dass sich Männer und Frauen hinsichtlich der gesunden Lebenserwartung bei Geburt und im Alter von 65 Jahren nur noch geringfügig unterscheiden.

Weiters gilt es zu berücksichtigen, dass Frauen ab einem Alter von 50 Jahren stärker von gesundheitlichen Einschränkungen und Beeinträchtigungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens betroffen sind als Männer, wobei die absoluten Geschlechterunterschiede mit dem Alter zunehmen (Fuchs, 2022; Scheel-Hincke, 2020). Das sogenannte männlich-weibliche Überlebensparadoxon lässt sich anhand biologischer, verhaltensbedingter und sozialer Unterschiede zwischen den Geschlechtern erklären (Oksuzyan, 2010). Während Männer tendenziell eher lebensbedrohlichen Erkrankungen wie Herzerkrankungen und Schlaganfälle erleiden, sind Frauen wahrscheinlicher von chronischen Erkrankungen, wie beispielsweise Arthritis mit daraus folgenden physischen und psychischen Einschränkungen betroffen (Ahrenfeldt, 2019).

Es zeigt sich, dass die Zunahme der älteren Bevölkerung das Gesundheits- und Sozialsystem und die Gesellschaft gleichermaßen vor große Herausforderungen stellt. Die Physiologie des Alters gewinnt damit zunehmend an Bedeutung, um Erkrankungen besser zu verstehen und Folgeerscheinungen hinauszuzögern, zu verhindern und behandeln zu können (Fulop, 2018).

### 1.1.1 Frailty und Sarkopenie

Ältere Menschen zeigen eine erhöhte Vulnerabilität gegenüber endogenen und exogenen Belastungen (Faktoren), die in weiterer Folge zu teils schwerwiegenden gesundheitsbezogenen Einschränkungen führen können. In diesem Zusammenhang hat sich der Begriff der „Frailty“ = Gebrechlichkeit bzw. das „Frailty-Syndrom“ etabliert, welches diesen Zustand beschreibt (Cesari, 2016). Gebrechliche Menschen sind demnach nicht per Definition krank. Im Jahr 2001 definierten Fried et al. fünf Merkmale, wobei das Auftreten von mindestens drei der fünf Merkmale als Indikator für das Vorliegen von „Frailty“ betrachtet werden kann. Diese sind: unbeabsichtigte Gewichtsreduktion um  $>5\text{kg}/\text{Jahr}$ , Erschöpfung, reduzierte Aktivität, langsamer Gang und eine reduzierte Griffkraft oder Handkraft (Fried, 2001). Die Prävalenz der Frailty innerhalb der über 65-jährigen Bevölkerung wurde 2009 mit 11%, Tendenz steigend, beziffert (Santos- Eggimann, 2009). Es hat sich gezeigt, dass Frailty mit einer erhöhten, Sturzwahrscheinlichkeit, einem erhöhten Frakturrisiko, längeren Krankenhausaufenthalten und einer erhöhten Mortalität verbunden ist (Vermeiren, 2016).

Eng verknüpft mit dem Frailty- Syndrom sind die altersbedingte Malnutrition und die Sarkopenie. Sarkopenie ist definiert als Zustand der altersbedingten Reduktion von Muskelmasse, Muskelkraft und damit verbundener Funktionsbeeinträchtigung der Muskulatur (Fuggle, 2017). Dies führt zur Abnahme von Beweglichkeit, Reaktions- und Koordinationsvermögen. Hinzu kommen veränderte Stoffwechselprozesse, wie beispielsweise im Vitamin-D bzw. Hormonhaushalt, die zusätzlich dazu beitragen, dass ältere Menschen häufiger stürzen und sich dabei schwerere und langwierige Verletzungen zuziehen (Boros, 2017). Die Prävalenz der Sarkopenie in der Altersgruppe  $>60$  Jahre liegt in Abhängigkeit der verwendeten Kriterien bei 11- 76% (Inoue, 2020). Wichtige Parameter zur Beurteilung der Sarkopenie sind dabei die Muskelmasse, die Muskelkraft und die körperliche Leistungsfähigkeit (Cruz-Jentoft, 2010).

Frailty und Sarkopenie als Folgeerscheinungen des Alterns sowie akute und chronische Erkrankungen führen dazu, dass ältere Menschen häufiger und für längere Zeiträume in Krankenhäuser behandelt werden müssen. Durch die Immobilisation während des Aufenthalts ist jedoch ein weiterer physischer

Funktionsverlust mit zunehmender Gebrechlichkeit und erhöhtem Sturz- und Verletzungsrisiko zu erwarten (Mühlberg, 2004).

### **1.1.2 Stürze und Frakturen**

Stürze sind eine der Hauptursachen für Morbidität und Mortalität älterer Menschen. Sie betreffen einen von drei Erwachsenen über 65 Jahren und etwa die Hälfte der Personen über 80 Jahren (Inouye, 2009). Etwa 30-40% der über 65-jährigen stürzen zumindest einmal pro Jahr (Ambrose, 2013). Stürze sind das Ergebnis verschiedenster, interagierender Risikofaktoren, der Sturzhäufigkeit und der Verletzungsanfälligkeit älterer Personen (Rubenstein, 2006). Diese Risikofaktoren werden häufig in intrinsische (personenbezogene) und extrinsische (umweltbedingte) Faktoren eingeteilt (Ambrose, 2013; Panel on Prevention of Falls in Older Persons, 2011). Zu den intrinsischen Faktoren zählen beispielsweise das Alter, chronische Krankheiten, Muskelschwäche, Gang- und Gleichgewichtsstörungen sowie kognitive Beeinträchtigungen (Fuller, 2000; Linattiniemi S, 2009; WHO, 2007; Xu, 2022). Relevante Komorbiditäten sind insbesondere Herzerkrankungen, Bluthochdruck, Frailty und Schmerzen (Xu, 2022). Als exogene Faktoren werden schlechtsitzende Schuhe, rutschige Böden oder Stolperfallen sowie schlechte Beleuchtungen oder fehlende Haltemöglichkeiten betrachtet (Fuller, 2000; Linattiniemi S, 2009; WHO, 2007; Xu, 2022).

Neben genannten Risikofaktoren beeinflussen auch psychische Faktoren, wie Ängste und Depression das Auftreten von Stürzen. Aufgrund der Angst zu stürzen vermeiden ältere Menschen körperliche Aktivitäten, was in weiterer Folge zum Verlust von Muskelmasse und Beweglichkeit und zu weiteren gesundheitlichen Einschränkungen führen kann (Shahimi, 2022; Terroba-Chambi, 2021). Die Wahrscheinlichkeit zu stürzen steigt in Folge körperlicher Inaktivität (Cunningham, 2020).

Kleinere Verletzungen wie Prellungen, Blutergüsse oder Wunden (30-50%) aber auch schwere Verletzungen, wie Frakturen und Schädel- Hirntraumata (5-10%) sind

häufig die Folge (Goldacre, 2002). Sturzbedingte Verletzungen machen derzeit bis zu 1,5% der Gesamtgesundheitskosten in westlichen Ländern aus (Heinrich, 2010). Bei 1% der Betroffenen kommt es nach einem Sturz zu einer Hüftfraktur mit immensen Folgen. Nur 25% der Patient\*innen erlangen eine vollständige Rekonvaleszenz, wohingegen 50% von langfristigen Beeinträchtigungen betroffen sind. Rund ein Viertel der Patient\*innen versterben innerhalb des ersten Jahres nach dem Sturzereignis (March, 1999). Ursächlich dafür ist das komplexe Zusammenspiel geriatrische Probleme wie Frailty, Sarkopenie, Unterernährung und weiteren Risikofaktoren (Inoue, 2020).

### **1.1.3 Sturzprävention**

Aufgrund der sturzassoziierten gesundheitlichen Folgen, dem hohen Versorgungsaufwand aber auch den damit verbundenen Kosten wurden Konzepte zur Sturzprävention etabliert.

Durch körperliches Training als Einzelmaßnahme können Stürze älterer Menschen wirksam reduziert werden, wie Sherrington et al. in einer Übersichtsarbeit zeigen konnten. Während für schnelles Gehen keine protektiven Effekte nachgewiesen werden konnten, erwiesen sich Übungsprogramme, die das Gleichgewicht verbessern, als sehr effektiv. Bei der Durchführung der Übungen in einem Zeitraum von drei oder mehr Stunden pro Woche reduzierte sich die Anzahl der Stürze um etwa 39% (Sherrington, 2017).

Weitere Maßnahmen, die nachweislich zur Reduktion der Sturzrate beitragen, sind die Behandlung beziehungsweise Korrektur von Sehbeeinträchtigungen, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen im Haushalt wie die Nutzung von Hilfsmitteln und die Anpassung der medikamentösen Therapie mit Reduktion psychotroper Substanzen (Gillespie, 2012; Moncada, 2017; Montero-Odasso, 2022). Bei sogenannten Multiple component interventions werden zwei oder mehrere Maßnahmen zu einem festgelegten Programm zusammengefasst, welches unabhängig vom Risikoprofil angeboten wird. In Studien erwiesen sich diese Interventionen als gleich effektiv wie die Einzelintervention Bewegung, welche

Gang-, Gleichgewichts und Funktionstrainings, sowie Kraft- und Ausdauertraining beinhalten kann (Hopewell, 2018).

Multifaktorielle Interventionen sind Präventionsmaßnahmen, die auf das Risikoprofil des Einzelnen abgestimmt werden. Neben physiotherapeutischen Maßnahmen und Bewegung kommen auch bereits genannte Einzelmaßnahmen in Abhängigkeit der Risikofaktoren zur Anwendung (Gillespie, 2012; Hopewell, 2018). Insbesondere für ältere Menschen mit hohem Sturzrisiko beziehungsweise sich wiederholenden Sturzereignissen wird dieses Vorgehen empfohlen ((NICE), 2013). Hopewell et al. konnten in einem Review nachweisen, dass multifaktorielle Interventionen die Sturzrate wirksam reduzieren, wobei kein Einfluss auf das Sturzrisiko nachgewiesen werden konnte (Hopewell, 2018). Weitere Untersuchungen ergaben zudem, dass das Risiko für sturzassoziierte Folgen wie Frakturen, längere Krankenhausaufenthalte und eine verringerte Lebensqualität durch beschriebene Maßnahmen nur geringfügig beeinflusst werden kann (Hopewell, 2020).

#### **1.1.4 Rehabilitationsmaßnahmen**

Nach einer Schenkelhalsfraktur ist die zeitnahe postoperative Mobilisierung der Patient\*innen von zentraler Bedeutung, um das Auftreten nosokomialer Lungenentzündungen, deliranter Zustandsbilder sowie thromboembolische Ereignisse zu verringern. Weiters gilt es den Muskelschwund, der in kurzer Zeit zur Atrophie und Ausbildung bzw. Verschlechterung der Sarkopenie führen kann, zu verhindern (Pfeufer, 2020). Entscheidend für das Auftreten von Komplikationen ist jedoch nicht der Beginn der Mobilisation nach einer Operation, sondern der prämorbid Gesundheitszustand, bei dem Faktoren wie Alter, Komorbiditäten und Mobilität berücksichtigt werden. Patient\*innen, welche mobilisiert werden konnten wiesen in einer Datenerhebung von Kenyon-Smith et al. eine Komplikationsrate von etwa 36% (n=194) auf, während bei bettlägerige Patient\*innen eine Komplikationsrate von 52% (n=46) nachgewiesen werden konnte (Kenyon-Smith, 2019).

Rehabilitationsmaßnahmen verbessern nachweislich den Gesundheitszustand geriatrischer Patient\*innen. Dabei soll ein multidisziplinärer Ansatz, in dem

Ärzt\*innen, Physiotherapeut\*innen, Ergotherapeut\*innen, Psycholog\*innen und Ernährungsberater\*innen gemeinsam mit den Patient\*innen vom Status quo ausgehend Therapieziele definieren und evaluieren, gewählt werden (Dyer, 2020). Pfeufer et al. untersuchten in einer vergleichenden Studie den Funktionsstatus von Patient\*innen mit Hüftfraktur nach 3, 6 und 12 Monaten, wobei die Interventionsgruppe durchschnittlich 21 Tage im Rahmen einer stationären geriatrischen Rehabilitation mit multidisziplinärem Ansatz betreut wurde. Patient\*innen jener Gruppe profitierten auch nach 12 Monaten von den Rehabilitationsmaßnahmen und wiesen signifikant höhere Parameter in den Aktivitäten des täglichen Lebens und einen höheren Grad an Selbstständigkeit auf als die Vergleichsgruppe, die lediglich eine standardisierte postoperative Nachsorge erhielten (Pfeufer, 2020).

In Österreich bieten Abteilungen für Akutgeriatrie/Remobilisation ein solches multidimensionales Behandlungs- und Betreuungsangebot für geriatrische Patient\*innen an. Ziel ist es dabei die Fähigkeiten zur selbstständigen Lebensführung zu verbessern (Bundesministerium für Soziales, 2023).

## **1.2 Handkraft**

Die Handkraftmessung ist ein gut etablierter und schnell erhebbarer Parameter zur Beurteilung von Frailty und Sarkopenie (Cruz-Jentoft, 2010) und korreliert mit der Gesamtmuskelmass des Menschen (Bohannon, 2015). In der Altersgruppe zwischen 60 und 80 Jahren konnten Mello Porto et al. diesen Zusammenhang unter der Voraussetzung, dass Alter, Geschlecht, BMI, körperliche Fitness und Vorerkrankungen miteinbezogen werden, bestätigen (Mello Porto, 2019). Bezogen auf das Alter und das Geschlecht lässt sich im Allgemeinen festhalten, dass die Handkraft von Männern generell höher ist als jene von Frauen, wobei es mit zunehmendem Alter zu einer Abnahme der Handkraft kommt (Spruit, 2013).

Ling et al. sowie Syddall et al. konnten zeigen, dass eine geringe Handkraft im Alter mit einer erhöhten Gesamtmortalität verbunden ist. Dabei ist derzeit noch ungeklärt, ob ein direkter Zusammenhang zwischen Muskelkraft und Sterblichkeit besteht oder ob die Muskelkraft ein Marker für andere Faktoren, welche die Sterblichkeit

beeinflussen, darstellt (Fess, 1982; Ling, 2010; Syddall, 2017). Auch die kognitive Funktion, somatischen Komorbiditäten und medizinische Behandlungen beeinflussen die Handkraft, wodurch der Zusammenhang von Handkraft und Frailty/Sarkopenie noch deutlicher wird (Dudzińska-Griszek, 2017).

Csanády-Leitner et al. untersuchten im Rahmen einer Studie unter anderem die maximale Handkraft orthopädisch-traumatologischer geriatrischer Patient\*innen. Dabei identifizierten sie für Patient\*innen nach Schenkelhalsfraktur eine maximale Handkraft von 152,3N ( $\pm$  103,3), während die altersadäquate Kontrollgruppe einen Wert von 213,5N ( $\pm$  78,4) aufwies (Csanády-Leitner, 2020).

### **1.3 Das Herzkreislaufsystem im Alter**

Zu den wichtigsten Parametern des Herzens gehören der Puls und die daraus resultierende Herzfrequenz, der Blutdruck und das Schlagvolumen, welche mittels EKG, Blutdruckmessung und Echokardiographie erhoben werden können. Das Herzzeitvolumen als Maß der Pumpfunktion des Herzens lässt sich mittels Multiplikation von Schlagvolumen und Herzfrequenz berechnen (Pape, 2019).

Um die adäquate Blutversorgung der Organe, angepasst an die vorherrschenden Bedingungen zu gewährleisten sind verschiedene Regulationsmechanismen erforderlich. Vor allem Herzaktion, Blutdruck, Gefäßtonus und Organdurchblutung unterliegen lokalen, neuronalen und hormonellen Regelkreisen, die sich mit dem Alter verändern (Pape, 2019).

In einem gesunden Organismus besteht ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Parasympathikus und Sympathikus, wobei der Ruhepuls durch parasympathische Innervation bei durchschnittlich 75 Schlägen/min gehalten wird (Ophthof, 2000). Das wichtigste kardiovaskuläre Zentrum in der Medulla Oblongata bündelt sowohl sensorische Informationen der Chemorezeptoren und Barorezeptoren des Herzens als auch Informationen aus dem zerebralem Kortex und limbischen System und beeinflusst so die Herzfrequenz über sympathische und parasympathische Signale (Shaffer, 2014). Die Vagusnerven, als Nerven des Parasympathikus innervieren den primären Schrittmacher des Herzen, den Sinusknoten, und den AV-Knoten und vermindern über die Freisetzung des Neurotransmitters Acetylcholin sowie dessen

Bindung an muskarinische Rezeptoren die spontane Depolarisation von Sinus- und AV-Knoten und senken so die Herzfrequenz (Pape, 2019). Insgesamt wirken parasymphatische Nerven schneller als sympathische Nerven und beeinflussen das Herz innerhalb von maximal zwei Herzaktionen (Hainsworth, 1995). Der Sympathikus bewirkt über die Freisetzung von Katecholaminen und dessen Bindung an  $\beta_2$ -Rezeptoren eine schnelle Depolarisation in Sinus- und AV-Knoten und damit eine Erhöhung der Herzfrequenz und der Kontraktionskraft des Herzens (Pape, 2019).

Auch der Einfluss der Atmung auf die Herzfrequenz muss berücksichtigt werden. So kommt es bei der Inspiration durch die Erhöhung des Sympathikustonus zu einer erhöhten Herzfrequenz, während bei Expiration durch vagale Innervation die Herzfrequenz abnimmt. Dieses Phänomen, welches auf diversen Prozessen im zentralen und peripheren Nervensystem beruht, wird als respiratorische Sinusarrhythmie bezeichnet. Der Bedeutsamste Mechanismus ist dabei der Hering-Breuer-Reflex. Bei der Inspiration kommt es durch die Aktivierung der Dehnungsrezeptoren der Lunge zur Hemmung der kardialen Vagusanteile, was die beschriebene Herzfrequenzabnahme mit beeinflusst (Berntson, 1993).

Weitere wichtige Faktoren, wie der Blutdruck (ein Blutdruckanstieg führt über oben genannte Mechanismen im autonomen Nervensystem zum Frequenzabfall), die Körpertemperatur sowie der Sauerstoffgehalt des Blutes nehmen Einfluss auf die Herzfrequenz (Gramann, 2009).

Im Alter kann eine fortschreitend geringer werdende Leistungsfähigkeit beobachtet werden. Diese lässt sich einerseits mit der Abnahme des maximalen Sauerstoffaufnahme um etwa 10% pro Lebensjahrzehnt, aber auch mit der Reduktion der maximalen Herzleistung und dem Herzminutenvolumen erklären (Perini, 2002). Letzteres steht in engem Zusammenhang mit der linksventrikulären Hypertrophie, der Abnahme der diastolischen Funktion und der Zunahme der extrazellulären Matrix, insbesondere des Kollagens (Lazzeroni, 2022). In weiterer Folge sinkt die Durchblutung im Gewebe, beispielsweise in der Muskulatur, wodurch anaerobe Stoffwechselprozesse erhöht werden (Perini, 2002).

Durch die Abnahme der funktionellen Reserve, Reduktion der Maximalleistung bei stabiler basaler Funktion, kommt es bei Belastung zu einer geringeren

Herzfrequenzsteigerung als bei jüngeren Personen. Die Regulationsfähigkeit der Gefäße bei Belastung ist durch eine reduzierte Endothelfunktion ebenfalls vermindert (Großkopf, 2022). Ursächlich dafür sind altersbedingte Veränderungen im Reizleitungssystem und autonomen Nervensystem (Perini, 2002). Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor für Puls- und Blutdruckwerte ist die Elastizität der Gefäße. Diese ist im Alter durch einen geringeren Elastingehalt bei erhöhtem Kollagenanteil in den Gefäßwänden reduziert. Durch die erhöhte Pulswellengeschwindigkeit steigen Puls- und Blutdruck an (Großkopf, 2022). Durch den Verlust der Muskelmasse im Alter kommt es zudem zu einer zusätzlichen Belastung des Herz-Kreislaufsystems und damit zur Abnahme der Leistungsfähigkeit (Perini, 2002).

Neben weiteren Risikofaktoren, wie Diabetes und Gewichtszunahme, spielt das Altern somit eine entscheidende Rolle bei der Verschlechterung der kardiovaskulären Funktionalität. Das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen wie Herzinsuffizienz, ischämische Herzerkrankungen, Herzrhythmusstörungen, Hypertonie und Kardiomyopathien nimmt dementsprechend mit dem Alter zu (Lazzeroni, 2022).

## **1.4 Herzratenvariabilität**

Rhythmische Veränderungen der Herzfrequenz im zeitlichen Abstand eines Herzschlages als Reaktion auf Atmung, Emotionen sowie äußere Einflüsse werden als Herzratenvariabilität bezeichnet (Billman, 2015). Dieser Parameter wird unter anderem als Indikator für die psychische Belastbarkeit und Verhaltensflexibilität betrachtet (Shaffer, 2014). Eine niedrige Herzratenvariabilität steht zudem im Zusammenhang mit einer erhöhten Gesamtmortalität und wird als Risikofaktor für weitere Erkrankungen, wie beispielsweise Herz- Kreislauferkrankungen, angesehen (Thayer, 2012)

### **1.4.1 Einflussfaktoren auf die HRV**

Im Jahr 1996 hat die Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology erste HRV-Kennwerte definiert (Task

Force, 1996), die in weiteren Studien weiterführen analysiert wurden. So konnten Sammito und Böckelmann 2016 in einer vergleichenden Studie nachweisen, dass bei der Analyse der HRV- Parameter die Einflussfaktoren Alter und Geschlecht mitberücksichtigt werden müssen, wobei sich jedenfalls eine Abnahme der HRV mit dem Alter nachweisen lässt (S. B. Sammito, I., 2016). Umetani et al. hatten diesen Effekt bereits im Jahr 1998 beschrieben. In dieser Erhebung zeigte sich zudem ein Zusammenhang zwischen reduzierter HRV durch das Alter und einer erhöhten Mortalität (Umetani, 1998). Auch circadiane Rhythmen, wie die höhere Herzfrequenz am Tag und eine niedrigere in der Nacht sowie höhere vagale Einflüsse nachts im Vergleich zum Tag, nehmen Einfluss auf die HRV (Najagawa, 1998). Folglich ist bei normalen Tages- und Nachtaktivitäten nachts eine höhere HRV zu erwarten (S. B. Sammito, I., 2016).

Exogene Faktoren, wie Lärm, Temperatur und psychosomatische Einflüsse können die HRV beeinflussen und sollten bei der Durchführung von HRV- Messungen beachtet und dokumentiert werden (Lohninger, 2017).

Neben genannten physiologischen Faktoren beeinflussen auch individuelle Parameter die HRV. Dazu gehören Medikamente, wie beta-Blocker, ACE- Hemmer, Antiarrhythmika und Psychopharmaka (Task Force, 1996), aber auch Erkrankungen wie beispielsweise Herzinsuffizienz, Niereninsuffizienz, COPD, Sepsis und psychiatrische Erkrankungen (S. B. Sammito, I., 2016). Zusätzlich sollte der allgemeine Fitnesszustand bei der Betrachtung der HRV berücksichtigt werden. Insbesondere Ausdauertraining kann zu einer Reduktion der Herzfrequenz sowie eine Erhöhung der vagalen Aktivität und daraus folgender gesteigerten HRV führen (Hottenrott, 2006). Koopman et al. konnten einen Zusammenhang zwischen der Herzratenvariabilität und der Handkraft zeigen. Demnach wurden bei den Untersuchten (das Durchschnittsalter betrug 65 Jahre) unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Körpergröße eine höhere Handkraft bei höheren HRV-Parametern beobachtet. Unterschiede zwischen Männern und Frauen zeigten sich hingegen keine (Koopman, 2015).

Terroba- Chambi et al. identifizierten bei Patient\*innen mit Chorea Huntington einen Zusammenhang zwischen der Funktion des autonomen Nervensystems und dem Sturzrisiko. Demnach ist eine Erhöhung der Sympathikusaktivität und die

Verringerung der parasympathischen Aktivität als Prädiktor für Stürze im untersuchten Kollektiv zu sehen (Terroba-Chambi, 2021).

### **1.4.2 Kennwerte der HRV**

Mittels Elektrokardiogramm (EKG) lassen sich verschiedenste elektrophysiologische Prozesse im Herzmuskel visuell darstellen. Insbesondere die R-Zacke als Teil der Erregungsausbreitung in den Herzkammern, wird durch die in der Regel typische spitze Form und größte Amplitude in der dem entsprechenden Lagetyp zugeordneten Ableitung für die Analyse der Herzfrequenz herangezogen. Zur Bestimmung der Herzfrequenz wird die Anzahl der R- Zacken in einem Zeitintervall ausgezählt und auf die Einheit Schläge/Minute umgerechnet. Des Weiteren kann das RR- Intervall, die Zeit zwischen zwei R- Zacken, identifiziert werden (Gramann, 2009). Die Serie von RR- Intervallen ist Ausgangspunkt aller Kennwerte der HRV (Task Force, 1996). Im Jahr 2018 zeigten Lee et al. in der Altersgruppe >70 Jahren eine mittlere Herzfrequenz von  $65 \pm 10$  (n= 67). Der Mittelwert der RR- Intervalle in dieser Altersgruppe betrug  $945 \pm 156$  (n= 67) (Lee, 2018).

### **1.4.3 Zeitbezogene Parameter der HRV**

Der einfachste, aber auch wichtigste zeitbezogene Parameter der HRV ist die SDNN (= Standardabweichung aller RR- bzw. NN- Intervalle) in ms. Dieser Wert spiegelt die Regulationsfähigkeit des vegetativen Nervensystems und die Anpassungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems im Aufzeichnungszeitraum wider. Da die SDNN vom Aufzeichnungszeitraum abhängig ist, sollten beim Vergleich von SDNN- Parametern standardisierte Aufzeichnungsintervalle zu Anwendung kommen (Lohninger, 2017). Bei der Analyse der SDNN muss jedoch berücksichtigt werden, dass keine Quantifizierung der autonomen Vorgänge der Kreislaufregulation und eine Differenzierung zwischen parasympathischer und sympathischer Aktivität möglich ist (Shaffer, 2014). Für die Altersgruppe Alter >70 Jahren konnten Lee et al. eine SDNN von  $42 \pm 24$ ms (n= 67) bestimmen. Die

Aufzeichnungsdauer betrug hierbei 10 Minuten und erfolgte unter Ruhebedingungen (Lee, 2018).

Die RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences) ist ein weiterer zeitbezogener Parameter und gibt die Quadratwurzel des Mittelwertes der Summe aller quadrierten Differenzen zwischen benachbarten RR- bzw. NN-Intervallen an (Lohninger, 2017). Er wird zur Einschätzung der parasymphathischen Einflüsse auf die Herzfrequenz herangezogen (Shaffer, 2014), da die Wirkung parasymphathischer Nervenfasern auf die Herzfrequenz wesentlich schneller ist ( $<1s$ ) als die Wirkung sympathischer Nervenfasern ( $>5s$ ) (Kleiger, 2005). In der Studie von Lee et al. betrug die RMSSD für über 70-jährige  $25 \pm 19ms$  ( $n=67$ ) (Lee, 2018).

#### **1.4.4 Frequenzbezogene Parameter der HRV**

Mittels Spektralanalysen kann die kontinuierlich aufgezeichnete Herzfrequenz in einzelne Schwingungen aufgeteilt und verschiedensten Frequenzbereichen zugeordnet werden (Akselrod, 1981). Dazu gehören Frequenzen im sehr niedrig frequenten Bereich (VLF =  $\leq 0,04$  Hz), im niederfrequenten Bereich (LF =  $0,04-0,15$  Hz) und im hochfrequenten Bereich (HF =  $0,15-0,40$  Hz) (Lee, 2018).

Dem hochfrequenten Bereich (HF) lassen sich die atemabhängigen Schwankungen der Herzfrequenz (respiratorische Sinusarrhythmie), beeinflusst durch den Parasympathikus, zuordnen (Eckberg, 1997). Eine verringerte hochfrequente Aktivität konnte bei Patient\*innen mit Herzerkrankungen bzw. Patient\*innen mit hoher Stressbelastung und Ängsten nachgewiesen werden. Umetani et al. wiesen zudem in einer Studie nach, dass eine geringere vagale Aktivität im Alter für die Verringerung der HRV mit verantwortlich ist (Umetani, 1998).

An der Ausprägung der LF sind Parasympathikus, Sympathikus und die Barorezeptoren beteiligt (Task Force, 1996), wobei die LF unter Ruhebedingungen der vasomotorischen Aktivität der Barorezeptoren entspricht (Shaffer, 2014). Der Sympathikus erzeugt Frequenzen  $<0,1$  Hz, wohingegen der Parasympathikus Frequenzen bis zu  $0,05$  Hz auslösen kann. (Tiller, 1996).

Ursprünglich wurde angenommen, dass das Verhältnis aus LF und HF; die LF/HF-Ratio dem sympathovagalen Gleichgewicht entspricht. Eine geringe LF/HF-Ration würde einer Dominanz des Parasympathikus, eine höhere LF/HF-Ration einer Sympathikusdominanz entsprechen (Eckberg, 1997). Sowohl Goldberger et al. als auch Billman et al konnten diese Hypothese widerlegen, da insbesondere die komplexen Einflüsse auf die LF sowie die Wechselwirkungen von Parasympathikus- und Sympathikusaktivität aufgrund der Atmung keine Quantifizierung der LF/HF-Ratio zulassen (Billman, 2013; Goldberger, 1999). Bei der Betrachtung der LF/HF-Ratio müssen demnach insbesondere die Messbedingungen (Ruhe, Aktivität, Stress, etc.) berücksichtigt werden (Lohninger, 2017).

Das VLF Band hingegen erfasst Zykluslängen von 25s bis zu mehreren Minuten (Lohninger, 2017) und wird von verschiedenen Faktoren wie körperlicher Aktivität (Bernardi, 1996), thermoregulatorischen Prozessen sowie endothelialen Einflüssen und dem Renin-Angiotensinsystem beeinflusst (Claydon, 2008). Die HRV wird im VLF-Bereich intrinsisch vom Herzen erzeugt, wobei Amplitude und Frequenz vom Sympathikus moduliert werden (Bernardi, 1996). Konkrete Aussagen zur HRV im VLF-Bereich sind aufgrund der oben beschriebenen Zykluslänge jedoch erst bei Langzeitmessungen möglich (Lohninger, 2017).

Zusammenfassend ist zur Erfassung aller frequenzbezogenen Parameter eine minimale Messdauer von 2 Minuten empfohlen (Task Force, 1996)

## **1.5 Kardiovaskuläre Reaktivität**

Als kardiovaskuläre Reaktivität wird die Reaktion von Herzfrequenz, Blutdruck und anderen kardiovaskulären Basisgrößen bezeichnet, die durch das Einwirken eines physischen oder psychischen Stressors nach einer Ruhephase nachgewiesen werden kann, bezeichnet (Brown, 2022).

### 1.5.1 Einfluss physischer Stressoren auf die HRV-Parameter

Aufgrund von körperlicher Aktivität verschiebt sich der Einfluss des autonomen Nervensystems auf das Herz von einer initial parasympathischen Dominanz hin zu einer vorwiegend sympathischen Kontrolle (Michael, 2017). Dies geschieht auf Basis der schnellen Abschaltung der efferenten Vagusfasern und der Aktivierung der arteriellen Barorezeptoren (Hottenrott, 2006). Über die Hypothalamus-Hypophysen- Nebennierenachse kommt es zur Freisetzung von Noradrenalin und Adrenalin (Huang, 2013), was im Zusammenspiel mit den Veränderungen im autonomen Nervensystem zu einer Erhöhung der Herzfrequenz, erhöhtem Blutdruck und einer Zunahme des Herzminutenvolumens führt (Iellamo, 2001). Bezogen auf die zeitbezogenen Parameter der HRV zeigte sich bei Belastung eine lineare Abnahme der SDNN in Abhängigkeit der Trainingsintensität. Die RMSSD zeigt ebenfalls eine vergleichbare, intensitätsabhängige Abnahme, welche jedoch bei geringeren Intensitäten von etwa 50-60 %  $VO_{2max}$  das Minimum erreicht (Michael, 2017). Eine Veränderung der frequenzbezogenen HRV- Parameter, wie eine Zunahme des HF Bandes, die Abnahme der LF- Bandes sowie eine Verringerung des Verhältnisses von HF und LF während körperlicher Aktivität konnte zudem beobachtet werden (Pober, 2004).

Nach der Beendigung einer Belastung zeigt sich eine exponentielle Abnahme der Herzfrequenz und eine zeitabhängige Zunahme der HRV-Parameter in Abhängigkeit der Trainingsintensität (Hottenrott, 2006) , wobei angemerkt werden muss, dass in der Phase der exponentiellen Abnahme die HRV nicht analysiert werden kann, da die mathematischen Voraussetzungen nicht erfüllt sind. Die Mechanismen, die bei Belastung zur Frequenzsteigerung beitragen kehren sich um, sodass die Herzfrequenz wieder vorwiegend parasympathisch kontrolliert wird (Michael, 2017). Bezogen auf die Erholungsherzfrequenz nach Belastung hat sich gezeigt, dass diese ein Prädiktor der Gesamtmortalität darstellt (Hottenrott, 2006).

Es gilt zu berücksichtigen, dass die kardiovaskuläre Reaktivität eines Individuums von mehreren Faktoren wie der kardiorespiratorischen Fitness, dem Alter, dem Körpergewicht, dem Geschlecht und der individuellen Stresswahrnehmung abhängt (Huang, 2013). Einheitliche Untersuchungsergebnisse, die eindeutige und allgemeine Rückschlüsse auf die kardiovaskuläre Reaktivität während einer

physischer Belastung zulassen, liegen derzeit jedoch nicht vor (Hottenrott, 2006). Auch für die Erholung der HRV nach Belastung liegen keine eindeutigen Studienergebnisse vor, da relevante Einflussfaktoren wie die Trainingsintensität, die Dauer und der Trainingsmodus detaillierter berücksichtigt werden müssen (Michael, 2017).

### **1.5.2 Einfluss psychischer Stressoren auf die HRV- Parameter**

Psychischer Stress führt zu vergleichbaren physiologischen Reaktionen im Körper wie physische Belastungen. Neben dem sympathovagalen System spielt auch hier die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenachse eine entscheidende Rolle (Kim, 2018). Psychischen Stressoren sind Ereignisse beziehungsweise Reize, die das Wohlbefinden eines Menschen negativ beeinflussen. Zur Darstellung der kardiovaskulären Reaktivität wurde beispielsweise die California Verbal Learning Task II, eine Gedächtnisaufgabe, bei der nach einer Merkphase Begriffe wiedergegeben werden müssen (Hilgarter, 2021), das schnelle Subtrahieren in Intervallen von einer Ausgangszahl (Kamarck, 1990) oder der Stroop- Test (Satish, 2015) verwendet. Der Umgang und die Bewertung dieser Stressoren sowie die daraus folgenden körperlichen Reaktionen, wie die kardiovaskuläre Reaktivität erweisen sich als sehr individuell (Ginty, 2017). Bereits vor dem Eintreten einer Stressreaktion kommt es in der Antizipationsphase zu kardiovaskulären Veränderungen, wie eine Erhöhung von systolischem und diastolischem Blutdruck und des peripheren Widerstandes (Gregg, 1999). Während der Belastungs-/ Bedrohungssituation konnten Studien eine geringere parasympathische Aktivität, in Form einer Reduktion des HF- Bandes und Abnahme des LF- Bandes (Kim, 2018) bzw. einen Anstieg des LF/HF- Verhältnisses (Hilgarter, 2021) nachweisen. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass die Regelmäßigkeit der RR-Intervalle unter Stress zunimmt, was die Herzratenvariabilität, insbesondere die zeitbezogenen Parameter der HRV reduziert. Man geht zudem davon aus, dass eine verringerte parasympathische Aktivität die Anfälligkeit für zukünftig auftretende Stressreaktionen erhöht (Kim, 2018).

## 1.6 Fragestellungen und Hypothesen

Die im vorhergehenden Kapitel erläuterten Befunde und Erkenntnisse unterstreichen die Bedeutung der Altersphysiologie und damit verbunden, die Untersuchung potenzieller Risikofaktoren älterer Menschen zur weiteren Entwicklung individualisierter Präventionsmaßnahmen.

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der kardiovaskulären Reaktivität geriatrischer Patient\*innen mit bzw. ohne Schenkelhalsfraktur (SHF) in der unmittelbaren Anamnese. Dazu wurden kardiovaskuläre Parameter unter Ruhebedingungen sowie deren Veränderung als Reaktion auf einen physischen Stressor (Handkraft) und psychischen Stressor (Stroop-Test) zwischen Patient\*innen mit positiver und negativer Sturzanamnese vor und nach einem dreiwöchigen stationären Aufenthalt zur Remobilisation erhoben und verglichen.

Auf dem Hintergrund der gegenständlichen Literatur ergeben sich folgende Fragestellungen und Hypothesen.

### *Vergleich der untersuchten Patient\*innengruppen hinsichtlich der Baseline Daten*

Um die untersuchten Gruppen zu vergleichen, werden sowohl die Fragebögen Aktivitäten des täglichen Lebens als auch das BDI II ausgewertet. Die Resultate der Handkraftmessung, insbesondere die Maximalkraft werden ebenso wie die Ergebnisse des MZV und die Erhebung der Schmerzen mittels Schmerzskala berücksichtigt. Hinsichtlich der kardialen Parameter werden der systolische und diastolische Blutdruck, die Herzfrequenz und die Herzfrequenzparameter SDNN, RMSSD und LF/HF Ratio verglichen. Aus den genannten Parametern können Rückschlüsse auf die Gebrechlichkeit und das Sturzrisiko geschlossen werden.

Forschungsfrage:

Zeigen sich hinsichtlich der kardiovaskulären Baseline Daten, die kognitiven Parameter, die Handkraft sowie die Fragebögen (Depressionsskala und Aktivitäten des täglichen Lebens) Unterschiede zwischen Patient\*innen mit positiver

Sturzanamnese im Vergleich zu Patient\*innen mit negativer Sturzanamnese? Wie lassen sich die gezielten Resultate im Vergleich zur vorliegenden Literatur einordnen?

#### *Veränderung der Herzfrequenzparameter während des Paradigmas*

Während der Untersuchung wird die Veränderung der Herzfrequenz auf den physischen Stressor Handkraft und den psychischen Stressor „Stroop- Test“ gemessen. Daraus kann die unmittelbare Reaktivität des Organismus auf die Stressoren, im Sinne einer erhöhten Herzfrequenz erhoben werden. Des Weiteren gilt es die Erholungsfrequenz als Prädiktor für die Gesamtmortalität bei der Analyse zu berücksichtigen. Hierfür werden die Messungen der Ruhephase 2 und Ruhephase 3, die sich unmittelbar an die Stressoren Handkraft und Stroop- Test anschließen, im Vergleich zur Ruhephase 1, herangezogen

Forschungsfrage:

Unterscheiden sich die beiden untersuchten Gruppen hinsichtlich des Anstiegs der Herzfrequenz während der Stressoren Handkraft und „Stroop- Test“ und zeigen sich Gruppenunterschiede bei der Analyse der Erholungsfrequenzen?

#### *Veränderung nach Remobilisation*

Abteilungen für Akutgeriatrie/ Remobilisation stellen die Verbesserung der Mobilität und Selbstständigkeit sowie die Behandlung von Erkrankungen und damit verbundener Symptome in den Mittelpunkt. Dementsprechend sollen die Effekte der dreiwöchigen Remobilisation hinsichtlich kardiovaskulärer Parameter, wie dem Blutdruck, der Herzfrequenzparameter sowie der maximalen Handkraft als Indikator für Frailty und Sarkopenie und der Schmerzskala untersucht werden. Es soll zudem gezeigt werden, ob die beiden untersuchten Gruppen unterschiedlich von der Remobilisation profitieren.

Forschungsfrage:

Kommt es durch etwa dreiwöchigen Aufenthalt auf einer Abteilung für Akutgeriatrie Remobilisation zu einer Veränderung genannter Parameter? Zeigen sich dahingehend Gruppenunterschiede?

## 2. Material und Methoden

Die Studie erfolgte in Kooperation mit dem geriatrischen Gesundheitszentrum (GGZ) der Stadt Graz. Die experimentelle Umsetzung und Datenerhebung zu oben angeführten Forschungsfragen erfolgte in den Räumlichkeiten der Tagesklinik der Geriatrischen Gesundheitszentren an Patient\*innen der Stationen AGO-A, AGO-B, AGO-C und AGO-D. Alle Stationen betreuen stationäre Patient\*innen im Rahmen der Akutgeriatrie Remobilisation (AG/R), wobei die Betreuung durchschnittlich bei drei Wochen liegt.

Für die Messungen und Datenerfassung wurden Geräte des Lehrstuhls für Physiologie und Pathophysiologie der Medizinischen Universität Graz verwendet. Die Datenerhebung erfolgte zwischen Februar 2017 und Juli 2018 in genannten Räumlichkeiten. Die Studie wurde als prospektive, monozentrische Pilotstudie mit Messwiederholungsdesign durchgeführt.

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz am 25. Januar 2017 genehmigt und am 18. Januar 2018 auf Antrag um ein weiteres Jahr verlängert (EK 29-051 ex 16/17).

Abbildung 1: Messequipmentplatz in den geriatrischen Gesundheitszentren



## **2.1 Patient\*innenkollektiv**

### **2.1.1 Rekrutierung**

Auf den Stationen AGO A, AGO B, AGO C und AGO D werden an Wochentagen durchschnittlich drei Personen/ Tag neu aufgenommen. Die Abkürzung AGO steht für Acute Geriatric Organisation. Auf genannten Abteilungen werden geriatrische Patient\*innen über 65 Jahren, in den meisten Fällen direkt von den erstversorgenden Krankenanstalten zur weiterführenden Behandlung und Betreuung aufgenommen. Im Vordergrund steht hierbei neben der Behandlung bestehender Erkrankung das Wiedererlangen und verbessern von Fähigkeiten, die ein selbstständiges Leben nach dem Aufenthalt ermöglichen (wie bspw. Gehen, An- und Ausziehen etc.) mittels ausgeprägtem physiotherapeutischem bzw. ergotherapeutischem Angebot (Bundesministerium für Soziales 2023).

### **2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien**

Das Präscreening erfolgte nach den Kriterien Alter, BMI und Ausschlussdiagnosen auf den jeweiligen Stationen 2-3x/ Woche. Nach erfolgtem Präscreening wurden alle geeigneten Patient\*innen persönlich kontaktiert und in Abhängigkeit der Sturzanamnese in eine der beiden folgenden Gruppen eingeteilt.

*Schenkelhalsfraktur (SHF)- Gruppe:*

- St.p. Schenkelhalsfraktur und Operation
- Positive Sturzanamnese in den letzten 12 Monaten

*Kontrollgruppe (KG):*

- Negative Sturzanamnese in den letzten 12 Monaten

Für alle Patient\*innen galten folgende allgemeines Ein- und Ausschlusskriterien:

#### Einschlusskriterien

- Alter:  $\geq 65$  und  $\leq 85$  Jahren
- BMI:  $< 35\text{kg/m}^2$
- Schriftliche Einwilligung

#### Ausschlusskriterien

- Demenz bzw. schwere kognitive Einschränkungen
- Neurodegenerative Erkrankungen (bspw. Mb. Parkinson)
- Autoimmunologische Erkrankungen (bspw. Multiple Sklerose)
- Schwere visuelle bzw. auditive Einschränkung
- Schwere organische Einschränkung, die den Ablauf bzw. Fortgang der Studie negativ beeinflussen könnten
- Sonstige Gründe wie Drogen-, Alkoholabusus sowie fehlende Compliance

### **2.1.3 Stichprobe**

Insgesamt 27 Patient\*innen wurden in die Studie eingeschlossen, wovon zwei Patienten die Datenerhebung nicht vollständig abschlossen. Genannte Personen wollten die Studie nach dem ersten Messzeitpunkt nicht mehr fortsetzen und wurden dementsprechend bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Vier weitere Personen mussten aufgrund von pathologischen EKG- Resultaten bei der Auswertung ausgeschlossen werden. Der Kontrollgruppe (Gruppe 0) konnten schließlich 10, der Schenkelhalsfrakturgruppe (Gruppe 1) 11 Patient\*innen zugeordnet werden.

Die Proband\*innen wurden ausführlich über den Ablauf und die Ziele der Datenerhebung aufgeklärt und bekundeten schriftlich ihr Einverständnis. Die erhobenen Daten wurden pseudonymisiert gespeichert.

## 2.2 Studienprotokoll und Datenerhebung

Die Datenerhebung wurde nachmittags in einem Zeitraum zwischen 15 und 18 Uhr in einem Raum mit ruhiger Atmosphäre durchgeführt. Anthropometrische Daten wie die Körpergröße und das Körpergewicht wurden von der Aufnahmeuntersuchung der Stationen übernommen. Beim ersten Messzeitpunkt erfolgten nach ausführlicher Erklärung des Messparadigmas, die kognitiven Testungen, einschließlich Merken von drei Begriffen, der Schnelle-Uhren-Dreier sowie die Erhebung des Schmerzwertes mittels visueller Schmerzskala. Weiters wurden die Patient\*innen gebeten die psychologischen Fragebögen (ADL, BDI II, s.u.) auszufüllen.

Der Messzeitpunkt 1 (MZP 1) erfolgte innerhalb der ersten drei Tage nach stationärer Aufnahme. Die zweite Datenerhebung (Messzeitpunkt 2 (MZP 2)) erfolgte zwei bis drei Tage vor der Entlassung. Die Untersuchungen wurden in einem bequemen Untersuchungsstuhl sitzend durchgeführt.

MZP1: Nach Aufklärung hinsichtlich des Ablaufs und erfolgter Blutdruckmessung, wurden in einer ersten Ruhephase von drei Minuten die Ruheparameter (Baselinedaten) erhoben. Die Patienten\*innen wurden gebeten nicht zu sprechen und Bewegungen zu vermeiden.

Zur Erhebung der HRV- Parameter unter physischer Belastung erfolgte dann die Messung der Handkraft mittels Dynamometer. Die Patient\*innen hatten dabei die Aufgabe, nach Aufscheinen eines visuellen Signals am Computer so schnell und stark wie möglich den Dynamometer für drei Sekunden zu drücken. Dies erfolgte nach drei Übungsversuchen insgesamt 12-mal, wobei nach jedem Drücken eine 12 sekundenlange Pause eingehalten wurde. Im Anschluss erfolgte eine weitere Ruhephase für die Dauer von drei Minuten. Nach ausführlicher Erläuterung des Stroop-Tests, wurde dieser in drei Schwierigkeitsgraden durchgeführt. Es folgte eine weitere Ruhephase von drei Minuten und weiters die zweite Blutdruckmessung. Das Paradigma endete nach 45 Minuten.

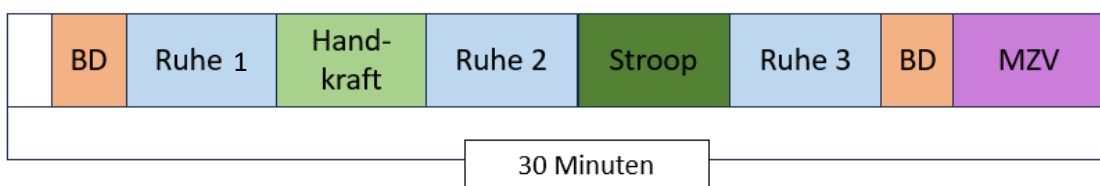
Abbildung 2: Ablauf der Datenerhebung zum Messzeitpunkt 1



- Einführung
- Merken von drei Begriffen, Schmeier- Uhren dreier
- ADL (Aktivitäten des täglichen Lebens): Fragebogen
- BDI II (Beck- Depressions Inventar): Fragebogen
- BD (Blutdruckmessung)
- Ruhephase: 3 Minuten
- Handkraftmessung: 3 Minuten
- Stroop Test in drei Schwierigkeitsgraden

MZP2: Nach der ersten Blutdruckmessung erfolgte direkt der Einstieg ins Paradigma mit der Ruhephase 1. Es folgten die Handkraftmessung, die Ruhephase 2 und der Stroop Test, dem sich die Ruhephase 3 anschloss. Nach der zweiten Blutdruckmessung wurde der Mittenecker- Zeigeversuch (MZV) durchgeführt. Die Datenerhebung zum Messzeitpunkt 2 nahm etwa 30 Minuten in Anspruch.

Abbildung 3: Ablauf der Datenerhebung zum Messzeitpunkt 2



- Einführung
- BD (Blutdruckmessung)
- Ruhephase: 3 Minuten
- Handkraftmessung: 3 Minuten
- Stroop Test in drei Schwierigkeitsgraden
- MZV: Mittenecker- Zeigeversuch

## **2.3. Kardiovaskuläre Parameter**

Die kontinuierliche Datenerfassung erfolgte mit dem Power Lab System 8/35 von AD-Instruments. Für die Erhebung der kardiovaskulären Parameter wurde ein Einkanal EKG mit Einthoven-Ableitung II geklebt und abgeleitet. Mittels Analyse der RR- Intervalle und entsprechender Mittelwertbildung über den Zeitverlauf im EKG wurde die Herzfrequenz berechnet. Zusätzlich wurde zur Erhebung der Atemfrequenz ein Atemgürtel horizontal unter der Brustlinie angelegt. Der Druckpuls wurde mittels Pulsnehmer, der am Mittelfinger der nicht dominanten Hand befestigt wurde, gemessen. Der Blutdruck wurde mit einem krankenhausüblichen Blutdruckmessgerät zu Beginn und am Ende der Untersuchung erhoben. Das Dynamometer zur Erhebung der Handkraft und als physischer Stressor wurde ebenfalls mit dem Power Lab System verbunden.

## **2.4. Physischer Stressor Handkraft**

Ein standardisiertes Vorgehen bei der Handkraftmessung formulierte 1982 die American Society of Hand Therapists (ASHT). Darin wird eine sitzende Position mit Schulter in Neutralstellung, 90% gebeugtem Ellenbogen und Unterarm in Neutralposition empfohlen (Fess, 1982). 30 Jahre später bestätigte Roberts et al. die Vorteile hinsichtlich standardisierter Vorgehensweisen, da diese eine bessere Bewertung der Ergebnisse, insbesondere in der älteren Bevölkerung hinsichtlich der Sarkopenie ermöglichen (Roberts, 2011).

Die Messung der Handkraft erfolgte den Empfehlungen entsprechend an der dominanten Hand der Patient\*innen, da an der dominanten Hand um etwa 10% höhere Werte zu erwarten sind als an der nicht- dominanten Hand. Die Untersuchung erfolgte in sitzender Position und wurde mit etwa 90° flektierten Arm und der Schulter in Neutralstellung durchgeführt. Die Literatur zeigt, dass höhere Handkraftparameter bei Flexion des Ellenbogens um etwa 90° zu erwarten sind (Mathiowetz, 1985). Entgegen der Empfehlung von Murugan et al., der eine Supinationshaltung des Unterarms angestrebt, da die Handkraft in dieser Position im Vergleich zur Neutralstellung oder Pronationshaltung höher ausfällt, (Murugan,

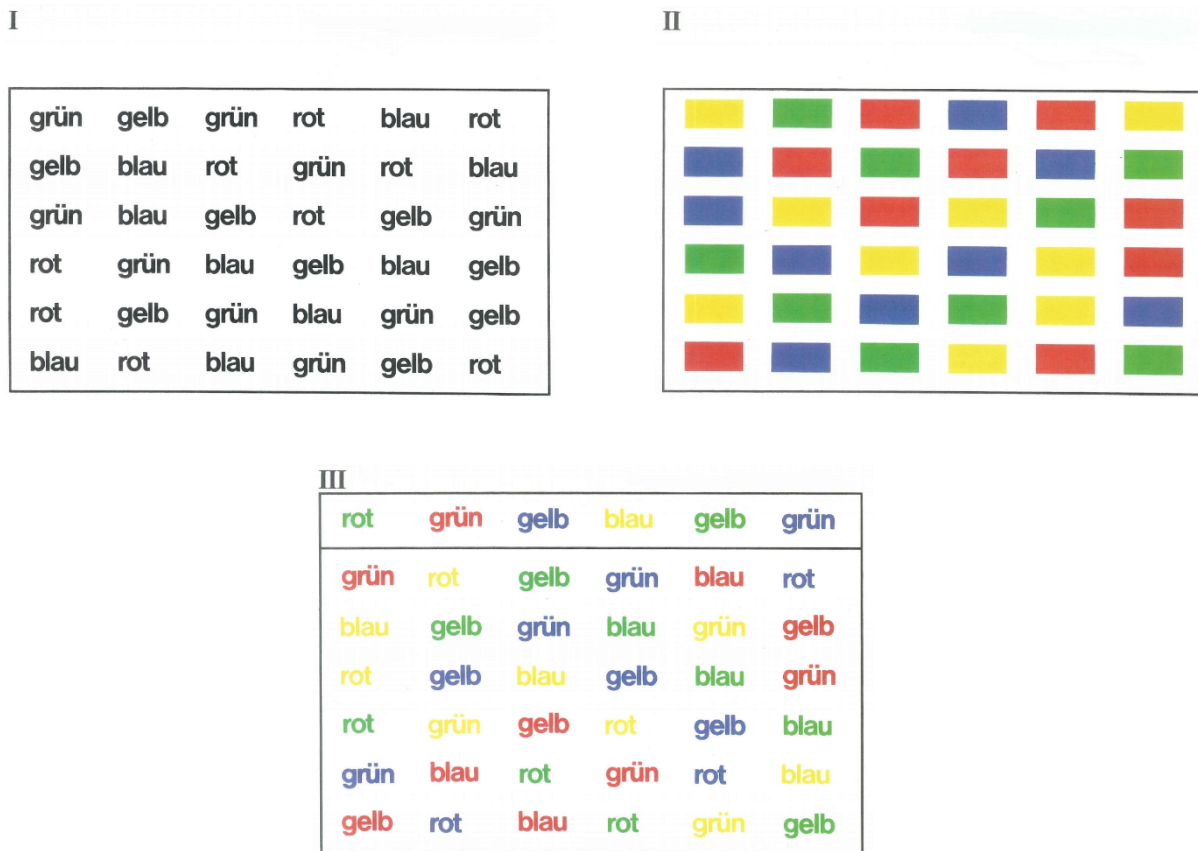
2013) wurden die Patient\*innen während der Untersuchung angehalten den Unterarm in Neutralstellung zu halten.

## **2.5. Stroop Test**

Der Stroop Test wurde im Messparadigma als kognitiver Stressor zur Evaluierung der HRV- Parameter verwendet. Dabei kamen drei Aufgabenstellungen mit steigendem Schwierigkeitswert zur Anwendung. Beim ersten Bogen galt es die geschriebenen Wörter möglichst schnell vorzulesen, wohingegen beim zweiten Bogen die Farben, in denen die Felder eingefärbt waren, genannt werden mussten. Diese Darstellungsart wird als kongruent bezeichnet (Cothran, 2008). Beim dritten Bogen sollten die Patient\*innen die Farben, in denen die Wörter geschrieben waren, so schnell wie möglich korrekt identifizieren und nennen. Die geschriebenen Farbwörter entsprachen dabei nicht den verwendeten Farben (z.B. das Wort „rot“ wurde mit grüner Farbe geschrieben (Zeile 1, Abb. 4.3), was auch als inkongruente Darstellung bezeichnet wird (Cothran, 2008). Bei Fehlern wurden die Teilnehmenden gebeten diese zu korrigieren. Untersuchungen haben gezeigt, dass kongruente Aufgabenstellungen besser und schneller gelöst werden können als inkongruente Aufgabenstellungen. Dieses Phänomen wird als Stroop- Effekt oder Interferenz bezeichnet (Cothran, 2008).

Vazan et al. konnten zeigen, dass der Stroop Test signifikante Veränderungen der Herzfrequenz und Herzratenvariabilitätsparameter hervorruft, wobei keine geschlechterspezifischen Unterschiede nachgewiesen werden konnten. Unabhängig vom Geschlecht, erlaubt der Stroop-Test somit gute Rückschlüsse auf die Funktion des autonomen Nervensystems (Vazan, 2017).

Abbildung 4: Aufgabenstellungen Stroop Test



## 2.6 Kognitive Tests und Fragebögen

### 2.6.1 Merkfähigkeit und Schneller- Uhren- Dreier

Den Studienteilnehmer\*innen wurden drei Begriffe „Apfel“ „Haus“ und „Tisch“ genannt, die sie sich nach korrektem und vollständigem Nachsprechen der Wörter über einen kurzen Zeitraum merken sollten. Bei der Überprüfung der Merkfähigkeit handelt es sich um einen Untertest der Mini- Mental- State Examination (MMSE), einem neuropsychologischen Screening- Verfahren zum Nachweis und der Graduierung von Demenzerkrankungen (Folstein, 1975). Bei leichten Demenzerkrankungen ist die MMSE aufgrund der niedrigen Sensitivität weniger aussagekräftig, weshalb der Test nicht isoliert für die Betrachtung der kognitiven Fähigkeiten herangezogen werden soll (Arevalo- Rodriguez, 2015; Hahn, 2020).

Der „Uhrentest“, beinhaltet das Zeichnen einer Uhr und das Eintragen einer vorgegebenen Uhrzeit. Das Verfahren wurde bereits in den 1980er Jahren entwickelt und ist seither wichtiger Bestandteil kognitiver Testverfahren und wird häufig additiv zur MMSE verwendet. Insbesondere die in frühen Stadien der Demenz auftretenden Defizite des visuell-räumlichen und planenden Denkens können hiermit identifiziert werden (Schmidtke, 2018). Studien haben gezeigt, dass insbesondere das Eintragen der Uhrzeit 11:10 Uhr eine große Aussagekraft mit sich bringt (Strotzka, 2003). Dementsprechend wurde der Test in der beschriebenen Fassung mit der Uhrzeit 11:10 Uhr beim Messzeitpunkt 1 angewendet.

## **2.6.2 Fragebögen**

### 2.6.2.1 Barthel- Index

Der Barthel- Index erfasst grundlegende Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), die für ein selbstständiges Leben notwendig sind. Dazu gehören unter anderem Nahrungsaufnahme, Körperpflege, An- und Auskleiden sowie Mobilität (Mahoney, 1965; Wade, 1988). Die zehn Items des Barthel- Index führen zu einer kumulierten Gesamtbewertung in Punkten, die Rückschlüsse auf die funktionelle Abhängigkeit/ Unabhängigkeit einer Person zulässt. Der zu erreichende Maximalwert von 100 Punkten gibt dabei die völlige Selbstständigkeit in den Belangen des täglichen Lebens an. Bei Werten unter 60 ist von einer ausgeprägten funktionellen Abhängigkeit auszugehen (Katano, 2021; Mahoney, 1965). In Studien erwies sich der Barthel- Index als signifikante Vorhersagevariable für Gebrechlichkeit und Sturzrisiko (Tornero-Quiñones, 2020).

### 2.6.2.2 Beck- Depressionsinventar (BDI)

Das Beck- Depressionsinventar (BDI) ist ein Fragebogen zur Beurteilung des Schweregrads einer Depression, wobei in der vorliegenden Studie der BDI- II, der 1996 veröffentlicht wurde, verwendet wurde. Er beinhaltet 21 Items, die mittels einer vier Punkte Skala von 0 (keine Symptome) bis 3 (schwere Symptome) abgefragt

werden. Der Höchstwert liegt bei 63 Punkten, wobei Werte über 20 Punkte auf eine Depression hinweisen (Beck, 1996; Jackson-Koku, 2016; Kühner, 2007).

### **2.6.3 Mittenecker- Zeigerversuch (MZV)**

Der Mittenecker Zeigerversuch Test wurde nur einmalig zum zweiten Messzeitpunkt vorgegeben. Dabei haben die Teilnehmenden die Aufgabe nach einem sich wiederholenden Tonsignal eine von neun zur Verfügung stehenden Tasten auf einer speziell aufbereiteten Tastatur zufällig zu drücken. Bei insgesamt 180 Anschlägen und einer Taktvorgabe von 1,2 Sekunden können die Variablen „symbol redundancy“ und die „context redundancy“ ermittelt werden. Die Symbol redundancy (SR) spiegelt dabei die Häufigkeit, mit der eine bestimmte Taste ausgewählt wurde, wieder. Die context redundancy (CR) steht für die Vorhersagbarkeit, also wie häufig Tasten nach einem bestimmten Muster ausgewählt wurden. SR und CR können Werte zwischen 0 (0 = minimale Redundanz) und 1 (1 = maximale Redundanz) annehmen, wobei bei niedrigeren Werten von einer höheren kognitiven Flexibilität auszugehen ist (Schulter, 2010).

### **2.6.4 Schmerzskala**

Zur Erhebung des Ausmaßes und der Schwere von Schmerzen kommen in der Geratrie Schmerzscores zur Anwendung, die anhand einer Punkteskala von 0= keine Schmerzen bis 10 = schwerstvorstellbare Schmerzen (= numerische Skala) und/ oder einer visuellen Skala mit Bildern beurteilt werden. Aufgrund der hohen Zuverlässigkeit und der leichten Anwendbarkeit verwenden wir für diese Datenerhebung eine visuelle Skala (Jones, 2016).

### 3 Datenauswertung und Statistische Analysen

Die Aufbereitung der mittels Powerlab aufgezeichneten kardialen Daten erfolgte mit einer MATLAB-Software (Csanády-Leitner, 2020). Die statistischen Analysen wurden mittels SPSS (IBM Corp. Released 2021. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp) durchgeführt, wobei ein Signifikanzniveau von  $\alpha=0.05$  als statistisch signifikant bzw. relevant zugrunde gelegt wurde.

Die statistischen Analysen umfassten hypothesengeleitet den Vergleich der SHF- und Kontrollgruppe zu den beiden Messzeitpunkten (vor bzw. nach der geriatrischen Rehabilitation/Remobilisation) sowie während der Phasen des experimentellen Paradigmas. Dazu wurden die hämodynamischen Parameter im Rahmen einer ANOVA für Messwiederholungen analysiert. Dabei wurden die Faktoren *Gruppe* (SHF, KG), *Messzeitpunkt* (vor/nach Remob) und *Phase* (Ruhe1, Handkraft, Ruhe2, Stroop, Ruhe3) berücksichtigt. Im Rahmen von entsprechenden Posttests wurde der Effekt des Stressors (Handkraft oder Stroop) jeweils im Vergleich zur vorangegangenen Ruhephase verglichen (siehe Abb.3). Ergebnisse der Tests und Fragebögen wurden mittels t-Test für unabhängige Stichproben und Chi-Quadrat Tests analysiert. Für jene Ergebnisse, welche mittels Tabellen dargestellt werden, sind Mittelwert (MW)  $\pm$  Standardabweichung (SD) angegeben.

#### 3.1 Ergebnisse

Für die vorliegende Pilotstudie (Diplomarbeit) konnten die Daten von insgesamt 21 Patienten und Patientinnen (14 Frauen, 7 Männer) eingeschlossen werden. Elf Patient\*innen wurden der Gruppe mit Schenkelhalsfraktur nach Sturz (Gruppe 1: SHF) und zehn Patient\*innen der Kontrollgruppe (Gruppe 0: KG) zugeordnet. Im Mittel zeigten sich hinsichtlich Alter, Gewicht, Körpergröße, BMI (Body mass index) und Geschlechtsverteilung keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kennwerte der Stichprobe

	Gruppe	MW	SD	n	p
Alter	0	74,3	5,12	10	0,243
	1	77,09	5,47	11	
Größe	0	169,1	11,54	10	0,592
	1	166,73	8,31	11	
Gewicht	0	73,87	14,64	10	0,951
	1	73,41	19,03	11	
BMI	0	25,85	4,8	10	0,899
	1	26,13	5,15	11	
Geschlecht	0	n=5♂	n=5♀		0,122
	1	n=2♂	n=9♀		

Gruppe 0 = Kontrollgruppe

Gruppe 1 = Schenkelhalsfrakturgruppe

### 3.1.2 Ergebnisse der Fragebögen und Tests

Hinsichtlich der Anzahl der gemerkten Wörter bei der MMSE ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, weder vor ( $\chi^2=0,382$ ,  $p=0,537$ ) noch nach ( $\chi^2=0,043$ ,  $p=0,979$ ) der Remobilisation.

Unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit (SHF, KG) zeigte sich eine signifikante Abnahme im Schmerz-Score im Vergleich vor zu nach der Remobilisation ( $MW_{\text{vor}}=2,90 \pm 1,70$ ;  $MW_{\text{nach}}=2,24 \pm 1,38$ ,  $F_{(1,19)}=4,830$ ,  $p=0,041$ ).

Die ADL-Skala ergab erwartungsgemäß einen signifikant geringeren Score in der SHF-Gruppe ( $MW_{\text{SHF}}=83,18$ ,  $sd=7,83$ ) im Vergleich zur Kontrollgruppe ( $MW_{\text{KG}}=92,00$ ,  $sd=4,83$ ,  $t_{(19)}=3,065$ ,  $p=0,006$ ), hinsichtlich des BDI-2 ergaben sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ( $MW_{\text{SHF}}=8,91$ ,  $sd=5,75$ ;  $MW_{\text{KG}}=12,00$ ,  $sd=7,21$ ;  $t_{(19)}=1,091$ ,  $p=0,289$ ).

Auch in Bezug auf die Ergebnisse des MPT, zeigten sich keine statistisch bedeutsamen Unterschiede, weder bezogen auf die Symbol Redundancy/ SR ( $F_{(1,19)}=0,210$ ,  $p=0,653$ ) noch die Context Redundancy/CR1 ( $F_{(1,19)}=3,513$ ;  $p=0,078$ ).

Tabelle 2: Ergebnisse des MZV

MPT	Gruppe	MW	SD	n
SR	0	0,00653	0,00296	9
	1	0,00564	0,00513	10
CR1	0	0,28242	0,07498	9
	1	0,38134	0,14116	10

SR = Symbol Redundancy  
 CR1 = Context Redundancy

### 3.1.3 Handkraft

In Bezug auf die maximale Handkraft (siehe Tabelle 3) ergaben sich ebenfalls keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ( $F_{(1,19)} = 0,001$ ,  $p = 0,978$ ) oder zwischen den Messzeitpunkten ( $F_{(1,19)} = 0,208$ ,  $p = 0,654$ ), ebenso wenig signifikante Interaktionen. Auch zeigten sich keine signifikanten Effekte hinsichtlich der einfachen Reaktionszeit (ms) auf das Signal der Handkraftmessung ( $F_{(1,19)} = 1,964$ ,  $p = 0,177$ ; Gruppe:  $F_{(1,19)} = 2,536$ ,  $p = 0,128$ ).

Tabelle 3: Ergebnisse der Handkraftmessung

	Gruppe	MZP 1		MZP 2		n
		MW	SD	MW	SD	
HGmf	0	115,67	83,72	116,16	91,99	10
	1	120,55	74,38	113,22	71,63	11
HGnRt	0	700,57	148,44	605,58	151,76	10
	1	580,48	141,08	586,54	214,94	11

HGmf = maximale Handkraft in Newton (N)  
 HGnRt = Reaktionszeit in ms

### 3.1.4 Blutdruck

Hinsichtlich des systolischen Blutdrucks zeigte sich im Mittel eine Abnahme des Wertes nach Ende des Paradigmas ( $F_{(1,19)} = 0,911$ ;  $p = 0,352$ ) zu beiden Messzeitpunkten. Des Weiteren zeigte sich eine deutliche Abnahme zum MZP 2 ( $F_{(1,19)} = 6,930$ ;  $p = 0,016$ ), und zwar unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit ( $F_{(1,19)} = 0,145$ ;  $p = 0,708$ ). Für den diastolischen Blutdruck hingegen ergaben sich weder signifikante Effekte (Phase:  $F_{(1,19)} = 0,433$ ;  $p = 0,519$ ; Messzeitpunkt:  $F_{(1,19)} = 0,881$ ;  $p = 0,360$ ) noch Interaktionen.

Tabelle 4: Blutdruck

	Gruppe	MZP 1				MZP 2				n
		Beginn		Ende		Beginn		Ende		
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	
BD S	0	139,50	19,25	131,90	26,24	130,60	19,07	129,80	21,09	10
	1	133,73	19,75	127,55	20,59	131,27	18,80	126,64	26,07	11
BD D	0	78,10	13,42	78,00	13,54	73,80	9,68	74,50	10,65	10
	1	71,27	12,61	70,36	12,55	71,45	13,23	69,64	13,84	11

BD S = systolischer Blutdruck  
 BD D = diastolischer Blutdruck

### 3.2 kardiovaskuläre Veränderungen während des Paradigmas

Die Analyse der Veränderungen von Herzfrequenz und Herzfrequenz- Parametern im Verlauf des dargestellten Messparadigmas lieferte folgende Ergebnisse.

Hinsichtlich der Herzrate ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Phasen ( $F_{(2,3; 43)} = 20,25$ ,  $p < 0,001$ ), jedoch nicht zwischen den Gruppen ( $F_{(1,19)} = 0,280$ ,  $p = 0,603$ ) oder Messzeitpunkten ( $F_{(1,19)} = 0,208$ ,  $p = 0,653$ ). Entsprechende Posttests zeigten im Vergleich zur jeweils vorangegangenen Ruhephase eine signifikante Zunahme der Herzrate während der Stressoren Handkraft ( $p = 0,020$ ) und dem Stroop-Test ( $p < 0,001$ , siehe Abb. 5)

In Bezug auf die SDNN zeigte sich ausschließlich ein signifikanter Effekt der Phase ( $F_{(4,76)} = 3,216$ ,  $p=0,017$ ), während der Gruppeneffekt nur eine Tendenz aufzeigte ( $F_{(1,19)} = 3,464$ ,  $p=0,078$ ), hinsichtlich der Messzeitpunkte ( $F_{(1,19)} = 0,015$ ,  $p= 0,904$ ) aber kein Unterschied gefunden wurde. Entsprechende Posttests ergaben jedoch keine deutlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Phasen.

Keine signifikanten Ergebnisse ergaben sich in Bezug auf die RMSSD zwischen den Phasen ( $F_{(2,9; 56)} = 0,432$ ,  $p=0,726$ ) und Messzeitpunkten ( $F_{(1,19)} = 0,004$ ,  $p=0,950$ ), während sich die Gruppen nur tendenziell unterschieden ( $F_{(1,19)} = 3,276$ ,  $p=0,086$ ).

Bezüglich der LF/HF ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Phasen ( $F_{(2,1; 40)} = 8,826$ ,  $p<0,001$ ), jedoch keine Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten ( $F_{(1,19)} = 0,194$ ,  $p=0,665$ ) oder Gruppen ( $F_{(1,19)} = 1,440$ ,  $p=0,245$ ).

Tabelle 5: Ergebnisse Herzfrequenzparameter für den MZP 1

Gruppe		Ruhe 1		Handkraft		Ruhe 2		Stroop		Ruhe 3		n
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	
HR	0	66,96	7,79	69,29	7,39	66,90	7,43	70,58	10,27	67,33	8,73	10
	1	70,46	8,93	73,30	10,03	71,33	9,24	72,75	9,75	70,31	9,02	11
SDNN	0	37,70	39,62	42,24	38,14	43,70	37,98	44,63	39,58	40,56	35,74	10
	1	17,39	7,31	19,82	7,66	21,91	10,29	21,39	9,76	19,72	8,33	11
RMSS	0	47,44	63,23	45,25	47,36	48,44	55,50	46,93	63,37	44,73	59,29	10
	1	13,20	9,78	17,18	11,04	17,04	13,66	15,89	9,10	14,94	10,49	11
LFHF	0	-0,58	0,97	0,33	1,31	-0,20	0,94	0,36	1,28	0,05	1,19	10
	1	0,18	1,02	0,81	1,21	0,58	1,04	0,70	0,69	-0,02	0,83	11

HR = Herzfrequenz

SDNN = Standard Deviation of the NN Intervall

RMSS = Root Mean Square of Successive Differences

LFHF = LF/HF- Ratio

Tabelle 6: Ergebnisse Herzfrequenzparameter für den MZP 2

Gruppe		Ruhe 1		Handkraft		Ruhe 2		Stroop		Ruhe 3		n
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	
HR	0	67,91	10,40	69,16	10,08	67,89	9,93	71,49	9,70	67,60	9,59	10
	1	68,67	11,07	70,73	11,97	69,10	11,88	71,08	11,76	68,54	10,97	11
SDNN	0	40,67	40,62	43,31	33,98	40,66	38,96	43,16	34,80	38,33	34,86	10
	1	18,44	9,56	20,71	12,38	20,44	9,86	24,61	12,14	21,84	13,45	11
RMSS	0	48,04	56,94	46,15	48,83	45,03	51,95	41,81	49,50	42,07	49,06	10
	1	15,82	10,29	17,69	14,51	16,84	14,19	17,97	14,13	17,01	14,00	11
LFHF	0	-0,29	1,14	0,49	1,42	0,07	1,23	0,51	0,75	-0,11	1,34	10
	1	0,05	0,73	0,97	1,00	0,36	0,59	0,53	0,68	0,42	0,65	11

HR = Herzfrequenz

SDNN = Standard Deviation of the NN Intervall

RMSS = Root Mean Square of Successive Differences

LFHF = LF/HF- Ratio

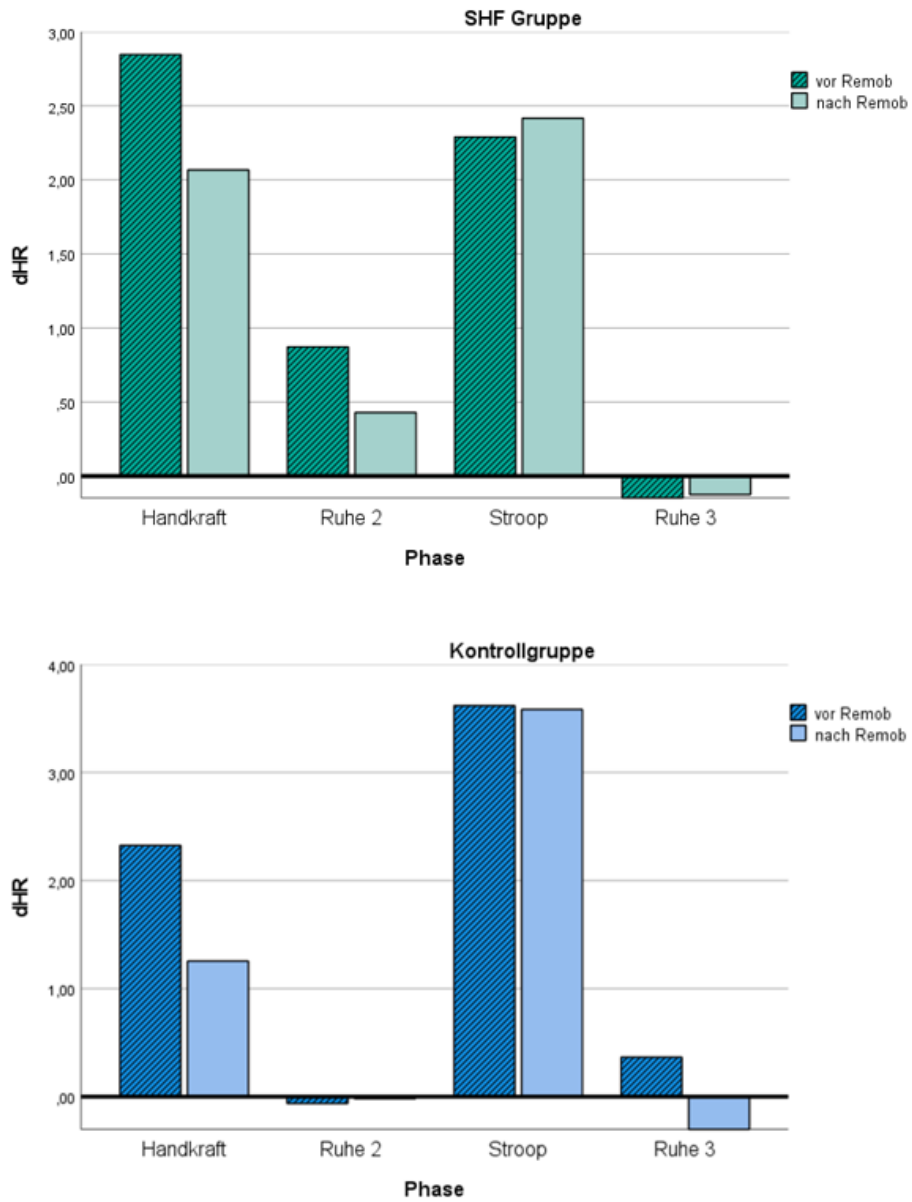
Die Veränderung der Herzrate von Ruhephase 1 auf den Stressor Handkraft (dHGHR) ergab eine Tendenz hinsichtlich einer stärkeren Veränderung der Herzrate *vor* im Vergleich zu *nach* der Remobilisation (Messzeitpunkt:  $F_{(1,19)} = 4,095$ ,  $p=0,057$ ), jedoch keine Gruppenunterschiede ( $F_{(1,19)} = 0,116$ ,  $p=0,737$ ) oder Interaktionen.

Tabelle 7: Veränderung der Herzfrequenz von Ruhe 1 auf den Stressor Handkraft

Gruppe		MZP 1		MZP 2		n
		MW	SD	MW	SD	
dHGHR	0	3,04	2,49	2,39	2,43	10
	1	3,75	3,24	2,52	3,64	11

dHGHR = Veränderung der Herzrate

Abbildung 5: Veränderung der Herzfrequenz in den einzelnen Phasen in Relation zur Ruhephase 1



## 4 Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit wurde geprüft, ob sich geriatrische Patient\*innen nach Schenkelhalsfraktur (SHF) von geriatrischen Patient\*innen ohne SHF hinsichtlich der kardiovaskulären Reaktivität und damit verbunden, einer erhöhten Sturzneigung unterscheiden. Darüber hinaus sollte untersucht werden, ob die beiden Patient\*innengruppen von einer dreiwöchigen Remobilisation unterschiedlich profitieren.

### 4.1 Vergleich der untersuchten Patient\*innengruppen hinsichtlich der ‚Baseline‘ Daten

Die Ergebnisse des Fragebogens zu den Aktivitäten des täglichen Lebens zeigten erwartungsgemäß signifikant geringere Werte in der Gruppe der Patient\*innen mit Schenkelhalsfraktur im Vergleich zu Patient\*innen der Kontrollgruppe. Dieses Resultat weist auf größere körperliche Einschränkungen und daraus folgend auch auf ein höheres Maß an Gebrechlichkeit und ein erhöhtes Sturzrisiko hin (Tornero-Quiñones, 2020). Die Handkraft gilt als ein wesentlicher Prädiktor der Gebrechlichkeit und steht mit der allgemeinen Morbidität in Zusammenhang. Hinsichtlich der Handkraft ergaben sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Patient\*innen mit Schenkelhalsfraktur und positiver Sturzanamnese und Patient\*innen mit negativer Sturzanamnese. Die erhobenen Parameter der SHF-Gruppe von in Mittel  $MW_{SHF} = 120,6N$  sind jedoch deutlich niedriger als jene einer vergleichbaren Patient\*innengruppe mit Zustand nach Schenkelhalsfraktur einer orthopädisch- traumatologischen Abteilung, an der im Mittel 152,3 N erzielt wurden (Csanády-Leitner, 2020). Obwohl die Annahme, dass Patient\*innen mit positiver Sturzanamnese geringere Handkraftwerte erzielen, anhand der vorliegenden Stichprobe nicht bestätigt werden konnte, scheinen Patient\*innen, die auf der Abteilung für Akutgeriatrie/ Remobilisation behandelt werden, auch gebrechlicher zu sein als durchschnittliche Schenkelhalsfrakturpatient\*innen. Dies entspricht den übergeordneten Zielen der AG/R, die die Behandlung und Betreuung multimorbider geriatrischer Patient\*innen bei entsprechendem Krankheitsbild, bspw.

Schenkelhalsfrakturen, bis hin zum Erreichen der Reha- Tauglichkeit, vorsieht (Bundesministerium für Soziales, 2023).

In Bezug auf die Depressivität (BDI) und kognitive Funktionen (MMSE, MZV) konnten keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gefunden werden, wenngleich die SHF-Gruppe tendenziell höhere Werte der CR Context redundancy beim MZV aufwies, was auf eine niedrigere kognitive Flexibilität hinweisen könnte (Schulter, 2010).

Auch hinsichtlich der kardiovaskulären Parameter, systolischer und diastolischer Blutdruck sowie Herzfrequenz unterschieden sich die beiden Gruppen unter Ruhebedingungen nicht. Die Herzfrequenz der in dieser Studie untersuchten Patient\*innen ( $MW_{SHF} = 70,46/\text{min} \pm 8,9$ ,  $MW_{KG} = 66,96/\text{min} \pm 7,8$ ) entspricht einem altersentsprechenden Untersuchungskollektiv, welches eine mittlere Herzfrequenz von  $65 \pm 10$  Schläge/ Minute aufwies (Lee, 2018). Bezogen auf die Herzfrequenzparameter SDNN, RMSSD und LF/HF zeigten sich entgegen den Erwartungen keine signifikanten Gruppenunterschiede. Im Vergleich zur gegenständlichen Literatur, in der die SDNN für Personen über  $>70$  Jahren beispielsweise mit  $42\text{ms} \pm 24$  berichtet wird (Lee, 2018), zeigten die Patient\*innen der SHF- Gruppe vorliegender Studie deutlich geringere Werte ( $MW_{SHF} = 17,39\text{ms} \pm 7,3$ ;  $MW_{KG} = 37,70\text{ms} \pm 39,6$ ). Dieses Resultat korrespondiert jedoch mit den Ergebnissen von Csanády-Leitner et al., die bei Patient\*innen nach Schenkelhalsfraktur ebenfalls eine deutlich geringere SDNN von  $14,58\text{ms} \pm 6,95$  feststellte (Csanády-Leitner, 2020). Die Kontrollgruppe dieser Stichprobe ergab eine SDNN von  $24,15\text{ms} \pm 17,83$ . Wenngleich der Gruppenvergleich keine Signifikanz aufzeigte, deuten die Messwerte dieser Pilotstudie darauf hin, dass die Patient\*innen der SHF-Gruppe unter Ruhebedingungen eine geringere Variabilität, und somit eine geringere Anpassungsfähigkeit an Veränderungen, aufweisen. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass insbesondere die SDNN der Kontrollgruppe eine wesentlich größere Streuung ausweist als die der SHF- Gruppe. Dies lässt sich möglicherweise durch die größere Heterogenität der Gruppe im Sinne der Einschlusskriterien, die kleine Gruppengröße und das Geschlechterverhältnis mit 5 Männern und 5 Frauen, im Vergleich zu 2 Männern und 9 Frauen in der SHF- Gruppe zurückführen.

Bezogen auf die RMSSD zeigte die Kontrollgruppe ( $MW_{KG} = 47,44\text{ms} \pm 63,2$ ) höhere Resultate als die bereits vorgestellte altersentsprechende Vergleichsgruppe mit einem MW von  $25\text{ms} \pm 19$  (Lee, 2018). Dies ist ein Hinweis auf eine erhöhte vagale Aktivität und daraus folgend einen effizienteren Umgang mit Belastung und Entspannung (Shaffer, 2014). Im Vergleich dazu zeigte die SHF- Gruppe deutlich geringere Werte, was als Hinweis auf eine geringere vagale Aktivität ( $MW_{SHF} = 13,20\text{ms} \pm 9,8$ ) interpretiert werden könnte. Auch diese Werte sind mit den Daten der Schenkelhalsfrakturgruppe von Csanády-Leitner et al. mit einem MW von  $10,05\text{ms} \pm 7,05$  vergleichbar (Csanády-Leitner, 2020). Somit ergeben sich zumindest Hinweise auf reduzierte Herzfrequenzparameter in der SHF-Frakturgruppe, woraus man, der Literatur folgend, ein erhöhtes Sturzrisiko durch eine verminderte vagale Aktivität ableiten könnte (Terroba-Chambi, 2021).

## **4.2 Veränderung der Herzfrequenzparameter während des Paradigmas**

Während des Messparadigmas sollten die Veränderung der Herzfrequenz-Parameter auf den physischen Stressor Handkraft und den psychischen Stressor „Stroop“ erhoben werden.

In beiden untersuchten Gruppen kam es zu dem erwarteten signifikanten Anstieg der Herzfrequenz während beider Stressoren. Die jeweils auf die Belastungen folgenden Erholungsfrequenzen unterschieden sich nicht signifikant von der erhobenen Baseline in der Ruhephase 1. Signifikante Gruppenunterschiede hinsichtlich der Reaktivität konnten ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Somit konnte gezeigt werden, dass das vorgestellte Paradigma bei den untersuchten Kollektiven der erwartete Effekt des Herzfrequenzanstieges und der Erholung nach Belastung nachweisen ließ (Hottenrott, 2006; Michael, 2017). Csanády- Leitner et al. konnten dies ebenfalls in ihrer Datenerhebung für Patient\*innen nach Schenkelhalsfraktur und eine Kontrollgruppe nachweisen (Csanády-Leitner, 2020). Auf Basis der vorliegenden Literatur lassen sich jedoch die gemessenen Werte nicht mit weiteren Studien vergleichen, da die Art der Belastung, das Alter und die Belastungsdauer jeweils nicht vergleichbar ist.

Hinsichtlich der zeitbezogenen Herzfrequenzparameter zeigte sich zum MZP 1 während der Handkraftmessung und in der anschließenden Ruhephase 2 in beiden Gruppen jeweils eine Zunahme der SDNN. Für die RMSSD zeigte die SHF- Gruppe eine Abnahme während der Belastung und in der Ruhephase 2, wohingegen für die Kontrollgruppe ein Anstieg während der Belastung und ein anschließender Rückgang in der Ruhephase 2 beobachtet werden konnte. Csanády- Leitner et al. zeigten in einer vergleichbaren Untersuchung einen Rückgang der SDNN und RMSSD in der Ruhephase nach Belastung, in der die Parameter signifikant angestiegen waren, auf das Niveau der Baseline (Csanády-Leitner, 2020). Michael et al waren in ihrem Reviewartikel zum Schluss gelangt, dass unter Belastung eine lineare Abnahme von SDNN und RMSSD mit anschließender Erholung auf das Niveau der Baseline zu erwarten ist (Michael, 2017). Es gilt dabei jedoch zu berücksichtigen, dass vor allem Studien mit kontinuierlichen Belastungen, längeren Belastungszeiten und Intensitäten eingeschlossen wurden. Bezogen auf den frequenzbezogenen Parameter LF/HF zeigte sich in beiden Gruppen ein signifikanter Anstieg während der Handkraftmessung, was auf eine höhere Aktivität des vegetativen Nervensystems hindeutet (Billman, 2013). Csanády- Leitner et al. erzielten für diesen Parameter vergleichbare Resultate (Csanády-Leitner, 2020).

Während des Stroop- Tests kam es in beiden Gruppen zu einem nicht signifikanten Anstieg der SDNN und der LF/HF mit entsprechender Abnahme in der darauffolgenden Ruhephase 3, was den Annahmen von Michael et al. widerspricht (Michael, 2017). Bezogen auf die RMSSD zeigte sich in der Kontrollgruppe eine nicht signifikante Abnahme mit Zunahme in der Ruhephase 3, was dem Rückgang der Parasympathischen Aktivität während der Belastung entspricht (Hottenrott, 2006). In der SHF- Gruppe konnte eine Zunahme der RMSSD während des Tests und Abnahme in der Ruhephase 3 beobachtet werden.

Aus den hier erhobten Daten lassen sich nichtsdestotrotz unter anderem aufgrund der geringen Patient\*innenzahl und der großen Standardabweichung in den Resultaten keine konkreten Rückschlüsse auf die Aktivität des vegetativen Nervensystems unter milden Stressoren ziehen. Um konkretere Aussagen, auch hinsichtlich des Einflusses der Erholungsfrequenz auf die Gesamtmortalität (Hottenrott, 2006) zu gezeigtem Resultat ableiten zu können, wäre eine Erhöhung der Patient\*innenzahl jedenfalls notwendig. Der erwartete signifikante Unterschied

hinsichtlich der Veränderung der Herzfrequenz auf die Stressoren „Handkraft und“ „Stroop“ zwischen den Gruppen konnte in dieser Untersuchung ebenfalls nicht nachgewiesen werden.

### **4.3 Veränderung nach Remobilisation**

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Effekte der Remobilisation auf die kardiovaskulären Parameter zu erheben. Durch die Messwiederholung nach drei Wochen gelingt es die Entwicklung der kardiovaskulären Parameter, Herzfrequenzparameter, der Handkraft und der Schmerzintensität etc. im Verlauf zu beobachten.

Hinsichtlich der Handkraft zeigte sich zum zweiten Messzeitpunkt bei der Kontrollgruppe eine minimale Steigerung der maximalen Handkraft von  $115,57\text{N} \pm 83,73$  zum MZP 1 auf  $116,16\text{ N} \pm 91,99$ . Im Vergleich dazu erreichte die Schenkelhalsfrakturgruppe sogar geringfügig niedrigere Werte von initial  $120,55\text{N} \pm 74,38$  auf  $113,22\text{N} \pm 71,63$  zum MZP 2. Dieses Resultat entspricht nicht der erwarteten Steigerung der Handkraft als Effekt der Remobilisation, wobei man bei der Beurteilung die geringe Patient\*innenzahl pro Gruppe, die möglicherweise verminderte Anstrengungsbereitschaft der Patient\*innen und die hohe Varianz in den Resultaten berücksichtigen muss. Es liegt zudem die Vermutung nahe, dass die Teilnehmenden nach 3 Wochen stationärer Remobilisation körperlich und psychisch erschöpfter waren als zu Beginn, da tägliche Physiotherapie und der lange Aufenthalt außerhalb des gewohnten Umfeldes die vorhandenen Ressourcen und die Leistungsbereitschaft beeinflussen können.

Bezogen auf die Schmerzintensität, die mittels visueller Schmerzskala erhoben wurde, zeigte sich in beiden Gruppen eine signifikante Abnahme nach der Remobilisation.

Auch in Bezug auf den systolischen Blutdruck ergab sich in beiden Gruppen zum Messzeitpunkt 2 eine signifikante Abnahme, während der diastolische Blutdruckwert ohne signifikante Veränderung verblieb. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Risikofaktoren und Komorbiditäten für Stürze durch die Remobilisation im positiven Sinne beeinflusst werden können. Der Studienlage

unter anderem von Dyer et al. folgend, können wir zudem von einem verbesserten Funktionsstatus und einem höheren Grad an Selbstständigkeit bei den untersuchten Patient\*innen als Effekt der Remobilisation ausgehen (Dyer, 2020). Dadurch, dass der dafür relevante Parameter, der Barthel- Index, in der vorliegenden Diplomarbeit nur zum Messzeitpunkt 1 erhoben wurde, können jedoch keine konkreten Resultate vorgelegt werden, die die getätigte Annahme bestätigen.

Bezogen auf die Herzfrequenzparameter Herzfrequenz, SDNN, RMSSD und LF/HF im Ruhezustand zeigten sich zum Messzeitpunkt 2 keine signifikanten Veränderungen im Vergleich zum Messzeitpunkt 1 in beiden untersuchten Gruppen. Dem folgend konnte nach der dreiwöchigen Remobilisation keine signifikante Veränderung in den kardiovaskulären Basisparametern nachgewiesen werden. Sicherlich wäre eine weitere Untersuchung zu einem späteren Zeitpunkt, die Resultate von Hottenrott et al., welche eine Reduktion der Herzfrequenz und Erhöhung der vagalen Aktivität bei verbessertem Fitnesszustand ergaben, berücksichtigend, interessant (Hottenrott, 2006).

Beim Vergleich der kardiovaskulären Reaktivität auf den Stressor Handkraft zeigte sich zum Messzeitpunkt 2 eine nicht signifikante, geringere Veränderung der Herzfrequenz in beiden Gruppen, was auf eine Verringerung der kardiovaskulären Reaktivität und damit auf weniger effiziente Anpassungsfähigkeit hinweisen würde (Shaffer, 2014). Es gilt dabei jedoch zu berücksichtigen, dass die Patient\*innen zum Messzeitpunkt 2, eine geringere Anstrengungsbereitschaft zeigten, als zum Messzeitpunkt 1. Auf Basis vorliegender Daten ergeben sich keine zuverlässigen Rückschlüsse hinsichtlich einer Veränderung des Sturzrisikos nach der Remobilisation auf Basis der untersuchten Herzfrequenzparameter.

## 4.5 Zusammenfassung

Stürze und deren Folgen beeinträchtigen die Lebensqualität und Lebenszeit der älteren Bevölkerung aber auch das Gesundheits- und Sozialsystem massiv, sodass der Identifikation und Reduktion von Risikofaktoren eine bedeutende Rolle zukommt. Abteilungen für Akutgeriatrie/ Remobilisation sind dabei häufig mit der Nachbetreuung von Patient\*innen nach Sturzereignissen, aber auch in der Behandlung geriatrischer Patient\*innen im Allgemeinen betraut, um die Lebensqualität von Patient\*innen und die Selbstständigkeit zu verbessern.

In dieser Diplomarbeit ergaben sich nur minimale Hinweise darauf, dass Patient\*innen mit positiver Sturzanamnese und Schenkelhalsfraktur aufgrund von Frailty-assoziierten Parametern (Handkraft, Barthel- Index, Blutdruck, Herzfrequenzparameter) ein höheres Sturzrisiko aufweisen als eine Kontrollgruppe mit negativer Sturzanamnese. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass Patient\*innen auf Abteilungen für Akutgeriatrie/ Remobilisation im Allgemeinen niedrigere Herzfrequenzparameter (SDNN, RMSSD, LF/ HF) aufweisen als ein gesundes altersentsprechendes Kollektiv. Die erwarteten positiven, signifikanten Effekte einer dreiwöchigen Remobilisation auf genannte Parameter konnte jedoch in keiner der untersuchten Gruppen nachgewiesen werden.

## 4.6. Limitationen

Bei der Betrachtung der Resultate muss die geringe Größe der Stichprobe sowie die fehlende Unterscheidung zwischen den Geschlechtern berücksichtigt werden. Da es sich beim untersuchten Kollektiv ausschließlich um Patient\*innen von Stationen für Akutgeriatrie/ Remobilisation handelt, ist ein Rückschluss der gezeigten Resultate auf die Grundgesamtheit der Bevölkerung kaum möglich. Für weitere Untersuchungen wäre es daher sinnvoll ein gesundes altersadäquates Kollektiv als Referenz für die Erhebung der Baseline heranzuziehen. Bezogen auf die Effekte der Remobilisation wäre sicherlich ein Vergleich mit Patient\*innen, die eine oder keine Rehabilitationsmaßnahme nach einem Krankenhausaufenthalt absolvieren, insbesondere nach einer Schenkelhalsfraktur, interessant. Des Weiteren sollte die Datenerhebung zum Messzeitpunkt 2 jedenfalls um den Barthel-

Index erweitert werden. Langzeiteffekte der Remobilisation, beispielsweise das Sturzrisiko lassen sich wie bereits dargestellt, nicht voraussagen, weshalb eine strukturierte Nachbeobachtung mit einem weiteren Messzeitpunkt durchaus interessant sein könnte.

Bezogen auf die Herzfrequenzparameter gilt es zu berücksichtigen, dass Nebendiagnosen und Medikamente, die die Herzfrequenz beeinflussen in der Älteren Bevölkerung zu einer großen Heterogenität in der Gruppe beitragen, was die Interpretation der Studienergebnisse erschwert. Zudem hat sich gezeigt, dass Patient\*innen aufgrund ihrer EKGs, welches aufgrund von zahlreichen Artefakten, Arrhythmien etc. nicht ausgewertet werden kann, ausgeschlossen werden müssen.

Zudem hat sich insbesondere bei den Resultaten der Handkraftmessung gezeigt, dass die Patient\*innen zum Messzeitpunkt 2 weniger Leistungsbereitschaft mitbrachten, was die Ergebnisse nachweislich beeinflusste. Für kommende Untersuchungen müsste man sich daher damit auseinandersetzen die Motivation der Teilnehmenden für Folgemessungen aufrecht zu erhalten bzw. im Messparadigma Adaptierungen vorzunehmen, die potentielle Gewöhnungseffekte reduzieren.

## Literaturverzeichnis:

- (NICE), National Institute for Health and Care Excellence (2013). Falls: Assessment and Prevention of Falls in Older People: NICE Clinical Guidelines, No. 161
- Ahrenfeldt, L. Möller., S. Thinggaard, M. Christensen, K. Lindahl-Jacobsen, R. (2019). Sex Differences in Comorbidity and Frailty in Europe. *International Journal of Public Health* 64(7), 1025-1036.
- Akselrod, S. Gordon., D. Ubel, F. A. Shannon, D. C. Berger, A. C. & Cohen, R. J. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 213(4504), 220–222.
- Ambrose, A. F. Paul., G. Hausdorff, J. (2013). Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas* 75(1), 51-61.
- Arevalo- Rodriguez, I. Smailagic., N. Roqué i Figuls, M. et al. . (2015). Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of Alzheimer’s disease and other dementias in people with mild cognitive impairment (MCI). *Cochrane Database of Systematic Reviews* (3), Article CD010783.
- Beck, A. Steer., RA. Ball, R. Ranieri, W. (1996). Comparison of Beck Depression Inventories -IA and -II in psychiatric outpatients. *Journal of personality assessment*, 67(3), 588-597.
- Bernardi, L. Coco., M. Sleight, P. (1996). Physical activity influences heart rate variability and very-low-frequency components in Holter electrocardiograms. *Cardiovascular Research*, 32, 234-237.
- Berntson, G. Cacioppo, JT. Quigley, KS. (1993). Respiratory sinus arrhythmia: autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. *Psychophysiology*, 30(2), 183-196.
- Billman, G. (2013). The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Frontiers in Physiology*, 4(26).
- Billman, G. E. Huikuri, H. V. Sacha, J. Trimmel, K. (2015). An introduction to heart rate variability: methodological considerations and clinical applications. *Frontiers in Physiology*, 6(55).
- Bohannon, R. W. (2015). Muscle strength: clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*. *Current Opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 18(5), 465-470.
- Boros, K. (2017). Physiology of ageing of musculoskeletal system. *Best Practise & Research Clinical Rheumatology* 31, 203- 217.
- Brown, E. G. Creaven., A. M. Gallagher, S. (2022). Loneliness and cardiovascular reactivity to acute stress in older adults. *Psychophysiology*, 59(7), e14012. <https://doi.org/DOI: 10.1111/psyp.14012>

- Bundesministerium für Soziales, G., Pflege und Konsumentenschutz. (2023). Akutgeriatrie/Remobilisation (AG/R) und Remobilisation/Nachsorge (RNS) in Österreich. [online]  
[https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Gesundheitssystem/Gesundheitssystem-und-Qualitaetssicherung/Planung-und-spezielle-Versorgungsbereiche/Akutgeriatrie-Remobilisation-\(AG-R\)-und-Remobilisation-Nachsorge-\(RNS\)-in-Oesterreich.html](https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Gesundheitssystem/Gesundheitssystem-und-Qualitaetssicherung/Planung-und-spezielle-Versorgungsbereiche/Akutgeriatrie-Remobilisation-(AG-R)-und-Remobilisation-Nachsorge-(RNS)-in-Oesterreich.html) [23.04.2023]
- Cesari, M. (2016). Frailty: An Emerging Public Health Priority JAMDA - The Society for Post- Acute and Long- Termin Care Medicine, 17, 188-192.
- Claydon, V. Krassioukov., AV. (2008). Clinical correlates of frequency analyses of cardiovascular control after spinal cord injury. American Journal of Physiology-Heart and circulatory physiology, 294, 668-678.
- Cothran, D. L. Larsen., R. (2008). Comparison of inhibition in two timed reaction tasks: the color and emotion Stroop tasks. Journal of Psychology 142(4), 373-385.
- Cruz-Jentoft, A. Baeyens., J.P. Bauer, J.M. et al. . (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis- Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age Aging, 39(4), 412- 423.
- Csanády-Leitner, R. Seibert., F. J. Perchtold-Stefan, C. M. et al. . (2020). Patients with hip fracture and total hip arthroplasty surgery differ in anthropometric, but not cardiovascular screening abnormalities. BMC cardiovascular disorders, 20(507).
- Cunningham, C. O'Sullivan., R. Caserotti, P. et al. . (2020). Consequences of physical inactivity in older adults: A systematic review of reviews and meta-analyses. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 30(5), 816-827.
- Dudzińska-Griszek, J. Szuster., K. Szewieczek, J. (2017). grip strength as a frailty diagnostic component in geriatric inpatients. Clinial Interventions in Aging, 12, 1151-1157.
- Durwen, H. F. (2009). Der Sturz im Alter – Annäherung an ein geriatrisches problem. Neurogeriatrie, 6, 147-150.
- Dyer, S.M. Perracini, M.R.. Smith, T. et al. . (2020). Rehabilitation Following Hip Fracture. In P. M. Falaschi, D. (Ed.), Orthogeriatrics: The Management of Older Patients with Fragility Fractures (Vol. 2nd edition).
- Eckberg, D. (1997). Sympathovagal Balance- A critical Appraisal. Circulation, 96(9), 3224-3232.
- Ferrari, A. Radaelli., A Centola, M. (2003). Invited review: aging and the cardiovascular system. Journal of Applied Physiology, Dec;95(6), 2591-2597.
- Fess, E. E. (1982). The effects of Jamar dynamometer handle position and test protocol on normal grip strength. Proceedings of the American Society of Hand Therapist. The Journal of Hand Surgery, 7, 308-310.
- Folstein, R. Mc Hugh., P. (1975). Mini mental state a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research 12(3), 189-198

- 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., Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group (2001). Frailty in older adults: evidence für a phenotype. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 53(3), 146-156.
- Fuchs, J. Gaertner., B. Prütz, F. . (2022). Einschränkungen bei Alltagsaktivitäten und Unterstützungsbedarfe – Auswertungen der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. *Journal of Health Monitoring*(1), 7-27.
- Fuggle, N. S., S. Dennison, E. Cooper, C. (2017). Sarcopenia. *Best Practise & Research Clinical Rheumatology*, 31(2), 218-242.
- Fuller, G. (2000). Falls in the Elderly. *American Family Physician* 61(7), 2159-2168.
- Fulop, T. L., A. (2018). Biology of aging: Paving the way for healthy aging. *Experimental Gerontology*, 107, 1-3.
- Gillespie, L. R., MC. Gillespie, WJ. et al. . ( 2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9(CD007146).
- Ginty, A. K., T.E. Fisher, J.P. et al. (2017). Cardiovascular and autonomic reactivity to psychological stress: Neurophysiological substrates and links to cardiovascular disease. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, November(207), 2-9.
- Goldacre, M. J. R., S.E Yeates, D. (2002). Mortality after admission to hospital with fractured neck of femur: database study. *BMJ* 325(7369), 868-869.
- Goldberger, J. J. (1999). Sympathovagal balance: how should we measure it? *The American journal of physiology*, 276(4), H1273–H1280.
- Gramann, K. S., S. (2009). *Psychophysiologie: Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens*. Beltz.
- Gregg, M. E., James, J. E., Matyas, T. A. & Thorsteinsson, E. B. (1999). Hemodynamic profile of stress induces anticipation and recovery. *International Journal of Psychology*, 34, 147-162.
- Großkopf, A. Saermann., L. Szabo, G. Simm, A. . (2022). Biologische Alterungsmechnismen im Herz- Kreislauf- System *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 55, 455- 460.
- Hahn, L. Kessler., J. (2020). A new scoring system for increasing the sensitivity of the MMSE. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 53, 156-162.
- Hainsworth, R. (1995). The control and physiological importance of heart rate. 3-19.
- Heinrich, S. Rapp., K. Rissmann, U. Becker, C., König, H.H. (2010). Cost of falls in old age: a systematic review. *Osteoporosis International*, 6, 891-902.
- Hilgarter, K., Schmid-Zalaudek, K., Csanády-Leitner, R. et al (2021). Phasic heart rate variability and the association with cognitive performance: A cross-sectional study in a healthy population setting. *PLoS one* 16(3), e0246968.

- Hopewell, S. Adedire., O. Copsey, B.J. (2018). Multifactorial and multiple component interventions for preventing falls in older people living in the community (Review) Cochrane Database of Systematic Reviews(7), Article CD012221.
- Hopewell, S. Copsey., B. Nicolson, P. et al. (2020). Multifactorial interventions for preventing falls in older people living in the community: a systematic review and meta-analysis of 41 trials and almost 20 000 participants. *British Journal of Sports Medicine* 54(22), 1340-1350.
- Hottenrott, K., Hoos, O. Esperer, H.D. (2006). Herzfrequenzvariabilität und Sport. *Herz*, 31, 544-552.
- Huang, C.-J. Webb., H.E. Zourdos, M. et al. (2013). Cardiovascular reactivity, stress and physical activity. *Frontiers in Physiology- Clinical and Translational Physiology* 4(314), 1-13.
- Iellamo, F. (2001). Neural mechanisms of cardiovascular regulation during exercise. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical* 66-75.
- Linattiniemi S, Jokelainen J., Luukinen H. F. (2009). Falls risk among a very old home-dwelling population. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 27(1), 25-30.
- Inoue, T. Maeda, K. Nagano, A. Shimizu, A. Ueshima, J. Murotani, K. Sato, K. Tsubaki, A. (2020). Undernutrition, Sarcopenia, and Frailty in Fragility Hip Fracture: Advanced Strategies for Improving Clinical Outcomes. *nutrients*, 12(3734).
- Inouye, S. K. Brown, C.J. Tinetti, M.E. (2009). Medicare nonpayment, hospital falls, and unintended consequences. *The New England Journal of Medicine*, 360(23), 2390-2393.
- Jackson-Koku, G. (2016). Beck Depression Inventory. *Occupational Medicine*, 66(2), 174-175.
- Jones, M. R., Ehrhardt, K.P. Ripoll, J.G. et al. (2016). Pain in the Elderly. *Curr Pain and Headache Reports*, 20(23).
- Kamarck, T. W., Manuck, S. B., & Jennings, J. R. (1990). Social support reduces cardiovascular reactivity to psychological challenge: a laboratory model. *Psychosomatic medicine*, 52(1), 42-58.
- Katano, S. Yano, T. Otori, K. et al. (2021). Barthel Index Score Predicts Mortality in Elderly Heart Failure- A Goal of Comprehensive Cardiac Rehabilitation *Circulation Journal* 86(1), 70- 78.
- Kenyon-Smith, T. Nguyen, E. Oberai, T. et al. (2019). Early Mobilization Post-Hip Fracture Surgery. *Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation*, 10, 1-6.
- Kim, H. Cheon, E. Bai, D. et al. (2018). Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investigation* 15(3), 235-245.
- Kleiger, R. Stein, P., Bigger, J. . (2005). Heart Rate Variability: Measurement and Clinical Utility. *Ann Noninvasive Electrocardiol.*, 10(1), 88-101.

- Koopman, J. van Bodegom, D. Maan, A. et al (2015). Heart rate variability, but not heart rate, is associated with handgrip strength and mortality in older Africans at very low cardiovascular risk: A population-based study. *International Journal of Cardiology* 187, 559-561.
- Kühner, C. Bürger, C. Keller, F. Hautzinger, M. (2007). Reliabilität und Validität des revidierten Beck-Depressions-inventars (BDI- II) *Der Nervenarzt*, 78(6), 651-656.
- Lansche, G. Mittelstaedt, H. Gehrlein, M. et al (2001). Physiologische Veränderungen im Alter: Was ist von notfallmedizinischer Relevanz? *Anästhesiologie & Intensivmedizin*, 42, 741- 746.
- Lazzeroni, D. Villatore, A. Souryal, G. et al. (2022). The Aging Heart: A Molecular and Clinical Challenge *International Journal of Molecular Sciences*, 23(24), 16033.
- Lee, C. H., Lee, J. H., Son, J. W., Kim, U., Park, J. S., Lee, J., & Shin, D. G. (2018). Normative Values of Short-Term Heart Rate Variability Parameters in Koreans and Their Clinical Value for the Prediction of Mortality. *Heart, Lung and Circulation*, 27(5), 576-587.
- Ling, C. H. Y., Taekema, D., de Craen, A.J.M. et al. (2010). Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *CMAJ* 182(5), 429-435.
- Lohninger, A. (2017). *Herzratenvariabilität- Das HRV Praxis- Lehrbuch*. Facultas Verlags- und Buchhandels AG.
- Mahoney, F. Barthel, D. (1965). Functional evaluation: the Barthel Index. *Maryland State Med Journal* 14, 56-61.
- March, L. M. Chamberlain, A.C. Cameron, I.D. Cumming, R.G. Brnabic, A.J. Finnegan T.P. et al. (1999). How best to fix a broken hip. Fractured Neck of Femur Health Outcomes Project Team. *Medical Journal of Australia*, 170(10), 489-494.
- Mathiowetz, V. Rennells, C. Donahoe, L. (1985). Effect of elbow position on grip and key pinch strength *The Journal of Hand Surgery*, 10(5), 694-697.
- Mello Porto, J. Midori Nakaishi, A. P., et al. (2019). Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 82, 273-278
- Michael, S. G., K. S. Davis, G. M. (2017). Cardiac Autonomic Responses during Exercise and Post-exercise Recovery Using Heart Rate Variability and Systolic Time Intervals-A Review. *Frontiers in Physiology*, 8(301).
- Moncada, L. Mire, LG. (2017). Preventing Falls in Older Persons. *American Family Physician*, 96(4), 240-247.
- Montero-Odasso, M. van der Velde, N. Finbarr, CM. et al. (2022). World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. *Age and Ageing*, 51(9), afac205.
- Mühlberg, W., Sieber, C. (2004). Sarcopenia and frailty in geriatric patients: Implications for training and prevention. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 37, 2-8.

- Murugan, S. Patel, D. Prajapati, K. et al (2013). Grip strength changes in relation to different body posture, elbow and forearm positions *International Journal of Physiotherapy and Research*, 1(4), 116-121.
- Najagawa, M. Iwao, T. Ishida, S., Yonemochi, H., Fujino, T., Saikawa, T., Ito, M. (1998). Circadian rhythm of the signal averaged electrocardiogram and its relation to heart rate variability in healthy subjects. *Heart*, 79, 493-496.
- Oksuzyan, A. Bronnum-Hansen, H. Jeune, B. (2010). Gender gap in health expectancy. *European Journal of Ageing* 7(4), 213-218.
- Ophof, T. (2000). The normal range and determinants of the intrinsic heart rate in man. *Cardiovascular Research*, 177–184.
- Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society (2011). Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls in Older Persons. *JAGS* 59(1), 148-157.
- Pape, H. Kurtz., A. Silbernagl, S. (2019). *Physiologie* (Vol. 9). Thieme- Verlag.
- Perini, R. Fisher, N. Veicsteinas, A. Pendergast, D.R. (2002). Aerobic training and cardiovascular responses at rest and during exercise in older men and women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4), 700-708.
- Pfeufer, D., Kammerlander, C., Stadler, C. et al. (2020). Multidisciplinary inpatient rehabilitation improves the long-term functional status of geriatric hip-fracture patients. *European journal of medical research*, 25(31).
- Pober, D. M. Braun, B. Freedson, P.S. (2004). Effect of a Single Bout of Exercise on Resting Heart Rate Variability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(7), 1140-1148.
- Roberts, H. C. Denison, H.J. Martin, H.J. Patel, H.P. et al (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age and Aging*, 40, 423-429.
- Rubenstein, L. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Aging*, 35-S2, ii37-ii41.
- Sammito, S. Böckelmann, I. (2016). Factors Influencing Heart Rate Variability *International Cardiovascular Forum*, 6, 18-22.
- Sammito, S. Böckelmann, I. (2016). Reference values for time- and frequency-domain heart rate variability measures. *Heart Rhythm*, 13(6), 1309-1316.
- Santos- Eggimann, B., Cuenoud, P. Spagnoli, J. Junod, J. (2009). Prevalence of Frailty in Middle-Aged and Older Community-Dwelling Europeans Living in 10 Countries. *The Journals of Gerontology*, 64A(6), 675-681.
- Satish, P. Muralikrishnan, K. Balasubramanian, K. et al. (2015). Heart rate variability changes during stroop color and word test among genders. *Indian journal of physiology and pharmacology*, 59(1), 9-15.

- Scheel-Hincke, L. Möller, S. Lindahl-Jacobsen, Juel- Ahrenfeldt, L. (2020). Cross-national comparison of sex differences in ADL and IADL in Europe: findings from SHARE. *European Journal of Ageing*, 17(1), 69-79.
- Schmidtke, K. (2018). *Neurology hoch2 ClinicalKey Edition (Vol. Demenz)*. Urban & Fischer Verlag/ Elsevier GmbH.
- Schulter, G. Mittenecker, E. Papousek, I. (2010). A computer program for testing and analyzing random generation behavior in normal and clinical samples: the Mittenecker Pointing Test. *Behavior research methods*, 42(1), 333-341.
- Shaffer, F., McCraty, R., Zerr, C. L. (2014). A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in psychology*, 5(1040), 1-19.
- Shahimi, N. Goh, CH. Mat, S. et al. (2022). Psychological status and physical performance are independently associated with autonomic function. *Biomedical engineering online*, 21(29).
- Sherrington, C. Michaleff, ZA. Fairhall, N. et al. (2017). Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 1750-1758.
- Spruit, M. A., Maurice Sillen, J.H. Groenen, M.T.J. et al. (2013). New Normative Values for Handgrip Strength: Results From the UK Biobank. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(10), 775.e775-775.e711..
- Statistik Austria, B. (2022). *Demographisches Jahrbuch*. [online] [<https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Demographisches-JB-2020.pdf>] [05.10.2023]
- Statistisches Amt der Europäischen Kommission, E. (2021). *Healthy life years statistics* [online] [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthy\\_life\\_years\\_statistics#Healthy\\_life\\_years\\_at\\_age\\_65](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthy_life_years_statistics#Healthy_life_years_at_age_65) [05.10.2023]
- Strotzka, S. Psota., G. Sepandj, A. (2003). Uhrentest in der Demenzdiagnostik: Auf der Suche nach der verlorenen Zeit. *Psychopraxis*, 4, 16-24.
- Syddall, H. Westbury, LD. Dodds, R. et al. (2017). Mortality in Hertfordshire Agein Study: association with level and loss of hand grip strength in later life. *Age Aging*, 46(3), 407-412.
- Task Force, of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology (1996). Heart Rate Variability. *Circulation*, 93(5), 1043-1065.
- Terroba-Chambi, C. Bruno, V. Vigo, D. E. et al. (2021). Heart rate variability and falls in Huntington's disease. *Clinical autonomic research : official journal of the Clinical Autonomic Research Society*, 31(2), 281-292.
- Thayer, J. F. A, F. Fredrikson, M. Sollers III, J.J. Wager, T.D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 36(2), 747-756.

- Tiller, W. A. Mc Craty, R. Atkinson, M. (1996). Cardiac coherence: a new, noninvasive measure of autonomic nervous system order. *Alternative therapies in health and medicine*, 2(1), 52-65.
- Tinetti, M. E. (1994). A Multifactorial Intervention to Reduce the Risk of Falling among Elderly People Living in the Community. *The New England Journal of Medicine*(331(13)), 821–827.
- Tornero-Quiñones, I. Sáez-Padilla, J., Espina Díaz, A. et al. . (2020). Functional Ability, Frailty and Risk of Falls in the Elderly: Relations with Autonomy in Daily Living. *International journal of environmental research and public health*, 17(3), 1006.
- Umetani, K., Singer, D. H., McCraty, R., Atkinson, M. . (1998). Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *Journal of the American College of Cardiology*, 31(3), 593-601.
- Vazan, R. Filckikova., D. Mravec, B. et al. (2017). Effect off the Stroop test performed in supine position on the heart rate variability in both genders. *Autonomic Neuroscience*, Dezember(208), 156-160.
- Vermeiren, S. Vella- Azzopardi, R. Beckwée, D. et al; Gerontopole Brussels Study group. (2016). Frailty and the prediction of negative health outcomes: a meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc*, 17(12), 1163.e1161–1163.e1117.
- Wade, D. Collin, C. (1988). The Barthel ADL Index: a standard measure of physical disability? *International Disability Studies* 10(2), 64-67.
- WHO. (2007). *Global report on falls Prevention in older Age*. [online] <https://extranet.who.int/agefriendlyworld/wp-content/uploads/2014/06/WHO-Global-report-on-falls-prevention-in-older-age.pdf> [15.10.2023]
- Xu, Q. Ou, X. Li, J. (2022). The risk of falls among the aging population: A systematic review and meta-analysis. *frontiers in Public Health*, 10(902599).

## Anhang

### **PatientInneninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der klinischen Studie Kardiovaskuläre Reaktivität<sup>1</sup> – eine Pilotstudie im klinischen Umfeld.**

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein an der oben genannten klinischen Studie teilzunehmen. Die Aufklärung darüber erfolgt in einem ausführlichen ärztlichen Gespräch.

**Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Studie hat keine nachteiligen Folgen für Ihre medizinische Betreuung. Ebenso haben Sie die Möglichkeit jederzeit und ohne Angabe von Gründen die Verwendung ihrer Daten zu widerrufen.**

Klinische Studien sind notwendig, um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer klinischen Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser klinischen Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text als Ergänzung zum Informationsgespräch mit Ihrem Arzt/ Ihrer Ärztin sorgfältig durch und zögern Sie nicht Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der klinischen Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als TeilnehmerIn an dieser klinischen Studie im Klaren sind.

Zu dieser klinischen Studie, sowie zur PatientInneninformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

#### **1. Was ist der Zweck der klinischen Studie?**

Der Zweck dieser Beobachtungsstudie ist der Nachweis einer unterschiedlichen Reaktion des Herz-Kreislaufsystems zwischen ProbandInnen nach Schenkelhalsfrakturen und ProbandInnen ohne Sturzvorgeschichte. Dies soll in einer kurzen Untersuchung ermittelt werden, in der die Reaktion des Herz-Kreislaufsystems unter Ruhe und bei einfacher Belastung (wie z. B. durch Wortleseübungen und Handkrafttests) in seiner Veränderung beobachtet wird. Für die Ermittlung biologischer und physiologischer Parameter kommen Fragebögen zur Anwendung (z.B. Lebensstil, Gesundheitszustand etc.). Es gibt

---

<sup>1</sup> Durch leichte Belastung ausgelöste erhöhte Herzfrequenz und ansteigender Blutdruck.

wissenschaftliche Hinweise, dass diese Parameter einen Zusammenhang aufweisen und dass diese Ihr weiteres Leben beeinflussen können.

## **2. Wie läuft die klinische Studie ab?**

Diese klinische Studie wird in Kooperation mit der Medizinischen Universität Graz an der Albert Schweitzer Klinik (Geriatrische Gesundheitszentren der Stadt Graz) durchgeführt, und es werden insgesamt 24 Frauen und Männer im Alter von 65 bis 85 Jahren daran teilnehmen.

Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie ist mit einer Dauer von jeweils ca. 60 Minuten zu Beginn und am Ende Ihres dreiwöchigen Aufenthalts an der Albert Schweitzer Klinik vorgesehen.

Folgende Maßnahmen werden ausschließlich aus Studiengründen durchgeführt:

Zu Beginn werden Sie gebeten Fragebögen auszufüllen. Danach wird Ihnen ein Gurt zur Messung der Atemfrequenz angelegt und es werden drei Elektroden am Brustkorb für die EKG-Messung (Aufnahme der elektrischen Aktivität der Herzmuskelzellen) sowie ein Pulsmesser am Finger angebracht. Nach einer kurzen Ruhephase wird Ihre Handkraft gemessen. Anschließend werden Sie gebeten, jeweils nach einem „Piepton“ eine zufällig gewählte Taste auf einer Tastatur zu drücken. Weiters folgt ein einfacher Lesetest (einzelne Worte unterschiedlicher Farbe) und abschließend nochmals eine kurze Ruhephase, um Ihre Herzaktivität in dieser Situation zu ermitteln. Am Beginn als auch am Ende der Untersuchung wird zusätzlich der Blutdruck mittels Manschette am Oberarm gemessen und der Wadendurchmesser ermittelt. Die gesamte Untersuchung findet in sitzender Position statt.

## **3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Klinischen Studie?**

Es ist nicht zu erwarten, dass Sie aus Ihrer Teilnahme an dieser klinischen Studie einen unmittelbaren gesundheitlichen Nutzen ziehen werden. Ziel dieser klinischen Studie ist ein möglicher Nachweis eines Zusammenhangs zwischen der kardiovaskulären Reaktivität und dem Sturzrisiko und damit in Verbindung stehender weiterer Faktoren. Die Erkenntnisse könnten für eine gezielte Lebensstilberatung genutzt werden.

## **4. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?**

Es können die im Rahmen dieser klinischen Studie durchgeführten Maßnahmen zu Beschwerden führen, wie z.B. in äußerst seltenen Fällen zu einer geringfügigen Hautreizung durch die EKG-Elektroden oder ein leichter Druckschmerz durch die Platzierung einer Druckmanschette am Oberarm, welche den Blutfluss für kurze Zeit unterbindet.

## **5. Zusätzliche Einnahme von Arzneimitteln?**

Es ist im Rahmen der Studien nicht notwendig zusätzliche Medikamente einzunehmen oder die derzeitige Medikation zu verändern.

**6. Hat die Teilnahme an der klinischen Studie sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?**

Bei Teilnahme an der klinischen Studie werden Sie gebeten, auf den Konsum von alkoholischen Getränken ab dem Vorabend der Untersuchung sowie auf den Konsum von Kaffee, koffeinhaltigen Getränken o.ä. bzw. Tabakkonsum ab zumindest zwei Stunden vor der Untersuchung zu verzichten.

**7. Was ist zu tun beim Auftreten von Symptomen, Begleiterscheinungen und/oder Verletzungen?**

Sollten im Verlauf der klinischen Studie irgendwelche Symptome, Begleiterscheinungen oder Verletzungen auftreten, müssen Sie diese Ihrem Arzt/ Ihrer Ärztin mitteilen, bei schwerwiegenden Begleiterscheinungen umgehend, ggf. telefonisch (Telefonnummern, etc. siehe unten).

**8. Wann wird die klinische Studie vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der klinischen Studie ausscheiden ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile entstehen.

Ihr Studienarzt/ Ihre Studienärztin wird Sie über alle neuen Erkenntnisse, die in Bezug auf diese klinische Studie bekannt werden, und für Sie wesentlich werden könnten, umgehend informieren. Auf dieser Basis können Sie dann Ihre Entscheidung zur **weiteren** Teilnahme an dieser klinischen Studie neu überdenken.

Es ist aber auch möglich, dass Ihr Studienarzt/ Ihre Studienärztin entscheidet, Ihre Teilnahme an der klinischen Studie vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis einzuholen, sofern Sie den Erfordernissen der Klinischen Studie nicht entsprechen.

**9. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser klinischen Studie gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur die StudienärztInnen und deren MitarbeiterInnen Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden („personenbezogene“ Daten). Weiter können ggf. Beauftragte von in- und ausländischen Gesundheitsbehörden, der zuständigen Ethikkommission und Personen, die von StudienleiterIn und/oder AuftraggeberIn der Studie mit der Kontrolle der Datenqualität beauftragt wurden, Einsicht in diese Daten nehmen, um die Richtigkeit der Aufzeichnungen zu überprüfen. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden ausnahmslos nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten dieser klinischen Studie werden Sie nicht namentlich genannt.

Die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes in der geltenden Fassung werden eingehalten.

**10. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Durch Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten. Ein Kostenersatz ist nicht vorgesehen.

**11. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser klinischen Studie stehen Ihnen Ihr Studienarzt/ Ihre Studienärztin und seine MitarbeiterInnen gern zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als PatientIn und TeilnehmerIn an dieser klinischen Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Name der Kontaktperson: Johanna Maria Brehmer

Ständig erreichbar unter: 0676/ 58 55 334

Name der Kontaktperson: Prim. Dr. Gerald Pichler

Ständig erreichbar unter: 0316/ 70 60 13 02

## 12. Einwilligungserklärung

Name der/s Patientin/en in Druckbuchstaben:

.....

Geb.Datum: ..... Code: .....

Ich erkläre mich bereit, an der klinischen Studie „**Kardiovaskuläre Reaktivität – eine Pilotstudie im klinischen Umfeld.**“ teilzunehmen.

Ich bin von Herrn Prim. Dr. Gerald Pichler ausführlich und verständlich über mögliche Belastungen und Risiken, sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der klinischen Studie, und sich für mich daraus ergebenden Anforderungen aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser PatientInnenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 5 Seiten umfasst, gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir vom Studienarzt/ärztin verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich werde den ärztlichen Anordnungen, die für die Durchführung der klinischen Studie erforderlich sind, Folge leisten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile für meine weitere medizinische Betreuung entstehen.

Ich bin zugleich damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser klinischen Studie ermittelten Daten aufgezeichnet werden. Um die Richtigkeit der Datenaufzeichnung zu überprüfen, dürfen Beauftragte der zuständigen Behörden beim Studienarzt/ärztin Einblick in meine personenbezogenen Krankheitsdaten nehmen.

Die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes in der geltenden Fassung werden eingehalten.

Eine Kopie dieser PatientInneninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim Studienarzt/ärztin.

.....  
(Datum und Unterschrift der/s Patientin/en)

.....  
(Datum, Name und Unterschrift des/r verantwortlichen Arztes/Ärztin)

**(Der Patient erhält eine unterschriebene Kopie der PatientInneninformation und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner des/der Studienarztes/ärztin.)**

## STAMMDATENBLATT



**Familienname/Vorname(n)** .....

**Geburtsdatum** .....

**Geschlecht**                      Weiblich                       Männlich

**Maße**                      Körpergröße: ..... cm      Körpergewicht: ..... kg

**Bitte füllen Sie vor der Vergabe der Probanden-ID die Ein- und Ausschlusskriterien aus**

**Probanden-ID:** .....

**Termine**      Datum/Uhrzeit  
1. Termin: .....  
2. Termin: .....

**Kontaktdaten**  
Telefon .....  
Email .....  
Adresse .....  
.....  
.....

## Ein- und Ausschlusskriterien

### **Einschlusskriterien**

Schriftliche Einwilligungserklärung

**ja**      **nein**

Alter:  $65 \geq$  und  $\leq 85$  Jahre

BMI unter  $35 \text{kg/m}^2$

### PatientInnengruppe

Schenkelhalsfraktur post OP

weiteres Sturzgeschehen innerhalb der letzten 12 Monate

### Kontrollgruppe

negative Sturzgeschichte in den letzten 12 Monaten

### **Ausschlusskriterien**

Patienten mit Demenz und schweren kognitiven Einschränkungen

**ja**      **nein**

Neurodegenerative Erkrankungen (Morbus Parkinson, etc.)

Autoimmunologische Erkrankungen (Multiple Sklerose, etc.)

Schwere visuelle beziehungsweise auditive Einschränkungen

Schwere organische Einschränkungen, die den Ablauf oder Fortgang der Studie negativ beeinflussen könnten

Sonstige Gründe wie Drogen- und Alkoholabusus sowie fehlende Compliance

**Anamnese** (Allergien, frühere Erkrankungen)

---

---

---

**Aktuelle Erkrankung/Medikation**

---

---

---

**Bemerkungen**

---

---

---

## Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), Barthel-Index

1. Essen	Punkte	
Unabhängig, benutzt Geschirr und Besteck	10	
Braucht Hilfe, z.B. beim Schneiden	5	
Total hilfsbedürftig	0	
2. Baden		
Badet oder duscht ohne Hilfe	5	
Badet oder duscht mit Hilfe	0	
3. Waschen		
Wäscht Gesicht, kämmt, rasiert bzw. schminkt sich, putzt Zähne	5	
Braucht Hilfe	0	
4. An- und Auskleiden		
Unabhängig, inkl. Schuhe anziehen	10	
Hilfsbedürftig, kleidet sich teilweise selbst an/	5	
Total hilfsbedürftig	0	
5. Stuhlkontrolle		
Kontinent	10	
Teilweise inkontinent	5	
Inkontinent	0	
6. Urinkontrolle		
Kontinent	10	
Teilweise inkontinent	5	
Inkontinent	0	
7. Toilettenbenutzung		
Unabhängig bei Benutzung der Toilette/des Nachtstuhls	10	
Braucht Hilfe für z.B. Gleichgewicht, Kleidung aus-/anziehen, Toilettenpapier	5	
Kann nicht auf die Toilette/Nachtstuhl	0	
8. Bett-/(Roll-) Stuhltransfer		
Unabhängig (gilt auch für Rollstuhlfahrer)	15	
Minimale Assistenz oder Supervision	10	
Kann sitzen, braucht für den Transfer jedoch Hilfe	5	
Bettlägerig	0	
9. Bewegung		
Unabhängiges Gehen (auch mit Gehhilfe) für mindestens 50	15	
Mindestens 50 m Gehen, jedoch mit Unterstützung	10	
<i>Für Rollstuhlfahrer: unabhängig für mindestens 50 m</i>	5	
Kann sich nicht mindestens 50 m fortbewegen	0	
10. Treppensteigen		
Unabhängig (auch mit Gehhilfe)	10	
Braucht Hilfe oder Supervision	5	
Kann nicht Treppensteigen	0	
<b>Gesamtpunktzahl (max. 100)</b>		

## BDI – II

Name:

Geburtsdatum:

Datum:

Beruf:

Adresse:

---

### *Traurigkeit*

- 0 Ich bin nicht traurig.
- 1 Ich bin oft traurig.
- 2 Ich bin ständig traurig.
- 3 Ich bin so traurig oder unglücklich, dass ich es nicht aushalte.

### *Pessimismus*

- 0 Ich sehe nicht mutlos in die Zukunft.
- 1 Ich sehe mutloser in die Zukunft als sonst.
- 2 Ich bin mutlos und erwarte nicht, dass meine Situation besser wird.
- 3 Ich glaube, dass meine Zukunft hoffnungslos ist und nur noch schlechter wird.

### *Versagensgefühle*

- 0 Ich fühle mich nicht als Versager.
- 1 Ich habe häufiger Versagensgefühle.
- 2 Wenn ich zurückblicke, sehe ich eine Menge Fehlschläge.
- 3 Ich habe das Gefühl, als Mensch ein völliger Versager zu sein.

### *Verlust von Freude*

- 0 Ich kann die Dinge genauso gut genießen wie früher.
- 1 Ich kann die Dinge nicht mehr so genießen wie früher.
- 2 Dinge, die mir früher Freude gemacht haben, kann ich kaum mehr genießen.
- 3 Dinge, die mir früher Freude gemacht haben, kann ich überhaupt nicht mehr genießen.

### *Schuldgefühle*

- 0 Ich habe keine besonderen Schuldgefühle
- 1 Ich habe oft Schuldgefühle wegen Dingen, die ich getan habe oder hätte tun sollen.
- 2 Ich habe die meiste Zeit Schuldgefühle.
- 3 Ich habe ständig Schuldgefühle.

### ***Interessensverlust***

- 0 Ich habe das Interesse an anderen Menschen oder an Tätigkeiten nicht verloren.
- 1 Ich habe weniger Interesse an anderen Menschen oder an Dingen.
- 2 Ich habe das Interesse an anderen Menschen oder Dingen zum größten Teil verloren.
- 3 Es fällt mir schwer, mich überhaupt für irgendetwas zu interessieren.

### ***Entschlussunfähigkeit***

- 0 Ich bin so entschlossen wie immer.
- 1 Es fällt mir schwerer als sonst, Entscheidungen zu treffen.
- 2 Es fällt mir sehr viel schwerer als sonst, Entscheidungen zu treffen.
- 3 Ich habe Mühe, überhaupt Entscheidungen zu treffen.

### ***Wertlosigkeit***

- 0 Ich fühle mich nicht wertlos.
- 1 Ich halte mich für weniger wertvoll und nützlich als sonst.
- 2 Verglichen mit anderen Menschen fühle ich mich viel weniger wert.
- 3 Ich fühle mich völlig wertlos.

### ***Energieverlust***

- 0 Ich habe so viel Energie wie immer.
- 1 Ich habe weniger Energie als sonst.
- 2 Ich habe so wenig Energie, dass ich kaum noch etwas schaffe.
- 3 Ich habe keine Energie mehr, um überhaupt noch etwas zu tun.

### ***Veränderungen der Schlaflosigkeit***

- 0 Meine Schlafgewohnheiten haben sich nicht verändert.
- 1 Ich schlafe etwas mehr als sonst.
- 2 Ich schlafe viel mehr als sonst.
- 3 Ich schlafe fast den ganzen Tag.
- 4 Ich schlafe etwas weniger als sonst.
- 5 Ich schlafe viel weniger als sonst.
- 6 Ich wache 1-2 Stunden früher auf als gewöhnlich und kann nicht mehr einschlafen.

### ***Reizbarkeit***

- 0 Ich bin nicht reizbarer als sonst.
- 1 Ich bin reizbarer als sonst.
- 2 Ich bin viel reizbarer als sonst.
- 3 Ich fühle mich dauernd gereizt.

### ***Veränderungen des Appetits***

- 0 Mein Appetit hat sich nicht verändert.
- 1 Mein Appetit ist etwas schlechter als sonst.
- 2 Mein Appetit ist viel schlechter als sonst.
- 3 Ich habe überhaupt keinen Appetit.
- 4 Mein Appetit ist etwas größer als sonst.
- 5 Mein Appetit ist viel größer als sonst.
- 6 Ich habe ständig Heißhunger.

### ***Konzentrationschwierigkeiten***

- 0 Ich kann mich so gut konzentrieren wie immer.
- 1 Ich kann mich nicht mehr so gut konzentrieren wie sonst.
- 2 Es fällt mir schwer, mich längere Zeit auf etwas zu konzentrieren.
- 3 Ich kann mich überhaupt nicht mehr konzentrieren.

### ***Ermüdung oder Erschöpfung***

- 0 Ich fühle mich nicht müder oder erschöpfter als sonst.
- 1 Ich werde schneller müde oder erschöpft als sonst.
- 2 Für viele Dinge, die ich üblicherweise tue, bin ich zu müde oder erschöpft.
- 3 Ich bin so müde oder erschöpft, dass ich fast nichts mehr tun kann.

### ***Verlust an sexuellem Interesse***

- 0 Mein Interesse an Sexualität hat sich in letzter Zeit nicht verändert.
- 1 Ich interessiere mich weniger für Sexualität als früher.
- 2 Ich interessiere mich jetzt viel weniger für Sexualität.
- 3 Ich habe das Interesse an Sexualität völlig verloren.

### ***Bestrafungsgefühle***

- 0 Ich habe nicht das Gefühl, für etwas bestraft zu sein.
- 1 Ich habe das Gefühl, vielleicht bestraft zu werden.
- 2 Ich erwarte, bestraft zu werden.
- 3 Ich habe das Gefühl, bestraft zu sein.

### ***Selbstablehnung***

- 0 Ich halte von mir genauso viel wie immer.
- 1 Ich habe Vertrauen in mich verloren.
- 2 Ich bin von mir enttäuscht.
- 3 Ich lehne mich völlig ab.

### ***Selbstvorwürfe***

- 0 Ich kritisiere oder tadle mich nicht mehr als sonst.
- 1 Ich bin mir gegenüber kritischer als sonst.
- 2 Ich kritisiere mich für all meine Mängel.
- 3 Ich gebe mir die Schuld für alles Schlimme, was passiert.

### ***Selbstmordgedanken***

- 0 Ich denke nicht daran, mir etwas anzutun.
- 1 Ich denke manchmal an Selbstmord, aber ich würde es nicht tun.
- 2 Ich möchte mich am liebsten umbringen.
- 3 Ich würde mich umbringen, wenn ich die Gelegenheit dazu hätte.

### ***Weinen***

- 0 Ich weine nicht öfter als früher.
- 1 Ich weine jetzt mehr als früher.
- 2 Ich weine beim geringsten Anlass.
- 3 Ich möchte gerne weinen, aber ich kann nicht.

### ***Unruhe***

- 0 Ich bin nicht unruhiger als sonst.
- 1 Ich bin unruhiger als sonst.
- 2 Ich bin so unruhig, dass es mir schwer fällt, stillzusitzen.
- 3 Ich bin so unruhig, dass ich mich ständig bewegen oder etwas tun muss.