



MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Reliabilität, Validität und Realisierbarkeit
verschiedener Messmethoden zur Bestimmung von
körperlicher Aktivität und Fitness von älteren
Personen“

verfasst von / submitted by

Simone Mann, Bakk. rer. nat.

angestrebter akademischer Grad/ in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (Msc.)

Wien, Februar 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Sportwissenschaft

Betreut von / Supervisor:

Assoz.-Prof. DI Dr. Barbara Wessner

ABSTRACT

Background: Physical activity and physical fitness are two essential conditions for successful aging, but at an old age there are many reasons that prevent people from staying active and fit. As a consequence the age-related loss of muscle mass, strength and function (sarcopenia) became a major public health concern all over Europe. In order to monitor this decline, to discriminate between physiological and pathological processes and to be able to take early countermeasures, it is necessary to provide reliable and valid tools for the measurement of physical activity, muscle mass, strength and function (determinants of physical fitness).

Objectives: The aim of the present work was to compare available methods for determining physical activity and fitness in an older population with respect to their reliability, validity and feasibility. Derived from these facts, a study protocol for an epidemiological assessment should be suggested with the main goal to assess specific reference values for an Austrian population to discriminate between the physiological and pathological loss of muscle mass and function in an older population.

Methods: For this hermeneutic thesis a conventional literature search was undertaken in the database Medline (PubMed). Other relevant literature was included by hand search within the available articles.

Results and Conclusion: From the vast amount of available tests, the so-called laboratory tests can be regarded as gold standards having a high reliability. Unfortunately, these tests will not be feasible in the praxis for the broad clinical setting. Therefore, a set of functional and easy to use tests are suggested as they have shown to provide sufficient reliability and validity. However, these tests are highly dependent from the exact test conditions. Therefore, it is suggested that laboratory-specific cut-off points are developed.

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: Körperliche Aktivität und körperliche Fitness sind zwei wesentliche Voraussetzungen zum erfolgreichen Altern, allerdings gibt es viele Gründe, die Menschen davon abhalten, aktiv und fit zu bleiben. Der altersbedingte Verlust an Muskelmasse, -kraft und -funktion (Sarkopenie) stellt mittlerweile in ganz Europa ein großes Problem für die öffentliche Gesundheit dar. Um diesen Abfall beobachten, um zwischen physiologischen und pathologischen Prozessen unterscheiden und um frühe Gegenmaßnahmen treffen zu können, sind reliable und valide Methoden zur Erfassung der körperlichen Aktivität, der Muskelmasse, -kraft und -funktion notwendig.

Zielsetzung: Ziel der vorliegenden Arbeit war es, verschiedene Methoden zur Erfassung der körperlichen Aktivität und Fitness hinsichtlich ihrer Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit gegenüberzustellen. Daraus abgeleitet sollte ein Protokoll für eine künftige epidemiologische Studie erstellt werden, aus der spezifische Referenzwerte für eine österreichische Population hervorgehen sollen, wodurch man zwischen physiologischem und pathologischem Verlust an Muskelmasse und -funktion in einer älteren Population unterscheiden könnte.

Methodik: Für diese hermeneutische Arbeit wurde eine konventionelle Literatursuche in der Datenbank Medline (PubMed) durchgeführt. Weitere relevante Literatur wurde mittels Handsuche innerhalb der verfügbaren Artikel eingeschlossen.

Resultate und Conclusio: Von der großen Anzahl an verfügbaren Tests zählen die sogenannten Labortests zu den Goldstandards, die über eine hohe Reliabilität verfügen. Leider sind diese Tests schwer in der Praxis und in einem breiten klinischen Setting anwendbar. Aus diesem Grund werden hier Testbatterien, die über genügend Reliabilität und Validität verfügen, vorgeschlagen. Da diese Tests jedoch stark von den jeweiligen Testbedingungen abhängig sind, wird empfohlen Labor-spezifische Cut-off Werte zu entwickeln.

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	III
ZUSAMMENFASSUNG	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VII
TABELLENVERZEICHNIS	VIII
DANKSAGUNG	IX
1 EINLEITUNG	11
1.1 Motivation	11
1.2 Begriffsbestimmungen.....	12
1.2.1 Alter	12
1.2.1.1 Chronologisches Alter	12
1.2.1.2 Biologisches Alter	12
1.2.1.3 Psychologisches Alter	13
1.2.1.4 Soziales Alter.....	13
1.2.2 Körperliche Aktivität und Training.....	13
1.2.3 Körperliche Fitness.....	16
1.3 Alterungsprozess.....	20
1.3.1 Lebenserwartung.....	21
1.3.2 Bevölkerungsstruktur und Bevölkerungsprognose.....	23
1.3.3 Alterspyramide.....	24
1.3.4 Rückgang an körperlicher Aktivität.....	25
1.3.5 Risikoerhöhung an chronischen Erkrankungen	26
1.3.6 Altersbedingte Veränderungen.....	29
1.4 Körperliche Aktivität im Alter	37
1.4.1 Bedeutung	37
1.4.2 Quantitative Beschreibung körperlicher Aktivität.....	37
1.4.3 Aktivitätsniveau.....	41
1.4.4 Bewegungsempfehlungen.....	42
1.5 Muskelmasse und Muskelfunktion im Alter	46
1.5.1 Zusammenhang zwischen Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion.....	46
1.5.2 Sarkopenie und sarkopenische Adipositas	47
1.5.2.1 Sarkopenie	47
1.5.2.2 Sarkopenische Adipositas	52
2 ZIELSETZUNG UND FORSCHUNGSFRAGEN	55
3 HERMENEUTISCHE AUFARBEITUNG DER LITERATUR	57
3.1 Methoden zur Erfassung der körperlichen Aktivität bei älteren Personen	57
3.1.1 Laborbasierte Methoden.....	58
3.1.2 Subjektive Verfahren	59

3.1.3	Objektive Verfahren.....	61
3.1.4	Gegenüberstellung der einzelnen Methoden zur körperlichen Aktivitätsbestimmung 66	
3.2	Methoden zur Bestimmung der Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion bei älteren Personen	67
3.2.1	Reliabilitäts- und Validitätsprüfung	67
3.2.2	Methoden zur Bestimmung der Muskelmasse	69
3.2.2.1	Computer- und magnetresonanztomographie.....	69
3.2.2.2	Dual-Röntgen-absorptiometrie	69
3.2.2.3	Die bioelektrische impedanzanalyse	70
3.2.2.4	Ultrasonographie	71
3.2.3	Methoden zur Bestimmung der Muskelkraft.....	73
3.2.3.1	Isokinetische Dynmaometer	73
3.2.3.2	Tragbare Dynamometer	74
3.2.4	Methoden zur Bestimmung der Muskelfunktion	78
3.2.4.1	Gehgeschwindigkeit	78
3.2.4.2	6- Minuten Gehtest	79
3.2.4.3	Timed up and go test (TUG).....	79
3.2.4.4	Berg Balance Skala.....	80
3.2.4.5	Arm Curl Test	80
3.2.4.6	Aufstehetest.....	80
3.2.5	Beispielhafte Testbatterien zur Überprüfung der körperlichen Fitness bei älteren Personen	83
3.2.5.1	Senior Fitness Test.....	83
3.2.5.2	Short Physical Performance Battery (SPPB)	86
3.2.5.3	Continous Scaled physical functional performance test (CS- PFP).....	87
3.2.6	Bestimmung von Cut-Off Points zur Muskelmasse, -kraft und -funktion.....	88
3.2.7	Auswirkungen der unterschiedlichen Methoden auf die Diagnose und Definition von Sarkopenie.....	99
4	DISKUSSION	103
5	ERSTELLEN EINES STUDIENPROTOKOLLS.....	110
5.1	Hintergrund.....	110
5.2	Studiendesign.....	110
5.3	Zielgruppe.....	110
5.3.1	Zielgruppengröße	110
5.3.2	Ein –und Ausschlusskriterien (Voranamnese)	110
5.4	Studienablauf	111
6	CONCLUSIO	115
	LITERATURVERZEICHNIS	116
	EIDESSTAATLICHE ERKLÄRUNG	133
	ANHANG	134

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Dimensionen der körperlichen Aktivität (WHO, 2010).	14
Abbildung 2: Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit (Rütten et al., 2005, S. 8).	15
Abbildung 3: Lebenserwartung bei der Geburt (Jahre) in ausgewählten Ländern nach Geschlecht: 1970-2008 (Leon, 2011, S. 272).	22
Abbildung 4: Bevölkerungsprognose (Statistik Austria, 2015).	24
Abbildung 5: Alterspyramide von Österreich; links: 1910; rechts: 2011 (Statistik Austria, 2015). ..	25
Abbildung 6: Prozentzahlen von Erwachsenen, die Freizeitaktivitäten ausüben, getrennt nach Altersgruppen, United States: 1999-2001 (Schoenborn et al., 2004, S. 39).	26
Abbildung 7: Korrelationen zwischen der VO_{2max} und dem Alter in drei unterschiedlichen Studienpopulationen bei Männern (Wilson & Tanaka, 2000, S. 831).	34
Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Skelettmuskelmasse und Alter bei Männern und Frauen (Janssen & Ross, 2005, S. 410).	46
Abbildung 9: Merkmale der Gebrechlichkeit (mod. n. Buess & Kressig, 2013, S. 1168).	48
Abbildung 10: Ursachen der Sarkopenie (Buess & Kressig, 2013, S. 1168)	50
Abbildung 11: Diagnosekriterien von Sarkopenie (mod. n. Cruz-Jentoft et al., 2010, S. 414).	51
Abbildung 12: Rahmenbedingungen der Funktionsfähigkeit (Rikli & Jones, 2002, S.25).	83
Abbildung 13: Prävalenz von Sarkopenie bei Männern und Frauen mit normalem SMI, Grad I Sarkopenie und Grad II Sarkopenie pro Dekade (Janssen et al., 2002, S. 891).	90
Abbildung 14: Definitionen der Sarkopenie (Baumgartner et al., 1998; Janssen et al., 2002; 2004).	91
Abbildung 15: Überblick zweier Grenzwerte zur Diagnose von Sarkopenie (definiert von der EWGSOP) in Hinblick auf Muskelmasse, Muskelkraft & Muskelfunktion (Beaudart et al., 2014, S.426).	93

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Komponenten der körperlichen Fitness (Corbin et al., 2000).....	16
Tabelle 2: Komponenten der gesundheitsbezogenen Fitness (Shepard, 1995).....	17
Tabelle 3: Lebensjahre in guter Gesundheit in Europa aus dem Jahr 2013 (Eurostat, 2014).....	22
Tabelle 4: Die 10 bedeutendsten globalen Risikofaktoren (Lim et al., 2012).	27
Tabelle 5: Veränderungen der Körperzusammensetzung im Alter (Singh, 2002).	30
Tabelle 6: Körperliche Aktivitäten und METs (Ainsworth et al., 2000)	38
Tabelle 7: Absolute Intensitäten und MET- Kategorien (Ainsworth et al., 2000)	39
Tabelle 8: Relative Intensität (mod. n. Titze et al., 2010, S. 11).	40
Tabelle 9: 4 Kategorien des Aktivitätsniveaus (Titze et al., 2010, S. 12; Bucksch & Schlicht, 2014, S. 16).	41
Tabelle 10: Kategorien der Sarkopenie (mod. n. Cruz-Jentoft et al., 2010, S.414).	50
Tabelle 11: Stadien der Sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2010).	52
Tabelle 12: Methoden zur Erfassung der körperlichen Aktivität (mod. n. Müller, Winter & Rosenbaum, 2010; Sirard & Pate, 2001).	57
Tabelle 13: Fragebögen zur Messung des körperlichen Aktivitätsverhaltens bei älteren Personen (Washburn, 2000, S. 81).	59
Tabelle 14: Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden zur körperlichen Aktivitätsbestimmung... ..	66
Tabelle 16: Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Muskelmasse hinsichtlich Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit.	72
Tabelle 17: Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Muskelkraft hinsichtlich der Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit	77
Tabelle 18: Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Muskelfunktion hinsichtlich der Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit	81
Tabelle 19: Beschreibung des SFT (Rikli & Jones, 1999 & 2002).	85
Tabelle 20: Cut-Off Points zur Muskelmasse bei Männern & Frauen aus der NHANES III Studie - SMI angepasst an die Körpergröße (Janssen et al., 2002).	90
Tabelle 21: Diagnose von Sarkopenie: Messmethoden und Cut-off- Points (Cruz-Jentoft et al., 2010, S.418 – 419).	94

DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Frau Dipl.-Ing. Dr. Barbara Wessner, die mir als Betreuerin in vielerlei Hinsicht zur Seite stand und mich stets unterstützt hat. Ebenso möchte ich mich bei all meinen Freunden und Familienmitgliedern bedanken, die mich während meines Studiums begleitet und unterstützt und mir die notwendige Kraft und Energie zum Studieren gegeben haben.

1 EINLEITUNG

1.1 MOTIVATION

Die meisten Menschen wollen geistig und körperlich gesund bis ins hohe Alter bleiben. Ebenso wollen sie so lange wie möglich selbstständig und unabhängig leben und in den Aktivitäten des alltäglichen Lebens nicht eingeschränkt sein. Zu den wichtigsten und ausschlaggebendsten Aspekten für eine gute Gesundheit zählen die körperliche Aktivität und körperliche Fitness. Zahlreiche Studien bestätigen, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die körperliche Fitness und Gesundheit hat (Brach et al., 2003; Caspersen, Powell, & Christenson, 1985; Rütten, Abu-Omar, Lampert, & Ziese, 2005; Samitz, Egger, & Zwahlen, 2011; Santos et al., 2012; Singh, 2002; Tuna, Edeer, Malkoc, & Aksakoglu, 2009). Aufgrund des fortschreitenden, nicht verhinderbaren Alterungsprozesses treten strukturelle und funktionelle Veränderungen im Körper auf, die wiederum die körperliche Leistungsfähigkeit beeinflussen können. Ebenso erhöht sich mit zunehmendem Alter das Risiko an chronischen Erkrankungen (Chodzko-Zajko et al., 2009). Körperliche Aktivität gilt als wichtiger Faktor zur Prävention und Behandlung chronischer Erkrankungen, zur Steigerung des Wohlbefindens sowie zur Senkung vorzeitiger Sterblichkeit (Holme & Anderssen, 2015; Samitz et al., 2011). Körperliche Fitness steht in enger Beziehung zu körperlicher Aktivität und wird durch regelmäßige körperliche Betätigung beeinflusst. Einige Studien zeigen jedoch, dass ältere Personen am wenigsten körperlich aktiv sind und vorwiegend einen sesshaften Lebensstil führen (Chodzko-Zajko et al., 2009; Westerterp, 2008). Körperliche Aktivität sollte vor allem bei älteren Personen ein wichtiger Bestandteil im Leben sein, um so den fortschreitenden Alterungsprozess verzögern bzw. entgegenwirken zu können. Valide und reliable Testverfahren zur Bestimmung der körperlichen Fitness bei älteren Personen sind absolut notwendig, um gefährdete Personen identifizieren zu können. Im Rahmen meiner Masterarbeit möchte ich zum einen Methoden zur Bestimmung der körperlichen Aktivität gegenüberstellen und zum anderen Methoden zur Bestimmung der Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion (Komponenten der körperlichen Fitness) bei älteren Personen in Bezug auf deren Validität, Reliabilität und Durchführbarkeit untersuchen. Des Weiteren sollen auf die Auswirkungen der unterschiedlichen Methoden auf die Definition bzw. Diagnose von Sarkopenie eingegangen werden. Zusätzlich soll daraus abgeleitet ein

Studienprotokoll zum Thema „Muskelmasse- und Muskelfunktion im Alter“ entwickelt werden, mit dem Ziel, den körperlichen Aktivitäts- und Fitnesszustand von älteren Personen zu überprüfen und eigene Referenzwerte zu definieren, die im klinischen Setting ebenso angewendet werden können wie für gesunde Personen im Alter über 65 Jahren.

1.2 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

1.2.1 ALTER

Der Begriff „Alter“ wird in der gerontologischen Forschung als ein Prozess dargestellt, in dem Menschen Jahre ansammeln und schrittweise Veränderungen in ihrer biologischen, sozialen und psychologischen Funktionsfähigkeit erfahren. Dieser Prozess zieht sich durch verschiedene Phasen des Lebens und wird sehr unterschiedlich erlebt. Es wird zwischen chronologischem, biologischem, psychologischem und sozialem Alter unterschieden (Phillips, Ajrouch, & Hillcoat-Nalletamby, 2010).

1.2.1.1 CHRONOLOGISCHES ALTER

Das „*chronologische*“ bzw. „*kalendarische Alter*“ bezieht sich auf die Anzahl der Lebensjahre ab der Geburt eines Menschen. Aus eigenen Erfahrungen weiß man, wie schwierig es sein kann, das Alter einer Person abzuschätzen. Das chronologische Alter kann zwar nicht beeinflusst werden, wohl aber das biologische Alter (Phillips et al., 2010).

1.2.1.2 BIOLOGISCHES ALTER

Unter dem „*biologischen Alter*“, auch „*Seneszenz*“ (Zellalterung) oder „*funktionelle Alterung*“ genannt, versteht man das körperliche Älterwerden und bezieht sich auf die biologischen Ereignisse, die mit der Zeit auftreten und progressiv das physiologische System beeinträchtigen können, so dass der Organismus weniger in der Lage ist, Krankheiten zu widerstehen und standzuhalten. Damit ist die Zeit gemeint, die vergangen ist, seit sich die Körperzellen zum letzten Mal regeneriert haben und gibt somit Auskunft über den aktuellen Gesundheitszustand und die Belastbarkeit eines Menschen. Der Körper eines sportlich aktiven Menschen muss seine Zellen schneller erneuern und bedeutet, dass er aus jüngeren Zellen besteht und daher biologisch jünger ist. Genetische Einflüsse, Lebensstil, Lebensbedingungen, physiologische Faktoren und Umweltfaktoren

sind dafür verantwortlich, dass das biologische Alter nach oben oder nach unten vom chronologischen Alter abweichen kann (Phillips et al., 2010).

1.2.1.3 PSYCHOLOGISCHES ALTER

Das „*psychologische Alter*“ fokussiert sich auf die Veränderungen, die während des Erwachsenseins auftreten und betrifft die individuelle Persönlichkeit, das individuelle Anpassungsvermögen, die mentale Funktionsfähigkeit (z.B. Gedächtnis, Lernen und Intelligenz) sowie Sinnes- und Wahrnehmungsprozesse (Phillips et al., 2010).

1.2.1.4 SOZIALES ALTER

Das „*soziale Alter*“ bezieht sich auf die Ereignisse, die Menschen in ihren Rollen und Beziehungen zu anderen Menschen und als Mitglieder gesellschaftlicher Strukturen (z.B. Religion) erfahren, die sich durch verschiedene Phasen des Lebens ziehen. Es wird von der jeweiligen Gesellschaftsstruktur bestimmt und ist stark von der Meinung anderer abhängig (Phillips et al., 2010).

1.2.2 KÖRPERLICHE AKTIVITÄT UND TRAINING

„*Körperliche Aktivität*“ stellt jede Form von Bewegung dar, die durch eine Muskelaktivität hervorgerufen wird und gleichzeitig zu einer Erhöhung des Energieverbrauchs führt. Dazu gehören alle Bewegungen, die aus dynamischen und statischen Muskelkontraktionen resultieren. Diese schließen sowohl geplante, strukturierte, wiederholende und zielgerichtete Handlungen ein, die auch als „*Training*“ bezeichnet werden, aber auch alle Muskelkontraktionen, die im Alltag (z.B. beim Sitzen, Stehen, Gehen) im Vergleich zum Ruheenergieumsatz zu einem erhöhten Energieverbrauch führen (Brandes, 2012; Titze et al., 2010). Training stellt somit eine Unterkategorie der körperlichen Aktivität dar. Training ist meistens auf das Erreichen von Zielen ausgerichtet. Ein Ziel wäre zum Beispiel die Verbesserung einer oder mehrerer Komponenten der körperlichen Fitness. Training bezieht sich allgemein auf die körperliche Aktivität in der Freizeit mit dem primären Ziel der Verbesserung, der Erhaltung bzw. der Wiederherstellung der körperlichen Fitness, der körperlichen Leistungsfähigkeit oder der Gesundheit (Caspersen et al., 1985; Howley, 2001).

Die körperliche Aktivität dient als Oberbegriff für jede körperliche Bewegung. Die Menge an Energie, die erforderlich ist, um eine Tätigkeit auszuführen, kann in Kilojoule (kJ) oder

Kilokalorien (kcal) gemessen werden, wobei 4.184 kJ 1 kcal entsprechen. Die Einheit Kilokalorien wird allerdings häufiger eingesetzt. Die Menge an Energie, die von einer Person aufgewendet wird, ist eine kontinuierliche Variable, die von niedrig bis hoch variieren kann. Die Gesamtmenge des Kalorienverbrauchs an körperlicher Aktivität ist abhängig von der Menge an Muskelmasse, die für Körperbewegungen zuständig ist und von der Intensität, Dauer und Häufigkeit an Muskelkontraktionen (Caspersen et al., 1985). Nach Titze et al. (2010) werden „Basisaktivitäten“ von „gesundheitswirksamen körperlichen Aktivitäten“ unterschieden. Basisaktivitäten sind körperliche Aktivitäten mit geringer Intensität. Darunter fallen alle Alltagsaktivitäten wie zum Beispiel langsames Gehen oder das Tragen geringer Lasten. Es kann vorkommen, dass diese Personen kurze Bewegungsimpulse mit mittleren und höheren Intensitäten ausführen wie zum Beispiel Treppen steigen. Trotzdem sind diese Impulse viel zu kurz, um die Gesundheit zu fördern. Hingegen umfasst die gesundheitswirksame körperliche Aktivität alle körperlichen Aktivitäten, die die Gesundheit fördern und das Verletzungsrisiko gering halten. Zu diesen zählen zum Beispiel schnelleres Gehen, Tanzen, Gartenarbeiten, etc. Der Energieverbrauch ist also höher als bei Basisaktivitäten. Die WHO (2010) klassifiziert körperliche Aktivität in 4 Dimensionen, wie in Abbildung 1 ersichtlich:

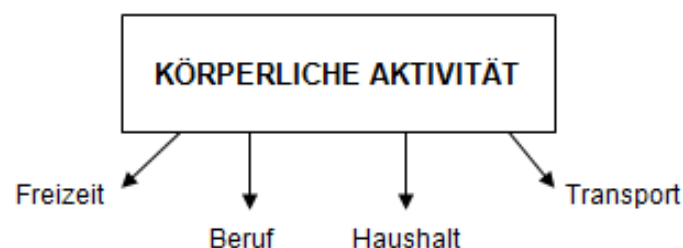


Abbildung 1: Dimensionen der körperlichen Aktivität (WHO, 2010).

Theoretisch gibt es unendlich viele Möglichkeiten körperlich aktiv zu sein und dies nicht nur in der Freizeit, sondern auch während beruflicher Tätigkeiten, Transport- sowie Haushaltsaktivitäten. Da die gesundheitsbezogenen Auswirkungen (Abbildung 2) körperlicher Aktivität jedoch vom Umfang, der Dauer, Intensität und Häufigkeit abhängen, bevorzugen die meisten Menschen von der Vielzahl an theoretischen Möglichkeiten körperlicher Aktivität nur das Gehen, Laufen und Fahrradfahren als wiederkehrende, alltagstaugliche Aktivitäten (Brandes, 2012). Körperliche Aktivität ist wichtig für ein unabhängiges Leben, dient der Prävention von chronischen Gesundheitsproblemen und führt zu einer Erhöhung der Lebensqualität. Trotz dieser Kenntnisse sind ältere Personen

in der Regel am wenigsten aktiv sind. Obwohl Funktionsverluste wie beispielsweise Schwierigkeiten beim Gehen, Treppen steigen, Einkaufstaschen tragen, etc. im Zusammenhang mit dem Alterungsprozess stehen, treten solche Verluste auch aufgrund von Bewegungsmangel auf (Brill, 2004; Tuna et al., 2009). Westerterp (2008) stellt fest, dass der Alterungsprozess bei einigen älteren Personen langsamer verläuft. Er behauptet, dass die Ausübung von körperlicher Aktivität eine Erklärung dafür ist. Viele weitere Studien haben die Vorteile von körperlicher Aktivität bei älteren Erwachsenen bestätigt, wie zum Beispiel die adaptive Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit, der Herz- und Muskelreserven sowie der motorischen Kontrolle und Koordination (Daley & Spinks, 2000; Singh, 2002). In Abbildung 2 sind die wesentlichen Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit zusammengefasst (Rütten et al., 2005). Starke Hinweise einer Verbesserung sind für die Lebenserwartung, kardiovaskuläre Erkrankungen sowie Diabetes Typ II beschrieben:

Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit	
Lebenserwartung	▲▲▲
Risiko von kardiovaskulären Erkrankungen	▼▼▼
Blutdruck	▼▼
Risiko an Darmkrebs zu erkranken	▼▼
Risiko an Diabetes mellitus Typ II zu erkranken	▼▼▼
Beschwerden durch Arthrose	▼
Knochendichte im Kindes- und Jugendalter	▲▲
Risiko altersbedingter Stürze	▼▼
Kompetenz zur Alltagsbewältigung im Alter	▲▲
Kontrolle des Körpergewichts	▲
Angst und Depressionen	▼
Allgemeines Wohlbefinden und Lebensqualität	▲▲

Erklärung: ▲ = Einige Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable steigert;
 ▲▲ = moderate Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable steigert;
 ▲▲▲ = starke Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable steigert;
 ▼ = einige Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable senkt;
 ▼▼ = moderate Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable senkt;
 ▼▼▼ = starke Hinweise, dass körperliche Aktivität die Variable senkt.

Abbildung 2: Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit (Rütten et al., 2005, S. 8).

1.2.3 KÖRPERLICHE FITNESS

Unter „*körperliche Fitness*“ wird die Fähigkeit verstanden, körperliche Aktivität mit einer bestimmten Intensität und in einem bestimmten Umfang auszuführen. Sie wird von zahlreichen physiologischen Komponenten, vor allem aber von der Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems (kardiorespiratorische Fitness) beeinflusst (Brandes, 2012).

So stellen Blair et al. (1989) in einer prospektiven Studie fest, dass eine ausgeprägte kardiorespiratorische Fitness die Mortalität reduzieren kann. In jener Studie weisen die fittesten Männer und Frauen im Vergleich zu den am wenigsten fitten ein 43% bzw. 53% geringeres allgemeines Mortalitätsrisiko und ein um 47% bzw. 70% geringeres kardiorespiratorisches Mortalitätsrisiko auf.

Die körperliche Fitness ist ein Attribut der körperlichen Aktivität und das Ergebnis regelmäßig durchgeführten körperlichen Trainings (Corbin, Pangrazi, & Franks, 2000). Sie besteht aus mehreren Komponenten, die dazu beitragen körperliche Arbeit zu verrichten und den Gesundheitsstatus zu beeinflussen (Singh, 2002). Die Determinanten der körperlichen Fitness sind messbar und können mit spezifischen Tests eruiert werden. Körperliche Fitness wird auch als ein Zustand des Wohlbefindens mit einem geringen Risiko an vorzeitigen Gesundheitsproblemen sowie als ein Energiezustand beschrieben, der eine Vielzahl an körperlichen Aktivitäten ermöglicht (Corbin et al., 2000). Körperliche Fitness wird grundsätzlich in physiologische, gesundheitsbezogene und fähigkeitsbezogene Fitness unterteilt, die sich wiederum in Unterkategorien aufteilen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Komponenten der körperlichen Fitness (Corbin et al., 2000).

Körperliche Fitness		
Physiologisch	Gesundheitsbezogen	Fähigkeitsbezogen
Metabolisch	Körperzusammensetzung	Beweglichkeit
Morphologisch	Kardiovaskuläre Fitness	Balance
Knochenstärke	Beweglichkeit	Koordination
	Muskelausdauer	Schnellkraft (Power)
	Muskelkraft	Geschwindigkeit
		Reaktionszeit

Ein ähnliches Modell nach Shepard (1995) stellt die gesundheitsorientierten Komponenten dar, die sich in 5 Bereiche gliedern (Tabelle 2).

Tabelle 2: Komponenten der gesundheitsbezogenen Fitness (Shepard, 1995).

GESUNDHEITSBEZOGENE FITNESS	
KOMPONENTEN	PARAMETER
Kardiorespiratorische Fitness	Watt _{max} , VO _{2max} , PWC (physical working capacity), Herzfunktion, Lungenfunktion, Blutdruck
Muskuläre Fitness	Muskelleistung,- kraft und -ausdauer
Morphologische Fitness	Körperzusammensetzung, Fettverteilung, BMI, Knochendichte, Gelenkbeweglichkeit
Metabolische Fitness	Glukosetoleranz, Fettstoffwechsel, Gesamtcholesterin, Insulinsensitivität, Triglyzeride
Motorische Fitness	Geschicklichkeit, Koordination, Gleichgewicht

Da sich körperliche Fitnesstests bei älteren Personen hauptsächlich auf die Komponenten der gesundheitsbezogenen Fitness (jene Fitness, die mit einer guten Gesundheit einhergeht) beziehen, werden in weiterer Folge gesundheitsbezogene Komponenten beschrieben.

KARDIOVASKULÄRE FITNESS

Die „*kardiovaskuläre Fitness*“ wird auch als kardiorespiratorische oder aerobe Fitness bezeichnet. Sie beschreibt die Fähigkeit des Herz-Kreislaufsystems, der beanspruchten Muskulatur ausreichend Sauerstoff zur aeroben Energiegewinnung bereitzustellen. Die kardiorespiratorische Fitness kann als metabolisches Äquivalent (METs) oder als relative maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) angegeben werden. Zur Ermittlung der kardiovaskulären Fitness im Labor hat sich die Atemgasanalyse am Fahrradergometer oder am Laufband etabliert. Geeignete Feldtests sind zum Beispiel Laufdistanztests (z.B. Cooper Test) oder Walkingdistanztests (z.B. 6-min Gehtest). Zur kardiovaskulären Fitness zählen auch der Blutdruck sowie die Herz- und Lungenfunktion (Corbin et al., 2000).

MUSKULÄRE FITNESS

Die „*muskuläre Fitness*“ setzt sich aus den Parametern Muskelausdauer, Muskelkraft und Muskelleistung (Power) zusammen. Die Muskelausdauer beschreibt dabei die Fähigkeit

des Muskels, eine vorgegebene Leistung ohne Ermüdung durchführen zu können. Zur Beurteilung der Muskelausdauer wäre es notwendig, jede Hauptmuskelgruppe des Körpers zu testen. Labor- und Feldtests sind ähnlich und testen die Anzahl der Wiederholungen, die durch die spezifische Muskelgruppe erreicht werden können (z.B. Wiederholungen von Push-ups, Arm Curls, Bauchcrunches, etc.). Die Muskelausdauer kann isometrisch (=gleichbleibende Muskellänge aber Muskelspannung ändert sich) oder isotonisch (=Muskellänge verändert sich aber Muskelspannung bleibt gleich) gemessen werden. Die Muskelkraft ist jene Fähigkeit des Muskels, Kraft zu entwickeln und auszuüben. Zur Beurteilung bietet sich eine Testung jeder Hauptmuskelgruppe des Körpers an. Labor- und Feldtests sind ähnlich. Labortests beinhalten zum Beispiel Messungen des Ein-Wiederholungs-Maximums. Dies ist die Last, die einmal über die gesamte Bewegungsamplitude bewegt werden kann. Solche Tests werden typischerweise auf Kraftmaschinen durchgeführt. Die Muskelkraft kann aber auch mit Dynamometern bewertet werden. Sie kann wie die Muskelausdauer isometrisch (statisch) oder isotonisch (dynamisch) gemessen werden. Die Muskelleistung ist definiert als die vom Muskel verrichtete Arbeit, die pro Zeitintervall freigesetzt und verbraucht wird. Dies bedeutet, dass der Muskel für eine bestimmte Arbeit einen bestimmten zeitlichen Rahmen hat. Die Muskelleistung steht mit Muskelkraft und Geschwindigkeit in direktem Zusammenhang. Dauert zum Beispiel eine Bewegung länger bei gleichem Bewegungsausmaß, so wird weniger Leistung erbracht (Corbin et al., 2000).

MORPHOLOGISCHE FITNESS

Die „*morphologische Fitness*“ beinhaltet Teilkomponenten wie Körperzusammensetzung, Körpervolumen, Körperfettanteil, Körperfettverteilung, Knochendichte sowie Gelenkbeweglichkeit. Die Körperzusammensetzung bezieht sich auf den relativen Anteil an Muskel-, Fett- und Knochenmasse, sowie auf andere lebenswichtige Teile des Körpers. Ebenso kann die Verteilung des Körperfettes beurteilt werden. Das Risiko an kardiovaskulären und metabolischen Erkrankungen steigt bei der Ansammlung von Fett im Bauchbereich (Pedersen, 2011). Es gibt eine Vielzahl von Methoden zur Beurteilung der Körperzusammensetzung: die Unterwasserwägung, Hautfaltendickemessungen, Bioimpedanzanalysen, etc. Zu den „Goldstandards“ zur Bestimmung der Körperzusammensetzung zählen jedoch die Computer- und Magnetresonanztomographie sowie die DEXA- Methode, die in Kapitel 3.2 ausführlich beschrieben werden. Morphologische Messmethoden beziehen sich oft auf die metabolischen Fitnesskomponenten. Zum Beispiel werden Methoden zur Bestimmung der

Körperzusammensetzung auch zur morphologischen Eignung verwendet wie die Bestimmung des Body Mass Index, Taillenumfanges und des Taille-Hüfte-Verhältnisses (Corbin et al., 2000).

METABOLISCHE FITNESS

Der Zustand der Stoffwechselsysteme kann das Risiko für Diabetes und Herz-Kreislaufkrankungen vorhersagen. Jener Zustand kann sich vorteilhaft durch vermehrte körperliche Aktivität oder regelmäßiges Ausdauertraining ohne Erfordernis eines trainingsbedingten Anstiegs der VO_{2max} verbessern. Die „*metabolische Fitness*“ beschreibt die Qualität und Quantität der körperlichen Aktivität, die benötigt wird, um gesundheitsbezogene Benefits zu erreichen. Zu den Parametern zählen der Blutzuckerspiegel, die Blutfettwerte und der Bluthormonspiegel (Corbin et al., 2000).

MOTORISCHE FITNESS

Zur „*motorischen Fitness*“ gehören die Parameter Geschicklichkeit, Gleichgewicht sowie die Koordination. Unter der Geschicklichkeit versteht man die Fähigkeit, die Position des Körpers im Raum schnell und mit Genauigkeit zu ändern. Das Gleichgewicht bezieht sich auf die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts im Stehen oder während einer Bewegung. Die Gleichgewichtsfähigkeit kann auf Schwebebalken oder mit spezifischen Gleichgewichtstests beurteilt werden. Das Gleichgewicht kann auf zwei Arten gemessen werden: statisch (Gleichgewichtserhalt in Ruhestellung) und dynamisch (Haltung bzw. Wiederherstellung des Gleichgewichts bei Lageveränderungen und Drehungen). Bei der Durchführung motorischer Aufgaben sollen die Sinne wie zum Beispiel das Sehen und Hören zusammen mit den Körperteilen reibungslos und genau funktionieren. Zur Überprüfung der Koordination können zum Beispiel die „Hand-Augen“ oder „Fuß-Augen“ Koordination (z.B. Jonglieren, Ball dribbeln, etc.) getestet werden (Corbin et al., 2000).

FUNKTIONELLE FITNESS

In einigen Studien wird auch auf die Wichtigkeit der „*funktionellen Fitness*“ eingegangen (Brach et al., 2003; Milanovic et al., 2013; Tuna et al., 2009). Funktionelle Fitness wird für gewöhnlich als Synonym zur körperlichen Fitness verwendet und versteht sich als ein ausreichendes körperliches Fitnesslevel, um Aktivitäten des alltäglichen Lebens (ADL's) sicher und unabhängig ohne Ermüdung bewältigen zu können (Rikli & Jones, 1999). Aufgrund des Alterungsprozesses reduziert sich die körperliche Fitness und kann zu Schwierigkeiten bei Alltagsaktivitäten und der allgemeinen Funktionsfähigkeit führen (z.B. Treppensteigen, Spazierengehen, Einkaufen, etc.). Wenn ältere Personen keinen aktiven

Lebensstil führen, setzen sie sich mit dem Risiko auseinander, Muskelmasse und Gelenkbeweglichkeit um bis zu 40% zu verlieren (Milanovic et al., 2013; Rikli & Jones, 2002). Brach et al. (2003) zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und dem aktuellen Funktionsstatus bei älteren Frauen während eines Zeitraumes von 14 Jahren. Körperliche Aktivität nimmt eine wichtige Rolle zur Aufrechterhaltung der funktionellen Fitness ein. Aktuelle Untersuchungen bei älteren Personen in der Studie von Santos et al. (2012) weisen auch auf den hohen Stellenwert von körperlicher Aktivität auf die funktionelle Fitness hin. Die Resultate zeigen, dass je weniger Zeit in moderatem (mittlerem) Aktivitätsniveau und je mehr Zeit im Sitzen verbracht wird, desto schlechter fällt der funktionelle Fitnessstatus aus.

1.3 ALTERUNGSPROZESS

Prinzipiell nimmt die körperliche Leistungsfähigkeit des Körpers ab dem 20.-30. Lebensjahr kontinuierlich ab. Zwischen dem 30. und 75. Lebensjahr verringert sich die Leistungsfähigkeit der unterschiedlichen physiologischen Systeme (Herz-Kreislaufsystem, Muskel-Skelett-System, Nervensystem, Atmungssystem, Hormonsystem etc.) zwischen 10 und 50% (Spornitz, 2007). In Kapitel 1.3.6 werden die altersbedingten Veränderungen der einzelnen Funktionssysteme genauer beschrieben.

Der Begriff „ältere Personen“ meint üblicher Weise jene Altersgruppen, die 65 Jahre und älter sind aber auch Einzelpersonen zwischen 50 und 64 Jahren mit deutlichen körperlichen Einschränkungen, die Einfluss auf die Bewegung, körperliche Fitness oder körperliche Aktivität nehmen. Da der Alterungsprozess bei allen Personen unterschiedlich verläuft, kann die körperliche Verfassung bei Personen mit ähnlichem chronologischem Alter ganz unterschiedlich sein. Der eine ist mit 80 noch so fit wie andere mit 60 – ein anderer geht, biologisch gesehen, im gleichen Alter schon auf die 90 zu (siehe Kapitel 1.2.1). Es liegen eindeutige Beweise vor, dass die Ausübung von körperlicher Aktivität viele gesundheitliche Vorteile bringt. Körperliche Aktivität kann (A) die physiologischen Veränderungen des Alterns verlangsamen und die körperliche Leistungsfähigkeit verbessern, (B) altersbedingte Veränderungen in der Körperzusammensetzung optimieren, (C) das psychische und kognitive Wohlbefinden fördern, (D) chronische Krankheiten vorbeugen, (E) die Risiken der körperlichen Behinderung verringern und (F) die Lebenserwartung steigern. Trotz dieser Vorteile sind ältere Erwachsene am wenigsten körperlich aktiv verglichen mit allen Altersgruppen. Nur etwa 22% der 65-jährigen Personen führen regelmäßig körperliche Aktivität aus (Chodzko-Zajko et al., 2009).

1.3.1 LEBENSERWARTUNG

Das statistische Amt der Europäischen Union (Eurostat) definiert die „*Lebenserwartung*“ als “die Anzahl der Jahre, die eine Person eines bestimmten Alters im Durchschnitt noch zu leben hat, wenn die zu diesem Zeitpunkt herrschenden Sterbebedingungen während des Rests ihres Lebens bestehen bleiben (altersspezifische Sterbewahrscheinlichkeit)” (Eurostat, 2012).

In Österreich betrug die durchschnittliche Lebenserwartung (bei Geburt) im 19. Jahrhundert unter 50 Jahre. In den vergangenen Jahrzehnten hat es aufgrund des medizinischen und hygienischen Fortschritts aber auch in Folge einer besseren Ernährungssituation zu einem starken Anstieg der Lebenserwartung geführt. Der Rückgang der Säuglings- und Kindersterblichkeit sowie die Abnahme an Infektionskrankheiten in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts führten zu einer höheren Lebenserwartung. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist die höhere Lebenserwartung aufgrund der erfolgreichen Behandlung von Herz-Kreislaufkrankungen zurückzuführen. Ausschlaggebende Faktoren zur Risikovermeidung sind körperliche Aktivitäten sowie der Verzicht auf Alkohol, Rauchen und hoher Fettkonsum (Spornitz, 2007).

Heute liegt die berechnete Lebenserwartung in Österreich bei 80,7 Jahre für beide Geschlechter zusammen. Bei Männern liegt die Lebenserwartung bei 78 Jahren, bei Frauen bei rund 83 Jahren. Die männliche Lebenserwartung nahm gegenüber dem Zeitraum 2000/2002 um 2,4 Jahre zu, die der Frauen um 1,8 Jahre. Somit hat sich der Vorsprung der Frauen in der Lebenserwartung von 6 auf 5,3 Jahre reduziert (Statistik Austria, 2015). Leon (2011) hat die steigende Lebenserwartung in Europa untersucht. Die nachfolgende Graphik (Abbildung 3) zeigt den Aufwärtstrend in der Lebenserwartung:

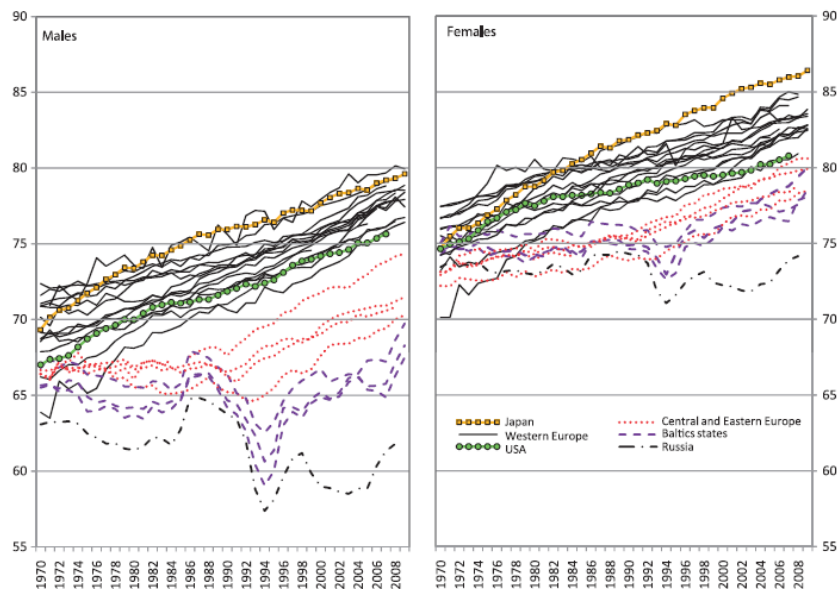


Abbildung 3: Lebenserwartung bei der Geburt (Jahre) in ausgewählten Ländern nach Geschlecht: 1970-2008 (Leon, 2011, S. 272).

LEBENSJAHRE IN GUTER GESUNDHEIT

Eurostat (2014) bezeichnet die „*Lebensjahre in guter Gesundheit*“ auch als Lebenserwartung ohne Einschränkung der Aktivität und sie geben die Anzahl der Jahre an, die eine Person in einem bestimmten Alter ohne körperliche Einschränkungen verbringt. Statistische Auswertungen von Eurostat (2014) vergleichen die Lebensjahre in guter Gesundheit von einzelnen europäischen Staaten und kommen zu dem Ergebnis, dass bei Männern und Frauen die Lebensjahre in guter Gesundheit ab einem Alter von 65 Jahren unter 10 Jahren liegen. Betrachtet man die Lebensjahre in guter Gesundheit ab der Geburt, liegen bei Männern und Frauen ähnliche Ergebnisse vor (Frauen: 60,2 Lebensjahre; Männer: 59,7 Lebensjahre).

Tabelle 3: Lebensjahre in guter Gesundheit in Europa aus dem Jahr 2013 (Eurostat, 2014).

	Healthy life years at birth			Healthy life years at age 65		
	Females	Males	Difference	Females	Males	Difference
EU-28	61.5	61.4	0.1	8.6	8.5	0.1
Belgium	63.7	64.0	-0.3	10.9	10.8	0.1
Bulgaria	66.6	62.4	4.2	9.9	8.7	1.2
Czech Republic	64.2	62.5	1.7	8.9	8.5	0.4
Denmark	59.1	60.4	-1.3	12.7	11.6	1.1
Germany	57.0	57.8	-0.8	7.0	7.0	0.0
Estonia	57.1	53.9	3.2	5.7	5.1	0.6
Ireland	68.0	65.8	2.2	12.1	10.9	1.2
Greece	65.1	64.7	0.4	6.8	8.0	-1.2
Spain	63.9	64.7	-0.8	9.0	9.7	-0.7
France	64.4	63.0	1.4	10.7	9.8	0.9
Croatia	60.4	57.6	2.8	5.9	5.5	0.4
Italy	60.9	61.8	-0.9	7.1	7.7	-0.6
Cyprus	65.0	64.3	0.7	8.7	9.5	-0.8
Latvia	54.2	51.7	2.5	4.2	4.0	0.2
Lithuania	61.6	56.8	4.8	6.3	5.9	0.4
Luxembourg	62.9	63.8	-0.9	10.6	10.9	-0.3
Hungary	60.1	59.1	1.0	6.1	6.2	-0.1
Malta	72.7	71.6	1.1	12.7	12.8	-0.1
Netherlands	57.5	61.4	-3.9	9.2	9.5	-0.3
Austria	60.2	59.7	0.5	8.8	8.9	-0.1
Poland	62.7	59.2	3.5	7.8	7.2	0.6
Portugal	62.2	63.9	-1.7	9.3	9.6	-0.3
Romania	57.9	58.6	-0.7	5.2	5.8	-0.6
Slovenia	59.5	57.6	1.9	7.6	7.2	0.4
Slovakia	54.3	54.5	-0.2	3.7	4.2	-0.5
Finland (*)	56.2	57.3	-1.1	9.0	8.4	0.6
Sweden	66.0	66.9	-0.9	13.8	12.9	0.9
United Kingdom	64.8	64.4	0.4	10.7	10.6	0.1
Iceland	66.7	71.7	-5.0	15.1	15.1	0.0
Norway	68.6	71.0	-2.4	14.8	15.0	-0.2
Switzerland	58.4	61.5	-3.1	10.4	10.6	-0.2

(*) 2012.

Source: Eurostat (online data code: hlth_hlye)

In einer brandaktuellen Studie wurde der Einfluss von körperlicher Aktivität auf die Lebenserwartung beschrieben. Zur Studie nahmen 5700 Männer zwischen 68 und 77 Jahren teil. Die Ergebnisse zeigen, dass jene Männer, die 3-mal pro Woche körperlich aktiv sind, im Vergleich zu inaktiven Menschen im Schnitt eine um 5 Jahre längere Lebenserwartung haben. Das Interessante dabei ist, dass sich nicht nur intensivere Anstrengungen (Gymnastik, Ausübung verschiedener Sportarten, schwere Gartenarbeit, etc.) sondern auch körperlich weniger fordernde Aktivitäten lebensverlängernd auswirken. 30 Minuten körperliche Aktivität täglich, an 6 Tagen pro Woche, reduzieren – unabhängig vom Anstrengungsgrad – das Sterberisiko über einen Beobachtungszeitraum von 12 Jahren um durchschnittlich 40% im Vergleich zu jener Teilnehmergruppe, die einen weitgehend sitzenden und inaktiven Lebensstil hat. Das ist ein Effekt in derselben Größenordnung als würde man zum Rauchen aufhören (Holme & Anderssen, 2015).

1.3.2 BEVÖLKERUNGSSTRUKTUR UND BEVÖLKERUNGSPROGNOSE

Nach aktuellen Jahresergebnissen von Statistik Austria (2015) ist eine Veränderung der Altersstruktur deutlich erkennbar: Am 1.1.2015 lebten in Österreich 1,69 Mio. (20%) Kinder und Jugendliche (< 20 Jahre), 5,3 Mio. Personen (62%) waren im Haupterwerbsalter (20- unter 65 Jahre) und 1,6 Mio. Menschen (19%) waren 65 Jahre oder älter. Verglichen mit dem Vorjahr ging die Zahl der Unter-20-Jährigen um ca. 2000 Personen zurück, während sich die Zahl der 20- bis 64 -Jährigen um knapp 52000 und die Zahl der Menschen im Pensionsalter um 27000 erhöhte. Weiters waren am 1.1.2015 insgesamt 1403 Personen mindestens 100 Jahre alt. Somit erhöhte sich die Zahl der 100- und Mehrjährigen gegenüber dem Vorjahr um 32 Personen. Das Durchschnittsalter der Bevölkerung lag zu Beginn des Jahres bei 42,3 Jahren, um 0,1 Jahre höher als im Vorjahr und um 2 Jahre höher als noch vor 10 Jahren.

Die Bevölkerungsprognosen von Statistik Austria (2015) verdeutlichen die kräftigen Zuwächse bei der über 65-Jährigen Bevölkerung. Im Jahr 2013 waren 1,54 Mio. (18%) der Bevölkerung 65 Jahre und älter. Im Jahr 2020 wird die Zahl der über 65-Jährigen mit 1,72 Mio. um 12% größer sein als 2013. Bis 2030 steigt sie auf 2,17 Mio. (+41%), bis 2060 auf 2,78 Mio. (+79%). So wird infolge der prognostizierten Veränderung bis zum Jahr 2060 der Anteil der über 65-jährigen bei 29% der Gesamtbevölkerung liegen. Abbildung 4 zeigt den demographischen Wandel zur Bevölkerungsentwicklung und -prognose nach Altersgruppen.

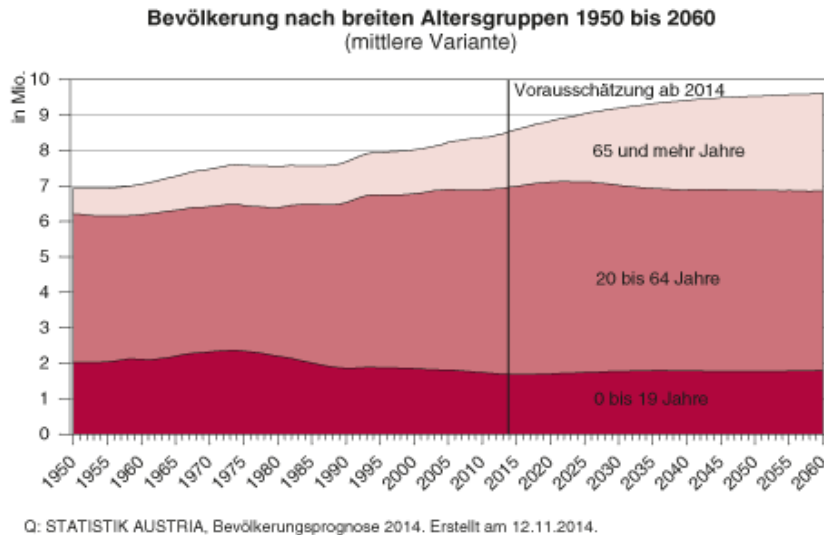


Abbildung 4: Bevölkerungsprognose (Statistik Austria, 2015).

1.3.3 ALTERSPYRAMIDE

Die typische Alterspyramide, die im 19. Jahrhundert tatsächlich noch eine Pyramide mit einer breiten Basis und einer schmalen Spitze war, stellt heute keine Pyramide mehr da (siehe Abbildung 5). Die Zahl der älteren Personen hat zugenommen und die der Kinder und Jugendlichen abgenommen. Nicht nur bei den Hochbetagten, sondern bei allen, die 55-Jahre und älter sind, gibt es mehr Frauen als Männer. Dies ist eine Folge der einerseits höheren Lebenserwartung der Frauen und andererseits die Folge des Fehlens der im zweiten Weltkrieg gefallenen Männer. Die „Einkerbungen“ an der Spitze der Pyramide (rechts) sind unter anderem auf den Geburtenausfall im Ersten Weltkrieg zurückzuführen. Aufgrund der Wirtschaftskrise in den 1930er Jahren und dem daraus resultierendem Geburtenrückgang erklären die etwas geringeren Zahlen der derzeit 80-Jährigen. Nach dem Anschluss an Deutschland (1938) ist die Kinderzahl wieder stark angestiegen. Die Geburtsjahrgänge um 1940 sind jetzt zwischen 72 und 74 Jahre alt. Gegen Ende des zweiten Weltkrieges kam es erneut zu einem Geburtenrückgang. Die Zahl der 68-Jährigen ist daher deutlich geringer verglichen mit anderen Altersjahrgängen. Der „Baby Boom“ der 1950er und 1960er Jahre erklärt die am stärksten besetzten Jahrgänge. Die Basis der Alterspyramide ist demgegenüber- auch infolge des Geburtenrückganges- ziemlich schmal (Statistik Austria, 2015).

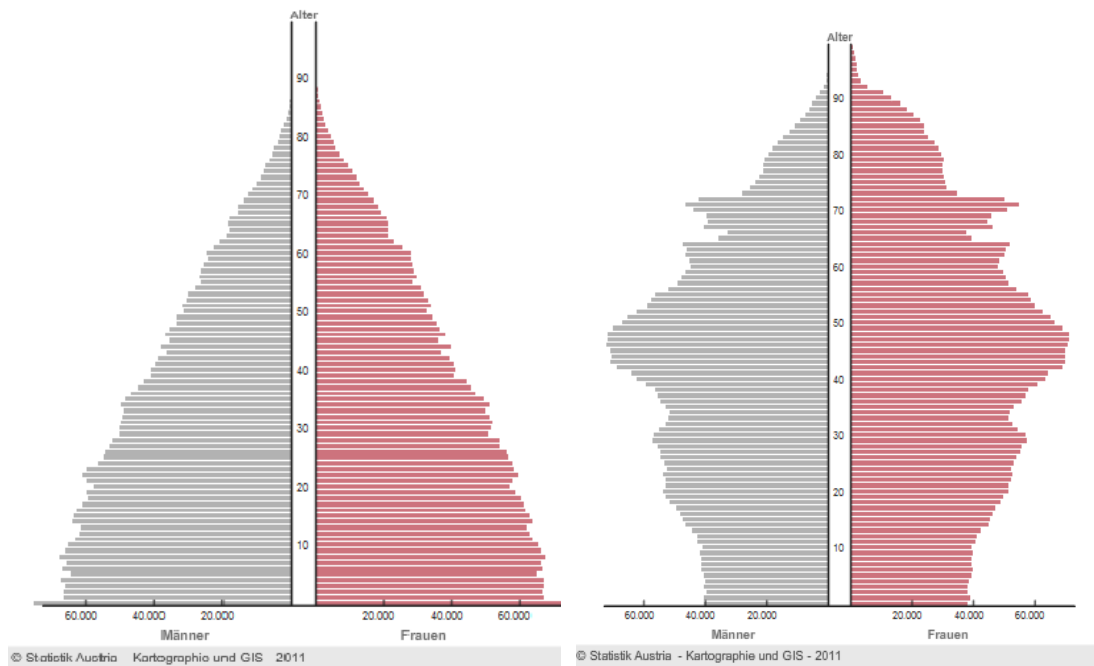


Abbildung 5: Alterspyramide von Österreich; links: 1910; rechts: 2011 (Statistik Austria, 2015).

1.3.4 RÜCKGANG AN KÖRPERLICHER AKTIVITÄT

Ältere Personen sind verglichen mit anderen Altersgruppen am wenigsten körperlich aktiv (Chodzko-Zajko et al., 2009; M. R. Westerterp, 2008). Die beliebtesten körperlichen Aktivitäten von älteren Personen sind jene mit geringem Anstrengungsgrad wie Gehen, Golfen, Gartenarbeit, Haushalt, etc. Anstrengende Aktivitäten wie Laufen und Aktivitäten mit hohem Impact werden eher von jüngeren Leuten bevorzugt (Chodzko-Zajko et al., 2009; Tuna et al., 2009). Schoenborn, Adams, Barnes, Vickerie, & Schiller (2004) haben Untersuchungen bezüglich des Freizeitverhaltens der amerikanischen Bevölkerung getrennt nach Altersgruppen vorgenommen. Aus Abbildung 6 ist ersichtlich, dass das körperliche Aktivitätsverhalten im Altersgang abnimmt.

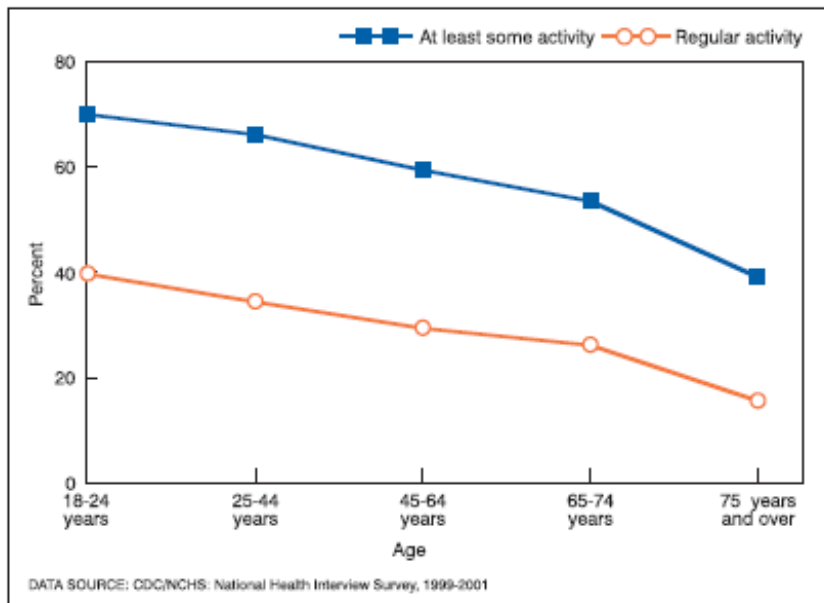


Abbildung 6: Prozentzahlen von Erwachsenen, die Freizeitaktivitäten ausüben, getrennt nach Altersgruppen, United States: 1999-2001 (Schoenborn et al., 2004, S. 39).

Es ist jedoch nicht nur ein Rückgang an körperlicher Aktivität, sondern auch ein Rückgang in den einzelnen Intensitätsbereichen erkennbar. Dazu untersuchte Westerterp (2008) den täglichen Prozentsatz des körperlichen Aktivitätsverhaltens mit niedriger, mittlerer und hoher Intensität. Dabei wurden Kinder (5-12 Jahre), Erwachsene (20-35 Jahre) und ältere Personen (55 bis 68 Jahre) miteinander verglichen. Es stellt sich heraus, dass ältere Personen verglichen mit anderen Altersgruppen weniger Zeit in hohen Intensitätsbereichen verbringen.

1.3.5 RISIKOERHÖHUNG AN CHRONISCHEN ERKRANKUNGEN

Mit zunehmendem Alter erhöht sich das Risiko für chronische Erkrankungen wie Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Adipositas und Krebs (Singh, 2002). Ebenso zeigt sich eine höhere Erkrankungshäufigkeitsrate an Osteoporose, Arthrose und Sarkopenie (siehe Kapitel 1.3.6.). Regelmäßige körperliche Aktivität kann jedoch den Alterungsprozess verzögern und Risikofaktoren minimieren (Chodzko-Zajko et al., 2009).

Lim et al. (2012) haben in einer Studie die schwerwiegendsten globalen Risikofaktoren zusammengefasst. Körperliche Inaktivität und Bewegungsmangel liegen auf Platz 10 (siehe Tabelle 4). Die Reihung erfolgt nach den „DALYs“ („disability-adjusted life years“).

Ein DALY entspricht einem verlorenen Jahr an Lebenszeit in Gesundheit (durch vorzeitigen Tod verlorene Lebensjahre oder Lebensjahre mit Behinderung).

Tabelle 4: Die 10 bedeutendsten globalen Risikofaktoren (Lim et al., 2012).

RANG	DALY's	RISIKOFAKTOR
1	7,0%	Bluthochdruck
2	6,3%	Tabak Rauchen (inkl. Passivrauchen)
3	5,5%	Alkoholkonsum
4	4,5%	Raumluftbelastung
5	4,2%	Falsche Ernährungsweise
6	3,8%	Hoher Body Mass Index (BMI)
7	3,6%	Hoher Nüchternblutzucker
8	3,1%	Untergewicht im Kindesalter
9	3,0%	Luftverschmutzung durch Feinstaub
10	2,8%	Körperliche Inaktivität und Bewegungsmangel

In Zahlen ausgedrückt, bedeutet das nun, dass der Risikofaktor körperliche Inaktivität jährlich für 3,2 Millionen Todesfälle verantwortlich ist. Körperliche Inaktivität entspricht weniger als 30 Minuten Gehen/Tag bzw. weniger als 150 Minuten moderate Aktivität pro Woche. In der Studie wird auch die Veränderung des Rankings der globalen Risikofaktoren von 1990 bis 2010 untersucht. Interessant ist, dass körperliche Inaktivität in den 1990er Jahren noch nicht zu den 10 schwerwiegendsten Risikofaktoren zählte.

Wer sich bewegt, beugt unter anderem auch Herz-Kreislaufkrankungen und Krebserkrankungen vor. Kohler & Leitzmann (2011) meinen, dass eine verminderte Krebssterblichkeit in Zusammenhang mit der Reduktion an Körperfett, einer gesteigerten Energieverbrennung, Veränderungen in Geschlechtshormonspiegeln sowie einer verbesserten Immunfunktion steht. Sattelmair et al. (2011) haben etliche Studien, die den Zusammenhang zwischen koronarer Herzkrankheit und körperlicher Aktivität untersuchen, analysiert. Personen, die sich 150 Minuten pro Woche moderat oder 75 Minuten intensiv bewegen, haben ein um 14% geringeres Risiko, Herz-Kreislaufkrankungen zu bekommen verglichen mit inaktiven Personen. Bei 300 Minuten moderater Intensität kann das Risiko, an einer Herzkrankheit zu sterben, sogar um 20% reduziert werden.

In einer weiteren Studie wird der Zusammenhang zwischen Sterblichkeit und körperlicher Aktivität untersucht (Samitz et al., 2011). Dazu sind 80 Studien mit insgesamt 1,3 Millionen Teilnehmerinnen und Teilnehmern verglichen worden. Aus allen Daten lässt sich das Risiko der Gesamtsterblichkeit von den untersuchten Gruppen in Abhängigkeit vom Aktivitätsverhalten ermitteln. Die Auswertungen ergeben, dass bei längeren sowie anstrengenderen körperlichen Aktivitätseinheiten das Gesamtsterberisiko deutlich gesenkt werden kann. Dabei ist es egal, ob man sich im Haushalt, in der Arbeit, in der Freizeit oder anderswo aktiv bewegt. Mehr Bewegung fördert also die Gesundheit: Experten meinen, dass bereits 2,5 Stunden gemäßigte (moderate) körperliche Aktivität pro Woche ausreicht, um das Sterblichkeitsrisiko um bis zu 10% zu senken. Im Vergleich dazu sinkt das Sterberisiko um mehr als das Doppelte (22%), wenn in diesen 150 Minuten intensiveres Ausdauertraining stattfindet. Dies bedeutet, dass die Effekte bei intensiveren Bewegungseinheiten stärker sind als bei moderater Bewegung. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 2010) reichen pro Woche 150 Minuten moderate körperliche Aktivität aus, um vor chronischen Erkrankungen und vorzeitigem Tod zu schützen. Wenn man jedoch statt 150 Minuten wöchentlich 300 Minuten moderat körperlich aktiv ist, wird das Sterberisiko um bis zu 19% gesenkt. Wenn in den 300 Minuten auch intensivere Aktivitäten betrieben werden, kann das Risiko sogar um bis zu 39% gesenkt werden. Die Dosis von 300 Minuten pro Woche wird auch von der WHO als zusätzlicher gesundheitlicher Nutzen gesehen. Grundsätzlich ist jede Bewegung besser als keine. Samitz et al. (2011) betonen weiters, dass selbst banale Alltagsaktivitäten wie Fenster putzen, spazieren gehen, Gartenarbeit bereits einen „Überlebensvorteil“ bewirken können. Bei älteren Personen, die die Mindestempfehlungen aufgrund unterschiedlichster Gründe nicht erreichen können, ist der Gesundheitsnutzen trotzdem noch höher als bei inaktiven Leuten. Beispielsweise steigt die Stoffwechselaktivität bei moderater Bewegung verglichen mit dem Ruhezustand im Liegen auf das Drei- bis Fünffache, bei intensiveren Einheiten auf das Sechs- bis Zwölffache an (Ainsworth et al., 2000). Die umfangreichste körperliche Aktivität, die in jener Studie erfasst wird, liegt zeitlich bei 8 Stunden pro Woche. Bezogen auf das Gesamtmortalitätsrisiko würde dies zu einem Rückgang um bis zu 53% führen. Das Fazit der Autoren lautet also, dass mehr und intensivere körperliche Aktivität einen höheren Nutzen für die Gesundheit hat. Laut jener Studie erfüllen aber nur rund ein Drittel der europäischen Bevölkerung die Mindestvorgaben. Zwei Drittel kommen also nicht auf 150 Minuten pro Woche.

1.3.6 ALTERSBEDINGTE VERÄNDERUNGEN

Der Prozess des Alterns ist fortschreitend und lässt sich nicht verhindern. Da der physiologische Alterungsprozess zu strukturellen und funktionellen Veränderungen führt, wird der Erhalt eines unabhängigen und selbstständigen Lebens immer schwieriger. Strukturelle Veränderungen bezogen auf den Bewegungs- und Stützapparat sind zum Beispiel die Abnahme der Muskelkraft, Abnützungerscheinungen oder die Abnahme des Wassergehalts im Gewebe, Knochen, Knorpel und Muskel sowie in Sehnen und Bändern. Durch strukturelle Veränderungen werden gleichzeitig die Funktionen der betroffenen Bereiche beeinflusst. Funktionelle Veränderungen sind zum Beispiel der Rückgang der Beweglichkeit im Gelenkssystem oder der Elastizitätsverlust der Wirbelsäule. Jene Veränderungen wirken sich in weiterer Folge auf Organe und Organsysteme, Gewebsarten sowie auf viele weitere Funktionen aus. Alltagsaktivitäten können oft nur mehr eingeschränkt durchgeführt werden und der Erhalt körperlicher Unabhängigkeit wird schwieriger (Chodzko-Zajko et al., 2009; Singh, 2002).

Im nachfolgenden Kapitel werden die wesentlichsten altersbedingten Veränderungen, die eine altersbedingte Reduktion der körperlichen Leistungsfähigkeit zur Folge haben, beschrieben.

VERÄNDERUNGEN IM BEWEGUNGS- UND STÜTZAPPARAT

Eine typische Veränderung im physiologischen Alterungsprozess stellt die altersbedingte Verringerung der Muskelmasse und -funktion, auch unter dem Begriff „*Sarkopenie*“ bekannt, dar. Ein Verlust an Muskelmasse kann in weiterer Folge zu einer verminderten Muskelkraft führen. Daraus resultieren Funktionsstörungen und körperliche Behinderungen. Die Muskelmasse und Muskelkraft reduziert sich von 30% bis zu 50% im Alter zwischen 30 bis 80 Jahren (Milanovic et al., 2013). Eine Ursache stellt eine Verringerung der Anzahl von Muskelfasern und sowie eine Atrophie (Volumenabnahme) der Typ-II Muskelfasern dar. Darüber hinaus treten Verluste der Muskelkraft mit einer ungefähren Geschwindigkeit von 12% -14% pro Jahrzehnt nach einem Alter von 50 Jahren auf (Milanovic et al., 2013; Rolland et al., 2008). Da auch altersbedingte Veränderungen in der Zusammensetzung von Muskelmasse auftreten, insbesondere eine Erhöhung des Fettgehalts, kann es zu Stoffwechselstörungen und in weiterer Folge zur Insulinresistenz führen. So verändert sich zum Beispiel das Verhältnis von intrazellulärer und extrazellulärer Skelettmuskelmasse im Altersverlauf. Die intrazelluläre Masse (Körperzellmasse d.h. Komponenten innerhalb von Muskelfasern wie Organellen,

kontraktile Proteine, Wassergehalt, Fetttröpfchen) nimmt mit dem Alter ab, die extrazelluläre Masse (d.h. Komponenten außerhalb der Muskelfasern wie Bindegewebe, Fettgewebe, Wasser) hingegen zu (Janssen & Ross, 2005). Im Altersgang verändert sich also die Körperzusammensetzung und Körperfett sammelt sich an. So weist ein 70-Jähriger ca. 12–15 kg weniger fettfreie Körpermasse auf als ein 25-Jähriger (Klotz, 2002). Dies erklärt die häufige Gewichtszunahme im Alter trotz mehr oder weniger gleichbleibender Kalorienzufuhr. Durch eine geringere Muskelmasse ist ein geringerer Stoffwechsel gegeben mit der Folge einer Zunahme der Fettdepots. Die Umverteilung zu zentralen bzw. viszeralen Depots (Bauchfett) ist die Folge. Dies geht häufig mit einer bewussten oder unbewussten Einschränkung des Bewegungsausmaßes und der Bewegung einher. Das Risiko an chronischen Erkrankungen wie Typ II Diabetes, Arteriosklerose und Bluthochdruck zu erkranken steigt somit an (Klotz, 2002; Pedersen, 2011). Singh (2002) hat die wichtigsten Veränderungen der Körperzusammensetzung in einer Übersichtstabelle zusammengefasst (Tabelle 5):

Tabelle 5: Veränderungen der Körperzusammensetzung im Alter (Singh, 2002).

KÖRPERBEREICH	ALTERSBEDINGTE VERÄNDERUNG	ÜBUNGSEMPFEHLUNGEN
Fettgewebe	erhöhte Fettmasse erhöhte viszerale Verteilung (Bauchfett)	Ausdauer- oder Krafttraining
Skelettmuskel	reduzierte Skelettmuskelmasse → Atrophie (Muskelverlust) → zunehmendes intrazelluläres Fett und Bindegewebe (verringerte Muskelqualität)	Aerobes Training mit Gewichten Krafttraining
Knochen	erhöhte Knochenbrüchigkeit reduzierte Knochenmasse- und dichte	Krafttraining Körperliche Aktivitäten mit hohem Impact

Bei Kraftdefiziten sind Alltagsaktivitäten wie eine Treppe raufsteigen, Einkaufen, Ankleiden, Aufstehen aus dem Liegen, Aufstehen von einem Sessel, etc. zunehmend erschwert. Wenn die körperliche Leistungsfähigkeit im höheren Alter nachlässt, führen Aktivitäten des täglichen Lebens oft zu großen Herausforderungen und die Betroffenen

werden inaktiv. Das Ausrutschen und Stolpern beim Gehen stellen Risikofaktoren dar und die Folge eines Muskelkraftdefizits sind Stürze und Verletzungen. In Kapitel 1.5. wird der Begriff „Sarkopenie“ sowie der Zusammenhang zwischen Muskelfunktion, Muskelkraft und Muskelmasse und deren Diagnose nochmals ausführlich behandelt.

Eine weitere bedeutende physiologische Veränderung zeigt sich im alterstypischen Knochenabbau, auch „*Osteoporose*“ genannt. Die Osteoporose ist durch eine Verminderung der Knochenmasse und einer Verschlechterung der Mikroarchitektur des Knochengewebes charakteristisch (Edwards, Dennison, Aihie Sayer, Fielding, & Cooper, 2015). Die Osteoporose ist besonders bei älteren Frauen weit verbreitet. Frauen, die älter als 35 Jahre sind, verlieren Knochenmasse bei einer Geschwindigkeit von ca. 1% pro Jahr. Die Anfangsgeschwindigkeit des Knochenverlustes beträgt in etwa 0,3- 0,5 % pro Jahr. Dieser Verlust wird bei postmenopausalen Frauen beschleunigt: Er verstärkt sich um 2- 3% pro Jahr für die ersten zwei Jahre, danach tritt eine Verlangsamung ein. Die Knochenrückbildung stellt ein ernstes Gesundheitsrisiko dar, insbesondere bei älteren Frauen (Daley & Spinks, 2000). Bei Inaktivität wird aufgrund fehlender Belastung und reduziertem Druck die Aktivität der knochenaufbauenden Osteoblasten vermindert, die der knochenabbauenden Osteoklasten erhöht. Aufgrund des Verlustes an Knochenmasse, -struktur und -funktion können Schmerzen und ein gesteigertes Frakturrisiko besonders in der Wirbelsäule auftreten (Spornitz, 2007).

Mit zunehmendem Alter können auch degenerative Gelenkerkrankungen auftreten. Bis zu 70% der über 60- Jährigen weisen Abnützungs- und Verschleißprozesse, auch „*Arthrose*“ genannt, an den Hüft- und Kniegelenken sowie an der Wirbelsäule auf. „Die Arthrose ist ein chronisch degenerativer Prozess, der den Gelenkknorpel, die Gelenkschleimhaut, sekundär den Knochen und das periartikuläre Gewebe befällt“ (Denk, Pache, & Schaller, 2003, S.132). Das am häufigsten betroffene Gelenk ist das Kniegelenk. Die Arthrose im Kniegelenk bezeichnet man als Gonarthrose. Eine reduzierte körperliche Aktivität sowie eine Atrophie von Oberschenkel- und Unterschenkelmuskeln sind die Folge. Abnützungserscheinungen entstehen oft durch lebenslange Überlastung. Bei massiver Form von Arthrose tritt eine Versteifung im Gelenk auf. Dies passiert durch Immobilität und Schonhaltung. Da zusätzlich eine Reduktion der Elastizität von Bändern und Sehnen im Alter festzustellen ist, ist das Verletzungsrisiko aufgrund des gelockerten Bandapparates erhöht. Neben der Kniegelenksarthrose findet sich die zweithäufigste Arthrose im Hüftgelenk (Coxarthrose). Sie führt zu Veränderungen bestimmter Muskelgruppen. So sind oftmals Hüftbeuger und Adduktoren verkürzt, während Bauch-, Gluteal- und ischiocrurale Muskeln abgeschwächt sind. Ebenso können

Abnützungserscheinungen an der Wirbelsäule auftreten. Diese haben jedoch sehr unterschiedliche Erscheinungs- und Beschwerdebilder. Ob Bandscheibenprobleme oder Arthrosen in den Zwischenwirbelgelenken vorliegen, die Folge sind immer akute oder chronische Rückenschmerzen. Dabei ist ein Teufelskreis zwischen Schmerz, Muskelverspannung und Fehlhaltung festzustellen. So führen Schmerzen zu akuten oder chronischen Muskelverspannungen, die über Schon- und Fehlhaltungen den Schmerz wieder verstärken können (Denk et al., 2003).

Weitere Veränderungen im Bewegungs- und Stützapparat sind in Sehnen, Knorpeln, Bändern und Knochen zu erkennen. Aufgrund der Abnutzung des Knorpels und Veränderungen im Knochen verlieren Personen mit zunehmendem Alter an Körpergröße. Vorwiegend die Bandscheiben, aber auch die Gelenksknorpeln an Hüfte,- Knie,- und Fußgelenken nehmen an Gleitfähigkeit und Regeneration ab und verlieren somit an Stärke. Die Elastizität und Reißfestigkeit der Sehnen und Bänder nehmen ebenso ab. Die größten Längenveränderungen sind an der Wirbelsäule zu erkennen, da die Bandscheiben ihren Wassergehalt und die Wirbelkörper an Höhe verlieren (Spornitz, 2007).

VERÄNDERUNGEN IM HERZ-KREISLAUFSYSTEM

Veränderungen sind allerdings nicht nur im Bewegungs- und Stützapparat zu finden, sondern auch in anderen physiologischen Systemen wie zum Beispiel im Herz-Kreislaufsystem. Mit dem 30. Lebensjahr beginnt die Elastizität der Blutgefäße abzunehmen. Gründe dafür können arteriosklerotische Veränderungen (Arterienverkalkung bzw. Arterienverhärtung), der Verlust elastischer Fasern in den Gefäßwänden oder auch Veränderungen der Gefäßwandzellen sein. Somit steigt das Risiko an kardiovaskulären Erkrankungen im Alter. Eine wichtige kardiovaskuläre Kenngröße ist der Blutdruck. Über die ganze Lebensspanne gesehen, kommt es zu einem kontinuierlichen Anstieg des systolischen Blutdrucks. Der diastolische Blutdruck steigt bis zum 50. Lebensjahr an, danach ist ein leichter Abfall erkennbar. Dies bedeutet, dass eine erhöhte Blutdruckamplitude im Alter auftritt. Jene Amplitude ist wiederum aufgrund der reduzierten Gefäßelastizität im Alter zurückzuführen. Parallel zu einem Blutdruckanstieg ist auch eine Zunahme des Herzgewichtes bis zum 80. Lebensjahr erkennbar. Da aufgrund des erhöhten Blutdrucks eine stärkere Kontraktion im Herzmuskel stattfindet, vermehrt sich die Herzmuskelmasse (Chodzko-Zajko et al., 2009; Denk et al., 2003).

Eine weitere Veränderung ist die Abnahme der maximalen Herzfrequenz und des Schlagvolumens des Herzens mit zunehmendem Alter. Das Schlagvolumen ist jenes Volumen, das mit einem einzigen Herzschlag ausgeworfen werden kann. Jugendliche haben durchschnittlich eine maximale Herzfrequenz von 180 - 200 Schlägen pro Minute, wohingegen ältere Personen nur auf bis zu 140 - 160 Schlägen pro Minute kommen. Bei geringen körperlichen Belastungen führen jene Veränderungen kaum zu Beeinträchtigungen der körperlichen Leistungsfähigkeit. In anstrengenderen Belastungssituationen kann jedoch eine Einschränkung der Herzleistung Probleme bereiten. Das reduzierte Schlagvolumen lässt sich auf eine geringere Elastizität und Kontraktilität des Herzmuskels zurückführen. Somit nimmt automatisch das Herzminutenvolumen ab, das sich aus dem Produkt aus Herzschlagvolumen und maximaler Herzfrequenz zusammensetzt (Chodzko-Zajko et al., 2009; Denk et al., 2003). In weiterer Folge ist die Ausdauerleistungsfähigkeit mit zunehmendem Alter eingeschränkt (Wilson & Tanaka, 2000). Mit Atemgasanalysen (Spiroergometrien) kann durch Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) die aerobe Leistungsfähigkeit gemessen werden. Die maximale Sauerstoffaufnahme ist jene Menge an Sauerstoff, die der Organismus in Ruhe oder unter Belastung pro Zeiteinheit verstoffwechseln kann (Denk et al., 2003). Die maximale Sauerstoffaufnahme nimmt mit zunehmendem Alter ab (0,5% - 1% pro Jahr). Paterson, Cunningham, Koval, & St Croix (1999) untersuchen den Rückgang der VO_{2max} bei Männern und Frauen, die zwischen 55 und 86 Jahre alt sind. Bei Männern liegt der Rückgang bei 0,21 ml/kg/min pro Jahr und bei Frauen bei 0,25 ml/kg/min pro Jahr. Die Mindestwerte der aeroben Leistungsfähigkeit im Alter von 85 liegen bei Männern bei etwa 18 ml/kg/min und bei Frauen bei 15 ml/kg/min. Daley & Spinks (2000) halten fest, dass die über 75-Jährigen in der Regel eine VO_{2max} von mindestens 7-14 ml/kg/min aufweisen. Die Altersgruppe unter 75 erreichen Werte von 17,5 – 24,5 ml/kg/min. Die „sportlichen Alten“ können jedoch Werte von mehr als 35 ml/kg/min erreichen. In einer Studie von Wilson & Tanaka (2000) ist der Rückgang der maximalen Sauerstoffaufnahme mit zunehmendem Alter ebenso bestätigt worden. Der Rückgang der maximalen Sauerstoffaufnahme mit zunehmendem Alter weist jedoch keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,05$) zwischen den drei Studienpopulationen (sitzende Lebensweise, aktive Lebensweise, Ausdauertrainierte) auf. Dies bedeutet, dass Männer, die eine sitzende Lebensweise führen, jedoch gesund und „erfolgreich“ altern, ähnliche Rückgänge in der maximalen Sauerstoffaufnahme zeigen als ausdauertrainierte Männer (Abbildung 7).

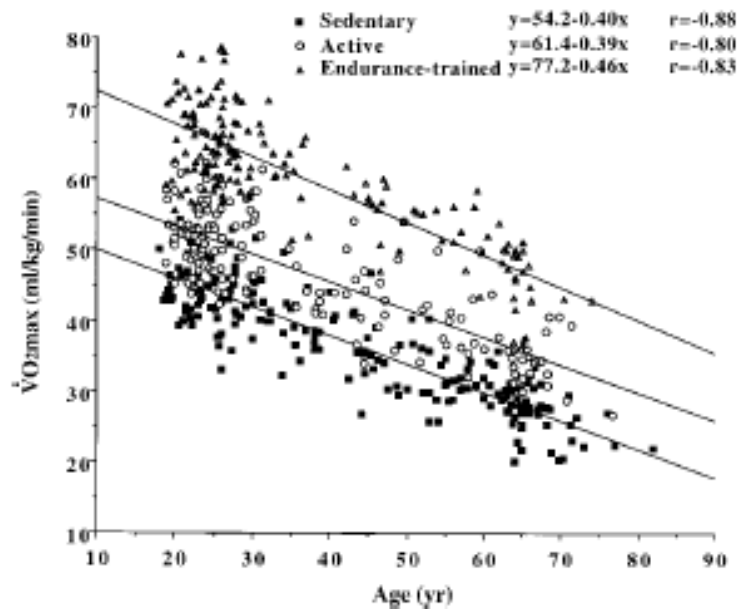


Abbildung 7: Korrelationen zwischen der $\dot{V}O_{2max}$ und dem Alter in drei unterschiedlichen Studienpopulationen bei Männern (Wilson & Tanaka, 2000, S. 831).

VERÄNDERUNGEN IM ATMUNGSSYSTEM

Besonders starke Veränderungen sind in der Lunge zu erkennen. Auch bei gesunden Älteren kann es zu Veränderungen der Lungenfunktion und Atemvolumina kommen. Aufgrund des Elastizitätsverlustes im Lungengewebe und struktureller Veränderungen des Brustkorbes kommt es zu einer Reduktion der Vitalkapazität um 40-50% im Alter von 70 Jahren (Daley & Spinks, 2000). Die Vitalkapazität ist die Kenngröße für die Funktion der Lunge und wird definiert als die Differenz zwischen maximaler Ein- und Ausatmung. Da der Brustkorb im Alter weniger mobil ist, können Atembewegungen erschwert sein. Der Elastizitätsverlust in der Lunge und die eingeschränkte Beweglichkeit im Brustkorb können zu Überblähungen der Lunge führen (Lungenemphysem). Dies bedeutet, dass nicht mehr so viel Luft ausgeatmet werden kann. Ebenso kommt es im Alter zu einer Erhöhung des Residualvolumens von 30 auf bis zu 50%, also jene Luftmenge, die nach maximaler Ausatmung noch in der Lunge bleibt. Aufgrund erhöhter Atemwegswiderstände im Alter muss mehr Energie für die Ein- und Ausatmung aufgewendet werden. Das Lungengewicht ist bei älteren Personen etwa um 21% niedriger und geht mit einer verminderten Funktionsfähigkeit einher (Chodzko-Zajko et al., 2009; Daley & Spinks, 2000). Erkrankungen, die mit einem erhöhtem Atemwegswiderstand in Verbindung stehen, sind obstruktive Atemwegserkrankungen (Asthma bronchiale, chronische Bronchitis, Lungenemphysem). Bei geringeren Belastungen stellt die Lungenfunktion weniger Probleme dar als bei anstrengenderen Belastungen (Denk et al., 2003).

VERÄNDERUNGEN DER KOGNITIVEN FUNKTIONEN

Während des ganzen Lebens nimmt die Zahl an Gehirnzellen ab (Daley & Spinks, 2000). Jedoch bleiben die intellektuellen und geistigen Fähigkeiten erstaunlich lange erhalten. Bei geistig inaktiven Personen ab dem 40. Lebensjahr kann es allerdings zu einer Abnahme der intellektuellen Fähigkeiten (wie Konzentrationsfähigkeit, Gedächtnisleistung, etc.) kommen, bei geistig Hochaktiven erst ab dem 70. Lebensjahr. Besonders störend im Alter ist der Verlust des prospektiven Gedächtnisses, also jene Fähigkeiten, die im Alltag eine wichtige Rolle einnehmen wie zum Beispiel das rechtzeitige Erinnern von Terminen oder auszuführenden Arbeiten. Ein weiteres zentrales Problem stellt die Verwirrtheit im Alter dar. Es wird zwischen akuter und chronischer Verwirrtheit unterschieden. Akute Verwirrtheit beginnt plötzlich und ist behebbar. Gründe dafür können ein Flüssigkeitsmangel, eine Medikamentenüberdosierung oder auch ein Ortswechsel (Krankenhausaufenthalt, Umzug in ein Pflegeheim, etc.) sein. Chronische Verwirrtheit beginnt schleichend, schreitet progressiv fort und ist nicht reversibel. Sie mündet oft in eine Demenz und hat zur Folge, dass Menschen pflegebedürftig werden. Anzeichen für eine Demenz sind Vergesslichkeit, Orientierungs-, Persönlichkeits- und Wortfindungsstörungen, kognitive Defizite, die die Wahrnehmung, das Erkennen, Erinnern und Denken betreffen, das Nachlassen des Urteilsvermögens, eine verminderte Rechenfähigkeit sowie eine schlechte Handhabung von Geräten (Spornitz, 2007).

REDUKTION VON SINNESLEISTUNGEN UND NEUROMUSKULÄRER LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Bei älteren Personen können sensorische Informationen vermehrt eingeschränkt sein und somit Aktivitäten des alltäglichen Lebens behindern. Der Begriff „*sensorisch*“ betrifft die Wahrnehmung von Reizen der Sinnesorgane. So sind Sinnesleistungen des Hörens und Sehens im Alter oft eingeschränkt. Gutes Hören und Sehen stellen eine wichtige Voraussetzung für ein unabhängiges und selbst gestaltetes Leben dar. Eine Reduktion der Hör- und Sehfähigkeit führt zu einer Verminderung der Lebensqualität und des Wohlbefindens (Daley & Spinks, 2000; Denk et al., 2003). Das wichtigste Wahrnehmungssystem unseres Körpers sind die Augen. Sie können Informationen über Stellungen im Raum geben. Das visuelle System kann ausgeschlossen werden, indem man eine Person auffordert die Augen zu schließen. Somatosensorische Informationen, die aus dem Bereich der Füße kommen und somit für das Gleichgewicht die Grundlage darstellen, können durch instabile/labile Unterlagen irritiert und trainiert werden. Sensorische Informationen können aus dem Gleichgewichtsohr durch Drehbewegungen

und Beschleunigungen des Kopfes irritiert werden. Die Reduktion von Sinnesleistungen haben ebenso Auswirkungen auf die Gleichgewichtsfähigkeit. Da die Gleichgewichtsfähigkeit im Alter oft eingeschränkt ist, können Anzeichen von Gleichgewichtsstörungen oder unsicherem Gehverhalten auftreten. Im Fußgelenk werden jene Schwankungen jedoch ausgeglichen, um Stürze zu vermeiden (Fußgelenksstrategie). Älteren Personen fällt es oft schwer, diesen Schwankungen im Fußgelenk entgegenzusteuern und machen somit Ausgleichsbewegungen mit der Hüfte. Dies wird als Hüftstrategie bezeichnet. Aufgrund sensorischer und reaktiver (= nicht vorhersehbare Irritationen z.B. Stoß von hinten) Einschränkungen im Alter, geht älteren Personen die Fähigkeit einer effektiven Fußgelenksstrategie verloren. Die Inaktivität ist eine von vielen Ursachen, die zu einer Abnahme der Gleichgewichtsfähigkeit führt. Durch Training, also durch Reize auf das Nerv-Muskel-System, sind Anpassungsvorgänge möglich. Bei Inaktivität bleiben solche Anpassungen aus und eine Verschlechterung der Leistungsfähigkeit ist die Folge. Ebenso kann eine schlechtere Sehfähigkeit im Alter und die verlangsamte Wahrnehmung aus der Peripherie eine Verschlechterung der Gleichgewichtsfähigkeit darstellen. Wenn die Muskulatur zusätzlich noch geschwächt ist, ist sie nicht mehr in der Lage, motorische Antworten umzusetzen, um den Körper im Gleichgewicht zu halten. Das bedeutet, dass ältere Personen mit einer schlechten Gleichgewichtsfähigkeit einen passiven statt aktiven Lebensstil führen, da sie Angst vor Stürzen haben. Inaktivität ist schließlich eines der größten Sturzrisiken (Becker et al., 2010).

Unabhängig von den Einschränkungen der Sinnesleistungen im Alter ist die neuromuskuläre Leistungsfähigkeit bei Älteren ebenso eingeschränkt. Bei älteren Personen spielt die Verbindung zwischen Körper und Kopf bzw. zwischen Motorik und Kognition eine wichtige Rolle in der Ausführung von Alltagsaktivitäten. Die kognitiven Funktionen bleiben im Alter häufig unverändert, jedoch führt die Reduktion an Nervenzellen und deren Verbindungen (Synapsen) zu einer schwierigeren Bewältigung von komplexen motorischen Aufgaben und das Neuerlernen von bestimmten Bewegungsmustern wird schwieriger. Ebenso kommt es zu einer Verschlechterung in der Verknüpfung vom Erkennen und richtigem Steuern der Bewegungsabläufe. Ein adäquates Handeln und Reagieren in Alltagssituationen stellt oft eine große Herausforderung für die Betroffenen dar. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Kombination von Spaziergehen und gleichzeitigem Sprechen. Oft bleiben ältere Menschen stehen, wenn sie sprechen, da beides gleichzeitig nicht mehr so gut funktioniert. Die kognitiven Kapazitäten werden während des Gehens mehr benötigt. Ebenso lassen die Orientierungsfähigkeit im Raum

sowie die Anpassungsfähigkeit auf zusätzliche Herausforderungen (z.B. Hindernisse, rutschige Oberflächen) in zunehmendem Alter nach. Die meisten Stürze passieren beim Gehen (z.B. Stolpern), da das Gehen alleine bereits eine große Aufmerksamkeit erfordert. Wenn eine zusätzliche Aufgabe (z.B. den Schlüssel aus der Tasche holen) hinzukommt, ist die Sturzgefahr nochmals erhöht, da die jeweilige Person zwei Aufgaben gleichzeitig ausführen muss. Die Doppelaufgabe kann also nicht mehr angemessen bewältigt werden (Becker et al., 2010).

1.4 KÖRPERLICHE AKTIVITÄT IM ALTER

1.4.1 BEDEUTUNG

Körperliche Aktivität ist ein wirksamer Schutzfaktor vor den so genannten Zivilisationserkrankungen wie Adipositas, Bluthochdruck, Diabetes Mellitus, Gicht, degenerative Herz-Kreislauf-Erkrankungen, etc. Ebenso ist sie die einzige wissenschaftlich fundierte Maßnahme, um den altersbedingten physiologischen Veränderungen von Herz, Kreislauf, Atmung, Stoffwechsel und Nervensystem entgegenwirken zu können (Singh, 2002). Regelmäßige körperliche Aktivität hält also gesund, beeinflusst die Selbstständigkeit im Alltag und die damit verbundene Lebensqualität und trägt zu Wohlbefinden und Gesundheitszufriedenheit bei. In diesem Zusammenhang ist das biologische Alter erwähnenswert. Der Wunsch vieler älterer Personen ist das biologische Alter möglichst lange gering zu halten, um die Aufrechterhaltung der Selbstständigkeit bis ins hohe Alter gewährleisten zu können. Die wichtigsten Maßnahmen sind regelmäßige körperliche Aktivität, ausgewogene Ernährung, geistige Aktivität und Vermeidung von Risikofaktoren wie zum Beispiel Rauchen und Alkoholkonsum. Trotz eines aktiven und gesunden Lebensstils sollte uns jedoch bewusst sein, dass es dennoch zum Verlust der Selbstständigkeit kommen kann (Titze et al., 2010).

1.4.2 QUANTITATIVE BESCHREIBUNG KÖRPERLICHER AKTIVITÄT

Um körperliche Aktivität optimal steuern zu können, bedarf es mehrerer Komponenten, die zu berücksichtigen sind. Dazu zählen die Dauer, Häufigkeit, Intensität und der Wochenumfang körperlicher Aktivität.

DAUER

Die „*Dauer*“ meint die Zeit der Belastung, in welcher körperliche Aktivität stattfindet. Sie wird in Minuten oder Stunden angegeben (z.B. „60min Laufen“). Bei Krafttrainingsübungen verwendet man analog zur Dauer die Wiederholungsanzahlen (z.B. „8 Liegestütze“). Die Dauer kann entweder fraktioniert (z.B. 10 Minuten + 10 Minuten + 10 Minuten) oder kontinuierlich am Stück (z.B. 30 Minuten) angegeben werden (Titze et al., 2010).

HÄUFIGKEIT

Der Begriff „*Häufigkeit*“ meint die Anzahl der körperlichen Aktivitätseinheiten, die pro Tag, pro Woche oder pro Monat stattfinden z.B. „3-mal pro Woche Laufen“ (Titze et al., 2010).

INTENSITÄT

Unter dem Begriff „*Intensität*“ wird der Anstrengungsgrad einer Aktivität verstanden. Sie kann je nach Aktivität und Zielsetzung unterschiedlich definiert werden. Demnach unterscheidet man zwischen absoluter und relativer Intensität. Die „*absolute Intensität*“ beschreibt die aktuelle Rate des Energieverbrauchs und gibt an, welche Leistung bei körperlicher Aktivität erbracht wird. Sie kann in unterschiedlichsten Formen angegeben werden: Bei Ausdauerleistungen wird sie oft als Fortbewegungsgeschwindigkeit, Sauerstoff- oder Kalorienverbrauch, Herzfrequenz oder in METs angegeben. Bei Kraftleistungen wird sie über die bewegte Last (in kg) definiert (Titze et al., 2010). Unter dem Begriff „*metabolisches Äquivalent*“ (MET) versteht man die Sauerstoffaufnahme einer erwachsenen Person im Sitzen. Der Sauerstoffverbrauch entspricht bei einem gesunden Erwachsenen 3,5 ml pro Kilogramm Körpergewicht pro Minute. Das metabolische Äquivalent kann die Sauerstoffaufnahme in Ruhe mit der Sauerstoffaufnahme unter Belastung vergleichen. In Tabelle 6 werden zur Veranschaulichung des Metabolischen Äquivalents den unterschiedlichen Aktivitäten die entsprechenden MET- Zahlen zugeordnet (Ainsworth et al., 2000).

Tabelle 6: Körperliche Aktivitäten und METs (Ainsworth et al., 2000)

AKTIVITÄT	METs
In der Wohnung umhergehen	2 METs
Gehen mit ca. 5 km/h	3 METs
Hausarbeit (Staubsaugen, Bodenwischen)	3 bis 5 METs
Rasenmähen	3 bis 6 METs

Tanzen	3 bis 8 METs
Langsames Schwimmen	6 METs
Joggen (= langsames Laufen)	6 bis 8 METs
Fahrradfahren	6 bis 12 METs
Bergwandern mit Gepäck	7 bis 9 METs
Schnelles Schwimmen	bis 12 METs

Betrachtet man zum Beispiel die Aktivität Gehen (mit ca. 5 km/h), entspricht dies dem Dreifachen des Ruheumsatzes. Ein MET entspricht einem Kalorienverbrauch von 1 Kilokalorie pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde. Das bedeutet, dass über MET-Angaben auch der kalorische Verbrauch der körperlichen Aktivität bestimmt werden kann. Die derzeit aktuellste Version der MET-Intensitäten kann im Kompendium körperlicher Aktivitäten nachgelesen werden (Ainsworth et al., 2000). Dieses beinhaltet 21 verschiedene Aktivitätskategorien (Training, Sport, Spielsport, Alltag, Haushalt, Garten, Transport, Beruf) mit über 800 MET-Codes. Die Klassifikation der körperlichen Aktivität auf Grundlage der absoluten Intensität kann in MET- Kategorien eingeteilt werden:

Tabelle 7: Absolute Intensitäten und MET- Kategorien (Ainsworth et al., 2000)

Leichte Intensität	Mittlere Intensität	Höhere Intensität
<3 METs	3–6 METs	>6 METs

Unter „*relativer Intensität*“ versteht man das individuelle Leistungsvermögen einer Person (Titze et al., 2010). Relative Intensität wird in Prozent der maximalen Sauerstoffaufnahme (% VO_{2max}), maximalen Herzfrequenz (% HR_{max}) sowie der Sauerstoffaufnahme-Reserve (% VO_2R) bzw. der Herzfrequenz-Reserve (% HFR) oder der maximalen Last angegeben werden. Die maximale Last kann wiederum in Prozent des Ein-Wiederholungs-Maximums (% 1-RM) bzw. in Prozent der maximalen willkürlichen Kontraktion (% MVC) ausgedrückt werden. Eine individuelle Selbsteinschätzung des subjektiven Belastungsempfindens ist auch anhand vorgegebener Skalen (z.B. Borg-Skala) möglich (Titze et al., 2010). Die Borg Skala ist eine numerische Skala, die die subjektiv empfundene Anstrengung einer Person erfasst. Die Skala des Anstrengungsempfindens beginnt mit der Zahl 6 und endet mit der Zahl 20. Die Zahl 6 bedeutet überhaupt keine Anstrengung, wohingegen die Zahl 20 die maximal mögliche Anstrengung darstellt. Die Skala ist einfach zu verwenden, zuverlässig und auch aussagekräftig (Löllgen, 2004). In Tabelle 8 wird die relative

Intensität (ausgedrückt in Prozent der maximalen Herzfrequenz (HF) und als subjektiv wahrgenommene Belastung) auf der BORG- Skala dargestellt:

Tabelle 8: Relative Intensität (mod. n. Titze et al., 2010, S. 11).

RELATIVE INTENSITÄT	% DER MAX. HF	BORG- SKALA	EMPFINDEN
sehr leicht bis leicht	< 50	< 10	kaum anstrengend
mittel	50 – 69	11 – 12	reden ja, singen nein
hoch	70 – 89	13 – 16	kein durchgehendes Gespräch
hoch bis maximal	90 – 100	16 – 20	kein Gespräch, stark beschleunigte Atmung

Sehr leichte bis leichte Intensität heißt, dass kaum eine Anstrengung empfunden wird. Mittlere Intensität bedeutet, dass während der körperlichen Aktivität noch gesprochen aber nicht mehr gesungen werden kann. Im Vergleich zu ruhigem Sitzen sind diese Aktivitäten um 3- bis 6-mal intensiver (3–6 METs) bzw. auf der 10-stufigen Borg Skala bei 11-12 (relative Intensität). Bei höheren Intensitäten sind nur mehr kurze Wortwechsel möglich bzw. kann kein durchgängiges Gespräch mehr geführt werden. Jene körperliche Aktivitäten sind im Vergleich zu ruhigem Sitzen um mindestens 6-mal intensiver (≥ 6 METs) und befinden sich auf der Borg Skala bei 13 bis 16 (relative Intensität). Sie bewirken eine deutliche Steigerung der Atmung und Herzfrequenz (Titze et al., 2010).

WOCHENUMFANG/WOCHENDOSIS

Die letzte Belastungskomponente körperlicher Aktivität stellt der „*Wochenumfang*“ dar. Dieser fasst alle Aktivitätszeiten bzw. Teilleistungen einer Woche zusammen. Er kann in Minuten bzw. Stunden, Kilokalorien, zurückgelegten Strecken oder in MET-Minuten bzw. MET-Stunden pro Woche angegeben werden. Der Wochenumfang kann durch Multiplikation der drei oben genannten Belastungskomponenten (Dauer, Häufigkeit und Intensität) berechnet werden. Aus dem Wochenumfang kann auch der Energieverbrauch berechnet werden. Setzt man sich zum Beispiel 150 Minuten Bewegung mit mittlerer Intensität pro Woche als Ziel, kann dies an fünf Tagen pro Woche zu je 30 Minuten oder auch an drei Tagen zu je 50 Minuten erzielt werden. Die Mindestdauer für gesundheitswirksame körperliche Aktivität liegt bei 10 Minuten. Es können also auch kurze körperliche Aktivitätseinheiten zusammengezählt werden, wenn die Mindestdauer nicht unterschritten wird. Hat man zum Beispiel 960 MET-Minuten pro Woche als

Zielvorgabe, würde das bedeuten, dass die MET-Vorgabe entweder durch 120 Minuten Laufen mit 8 METS ($120 \times 8 = 960$) oder auch durch 240 Minuten Gartenarbeit mit 4 METs (240×4) erreicht werden kann (Titze et al., 2010).

1.4.3 AKTIVITÄTSNIVEAU

Um das individuelle Aktivitätsniveau beschreiben zu können, wird die wöchentliche Ausdauerbelastung, die in Minuten pro Woche angegeben wird, herangezogen. Folgende Kategorien können voneinander unterschieden werden (Tabelle 9):

Tabelle 9: 4 Kategorien des Aktivitätsniveaus (Titze et al., 2010, S. 12; Bucksch & Schlicht, 2014, S. 16).

KATEGORIEN	BESCHREIBUNG	GESUNDHEITSEFFEKT
inaktiv (sitzendes Verhalten)	keine über die Basisaktivität hinausgehende körperliche Aktivität	kein Gesundheitseffekt → Gesundheitsrisiko
geringfügig körperlich aktiv (leichtes körperliches Aktivitätsniveau)	eine über die Basisaktivität hinausgehende körperliche Aktivität	Gesundheitseffekt gering → ein wenig Bewegung besser als keine
mittleres (moderates) körperliches Aktivitätsniveau	150 – 300 Minuten körperliche Aktivität mit mittlerer Intensität ODER: 75 – 150 Minuten körperliche Aktivität mit höherer Intensität (70-89% der maximalen Herzfrequenz)	stärkerer Gesundheitseffekt
hohes Aktivitätsniveau	mehr als 300 Minuten pro Woche körperliche Aktivität mit mittlerer Intensität ODER: mehr als 150 Minuten pro Woche körperliche Aktivität mit höherer Intensität	zusätzlicher Gesundheitseffekt

Die erste Kategorie „Inaktivität/sitzendes Verhalten“ umfasst jene Verhaltensweisen, die durch ein sehr geringes Ausmaß an körperlicher Aktivität einen niedrigen Energieverbrauch haben. Ein Verhalten, das einen Energieverbrauch von 1 bis 1,5 MET benötigt, wird als sitzendes Verhalten bezeichnet. Darunter fallen zum Beispiel das Liegen und Sitzen einer Person, die sich nur geringfügig energetisch beansprucht. Meist wird das

Sitzen und Liegen mit einem weiteren Verhalten kombiniert. Dazu zählen zum Beispiel Lesen, Arbeiten am Computer, Surfen im Internet, Stricken und weitere Aktivitäten, die einen geringen energetischen Aufwand erfordern. Die zweite Kategorie „geringfügig körperliches Aktivitätsverhalten“ meint jene leichten körperlichen Aktivitäten, die zwischen 1,5 und 3 MET liegen. Darunter fallen typische Alltagsaktivitäten wie Kochen, Abwaschen, Stehen, häufiges Aufstehen und kurze Distanzen im Haus gehen. Die dritte Kategorie „mittleres bzw. moderates körperliches Aktivitätsverhalten“ beinhaltet jene Aktivitäten, die zwischen 3 und 6 MET liegen und somit risikomindernd (in aktuellen Bewegungsempfehlungen) angesehen werden. Zur vierten und letzten Kategorie zählen alle hochintensiven körperlichen Aktivitäten, die bei vielen sportlichen Belastungen erzielt werden und über 6 MET hinausgehen (Bucksch & Schlicht, 2014). Die Autoren halten weiters fest, dass Erwachsene bis zur Hälfte ihrer täglichen Wachzeit (8 Stunden) mit verschiedenen sitzenden Tätigkeiten verbringen.

In einer isländischen Studie von Arnardottir et al. (2013), in welcher die Inaktivität bzw. das sitzende Verhalten von 580 Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Alter von 73-98 Jahren erfasst wird, zeigen die Ergebnisse, dass sitzende Tätigkeiten im Gegensatz zu den oben genannten Kategorien (Tabelle 8) dominieren (75%). Eine sitzende Lebensweise hat jedoch die Folge, dass das kardiometabolische Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko erhöht ist (Healy, Matthews, Dunstan, Winkler, & Owen, 2011; Koster et al., 2012).

1.4.4 BEWEGUNGSEMPFEHLUNGEN

Als Bewegungsempfehlungen werden die „Österreichischen Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung“ des Fonds Gesunden Österreichs (FGÖ, 2010) herangezogen. Diese Bewegungsempfehlungen sind je nach Altersgruppen differenziert gegliedert (Kinder und Jugendliche, Erwachsene sowie ältere Menschen). Bezogen auf die Altersgruppe „ältere Personen“, sind Personen ab 65 Jahren gemeint, die keine Kontraindikationen bezogen auf das körperliche Aktivitätsverhalten haben. Personen mit chronischen, aber nicht übertragbaren Krankheiten wie zum Beispiel Bluthochdruck, Diabetes, Asthma etc. können sich auch an jene Bewegungsempfehlungen richten, da sie die Leistungsfähigkeit nicht unmittelbar beeinflussen müssen. Bei spezifischen Beeinträchtigungen wie zum Beispiel Herz-Kreislaufkrankungen sollten die Bewegungsempfehlungen besonders achtsam bzw. mit medizinischer Betreuung verfolgt werden (Titze et al., 2010). Weitere Bewegungsempfehlungen für ältere Personen können

aus den Richtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 2010) und aus den Richtlinien des „American College of Sports Medicine“ (ACSM, 2009) entnommen werden.

AUSDAUERTRAINING

Beim Ausdauertraining werden große Muskelgruppen über einen bestimmten Zeitraum rhythmisch belastet. Regelmäßiges Ausdauertraining führt zu Verbesserungen in der Funktion des kardiovaskulären Systems und der Skelettmuskulatur, die zu einer Erhöhung der Ausdauerleistung führen (Howley, 2001). Beliebte Ausdauersportarten sind zum Beispiel Laufen, Wandern, Walken, Rad fahren, Inline- Skaten Langlaufen, Rudern Schwimmen, Sportspiele etc. Die Herzfrequenz und Atmung erhöhen sich durch solche Belastungen und nach fortlaufender Dauer passen sich das Herzkreislaufsystem und der Stoffwechsel an die vorgegebene Belastung an. Zur Gesundheitsförderung bzw. Gesundheitserhaltung empfiehlt der Fonds Gesundheit Österreich für ältere Personen mindestens 150 Minuten (2 ½ Stunden) pro Woche mit mittlerer Intensität oder 75 Minuten (1 ¼ Stunden) pro Woche mit höherer Intensität körperlich aktiv zu sein oder eine Kombination aus mittlerem und höherem Intensitätsniveau ist auch möglich. Bewegungsaktivitäten sollten dabei möglichst oft pro Woche stattfinden, wobei jede Aktivität mindestens durchgehend 10 Minuten dauern sollte. Diese können auf den ganzen Tag aufgeteilt werden. Eine ältere Person kann zum Beispiel täglich 15 Minuten am Vormittag und 15 Minuten am Nachmittag spazieren gehen. Um einen zusätzlichen gesundheitlichen Nutzen erreichen zu können, sollten ältere Personen mindestens auf 300 Minuten bzw. 5 Stunden pro Woche Bewegung mit mittlerer Intensität oder 150 Minuten bzw. 2,5 Stunden pro Woche Bewegung mit höherer Intensität kommen. Wenn aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen und Beschwerden 150 Minuten bzw. 2,5 Stunden pro Woche Bewegung mit mittlerer Intensität nicht möglich sind, sollten ältere Personen so viel Bewegung machen, wie es die Beschwerden zulassen (Titze et al., 2010).

KRAFTTRAINING UND KNOCHENSTÄRKENDE BEWEGUNG

Krafttraining ist speziell für die Erhöhung der Muskelkraft, -leistung und -ausdauer verantwortlich. Die Muskelkraft stellt die Fähigkeit eines Muskels dar, Kraft zu erzeugen. Sie wird allgemein als maximale willkürliche Kontraktion (MVC) für isometrische Messungen und als Ein-Wiederholungsmaximum (1-RM) für dynamische Messungen ausgedrückt. Die Muskelleistung gibt das Maß des Energiebetrages an, das durch Muskularbeit pro Zeitintervall verbraucht wird. Unter Muskelausdauer versteht man die Fähigkeit eines Muskels, wiederholte Kontraktionen gegen einen konstanten Widerstand

auszuführen. Krafttraining kann durch Variation des Widerstandes, der Anzahl an Wiederholungen einer Übung (Trainingsatz), die Anzahl der durchgeführten Sätze sowie der Pausendauer zwischen den Sätzen entsprechend gesteuert werden. Krafttraining erhöht die Knochendichte, löst muskuläre Dysbalancen auf, wirkt Haltungsschwächen und Gelenksabnutzung entgegen, unterstützt den Muskelerhalt und steigert die muskuläre Fitness. Dies sind nur ein paar Beispiele der positiven Effekte von Krafttraining (Howley, 2001). Beim Krafttraining muss die Muskulatur eine höhere Leistung erbringen als das alltägliche Leben erfordert. FGÖ- Empfehlungen für ältere Personen sind muskelkräftigende Aktivitäten mit mittlerer oder höherer Intensität. So bieten sich Treppensteigen oder Gartenarbeit als muskelkräftigende Aktivitäten an. Gezieltes Krafttraining unter Einsatz des eigenen Körpergewichts wie Liegestütz, Crunches, Klimmzüge, etc. oder Training an Maschinen bzw. mit freien Gewichten wären weitere Möglichkeiten, die zu einer Erhaltung und Erhöhung der Muskelkraft führen. Auch Hilfsmittel wie Therabänder oder Gymnastikbälle können zur Kräftigung eingesetzt werden. In den Empfehlungen sind keine Zeitangaben enthalten, wie lange eine muskelkräftigende Übung dauern sollte, jedoch sollten sie so ausgeführt werden, dass nach der letzten Wiederholung keine weitere mehr möglich ist. Beim Trainieren an Kräftigungsmaschinen würde das bedeuten, dass bei einem Muskelaufbautraining nach 12 Wiederholungen einer Übung keine hinaus gehende Wiederholung mehr durchgeführt werden kann. Es wird dadurch eine vollständige Ausschöpfung der muskulären Speicher angesteuert. Pro Übung können 2-3 Durchgänge durchgeführt werden, wobei nach jedem Durchgang 2-3 Minuten Pause gemacht werden sollte. Bei Personen höheren Lebensalters kann auf die letzte erschöpfende Wiederholung verzichtet werden. Wenn Krafttraining zumindest mit mittlerer Intensität durchgeführt wird, kann diese zum Wochenumfang körperlicher Aktivität dazugerechnet werden. Bei Kraftausdauer- bzw. Maximalkrafttraining gelten andere Richtwerte. Kräftigungsübungen sollten möglichst alle großen Muskelgruppen (Bein-, Hüft-, Rumpf-, Brust-, Schulter- und Armmuskulatur) beanspruchen und mindestens an zwei Tagen pro Woche durchgeführt werden. Jede muskelkräftigende Übung ist gleichzeitig auch knochenstärkend. Durch Muskelbewegung wirken Belastungen auf den Knochen und je stärker diese Belastungen sind, desto mehr Knochenmasse und Knochendichte wird aufgebaut. Es gibt jedoch noch andere Bewegungsformen wie zum Beispiel das Schnurspringen, Stiegensteigen, Wandern, Tanzen, Laufen, etc., die einen starken Anreiz auf das Knochenwachstum bewirken (Titze et al., 2010).

KOORDINATIONSTRAINING

Koordinationstraining ist besonders für ältere Personen bedeutsam. Die Bewegungsregulation sowie das Zusammenspiel zwischen Muskulatur und Nervensystem sollen dadurch trainiert werden. Es werden Aktivitäten empfohlen, die die Gleichgewichtsfähigkeit schulen und verbessern, da somit die Sturzgefahr reduziert werden kann und Alltagsaktivitäten leichter ausgeführt werden können. Daher sollten ältere Menschen regelmäßig Balanceübungen durchführen z. B. auf den Zehenspitzen und Fersen gehen, auf einem Bein stehen, Wackelbretter benutzen, Gehen über unterschiedliche Untergründe, etc. (Titze et al., 2010). Die ACSM Richtlinien (2009) empfehlen zum Beispiel folgende Gleichgewichtsübungen:

- Übungen mit progressivem Schwierigkeitsanstieg und schrittweiser Verringerung der Unterstützungsfläche (z.B. vom Zweibeinstand in den Tandemstand und Einbeinstand, etc.)
- dynamische Bewegungen, die den Körperschwerpunkt aus dem Gleichgewicht bringen (z.B. im Kreis drehen, im Tandem-Stand vorwärts gehen, etc.)
- Übungen für die Haltungsmuskulatur (Zehenstand, Fersenstand, etc.)
- Übungen mit reduziertem sensorischen Input (Stehen mit geschlossenen Augen, etc.)

BEWEGLICHKEITSTRAINING

Nach Titze et al. (2010) kann ergänzend noch ein Beweglichkeitstraining durchgeführt werden. Eine gute Beweglichkeit führt zu einer verbesserten Elastizität der Muskulatur und des Bindegewebes und verbessert den Bewegungsspielraum in einem Gelenk. Die Entspannungsfähigkeit der Muskeln wird ebenso trainiert. Da Alltagsaktivitäten oft ein hohes Maß an Beweglichkeit erfordern wie zum Beispiel Schuhe anziehen, Auto fahren, Körperpflege etc., wäre ein ergänzendes Bewegungsprogramm mit Gymnastik- und Dehnungsübungen empfehlenswert. Der Zeitaufwand für ein solches Training kann für die Erreichung der Bewegungsempfehlungen mit einberechnet werden.

1.5 MUSKELMASSE UND MUSKELFUNKTION IM ALTER

1.5.1 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN MUSKELMASSE, MUSKELKRAFT UND MUSKELFUNKTION

Das Älterwerden ist mit einem Verlust an Muskelmasse und Muskelkraft verbunden. Ab einem Alter von 40 Jahren verliert der Mensch rund 8% an Muskelmasse innerhalb einer Dekade, ab einem Alter von 70 Jahren sind es sogar 15% (Kressig, 2012). Meistens wird der Verlust erst dann relevant, wenn Aktivitäten des alltäglichen Lebens schwieriger werden oder Gleichgewichtsprobleme nicht mehr kompensiert werden können und Stürze die Folge sind. Der Verlust an Muskelgewebe bzw. Muskelmasse ist aufgrund der verminderten Anzahl an Muskelfasern sowie der Atrophie an Typ II Muskelfasern gegeben. Zwischen dem 20. und 80. Lebensjahr kommt es zu einer 26%igen Reduktion an Typ II Muskelfasern und ist größtenteils für den altersbedingten Verlust an Muskelmasse verantwortlich (Daley & Spinks, 2000). Untersuchungen in einer Studie von Janssen & Ross (2005) haben gezeigt, dass die Muskelmasse im dritten und vierten Lebensjahrzehnt relativ konstant bleibt und ab dem 45. Lebensjahr abzunehmen beginnt (siehe Abbildung 8). In jener Studie wurde die Skelettmuskelmasse bei 268 Männern und 200 Frauen im Alter von 18-88 Jahren gemessen.

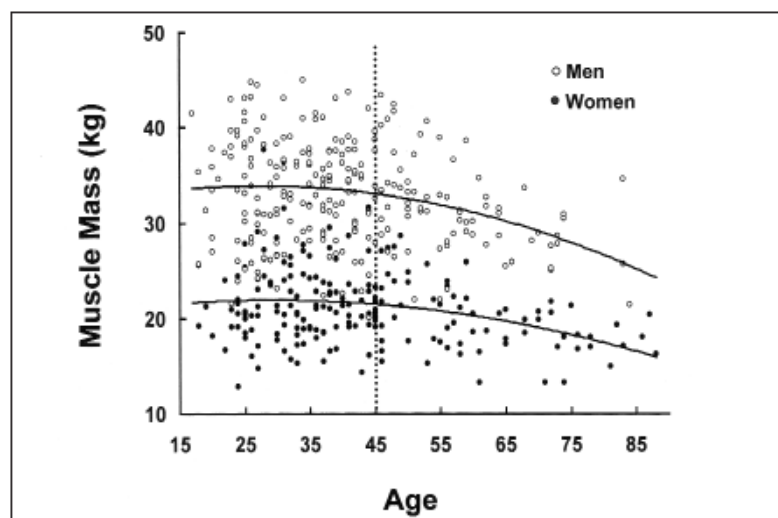


Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Skelettmuskelmasse und Alter bei Männern und Frauen (Janssen & Ross, 2005, S. 410).

Der Verlust an Muskelmasse kann in weiterer Folge zu einer Abnahme der Muskelkraft führen. Die Muskelkraft, die mit 30 Jahren ihren Krafthöhepunkt erreicht, nimmt ab dem 50. Lebensjahr um 15% pro Dekade ab und ab dem 70. Lebensjahr sogar um bis zu 30%

pro Dekade (McLean & Kiel, 2015). Reduzierte Muskelkraft ist ein häufiges Anzeichen für schwere Mobilitätseinschränkungen, langsame Gehgeschwindigkeiten, erhöhtes Sturzrisiko und Risiko der Hospitalisierung sowie für eine hohe Sterblichkeitsrate. Beispielsweise haben ältere Personen mit geringer Muskelkraft ein 2,6-fach erhöhtes Risiko für schwere Mobilitätseinschränkungen, ein 4,3-fach höheres Risiko für langsame Gehgeschwindigkeiten und ein 2,1-fach höheres Mortalitätsrisiko im Vergleich mit älteren Personen mit hoher Muskelkraft (Miljkovic, Lim, Miljkovic, & Frontera, 2015). Es bestehen jedoch erhebliche individuelle Unterschiede, sowohl bezüglich des Krafthöhepunktes der Kurve wie auch hinsichtlich der Abbaugeschwindigkeit. Visser, Deeg, Lips, Harris, & Bouter (2000) haben in einer Querschnittstudie die Muskelmasse und Muskelkraft in Zusammenhang mit der Muskelfunktion der unteren Extremitäten bei älteren Personen (> 65 Jahre) untersucht. Die Resultate zeigen, dass primär eine geringe Muskelkraft mit einer reduzierten Muskelfunktion einhergeht. Eine reduzierte Muskelmasse muss jedoch nicht unbedingt mit einer eingeschränkten Muskelfunktion in Zusammenhang stehen.

1.5.2 SARKOPENIE UND SARKOPENISCHE ADIPOSITAS

1.5.2.1 SARKOPENIE

DEFINITION

„*Sarkopenie*“ leitet sich aus den zwei griechischen Wörtern „sarx“ (Fleisch) und „penia“ (Verlust) ab (Lauretani et al., 2003). Bislang sind mehrere Definitionsansätze entwickelt worden. Der Begriff wurde erstmals im Jahr 1989 von Irwin Rosenberg verwendet. Er bezeichnet Sarkopenie als einen im Alter auftretenden Verlust an Muskelmasse (Rosenberg, 1997).

Janssen & Ross (2005) bezeichnen Sarkopenie jedoch als einen altersbedingten Verlust an Muskelmasse,- kraft, und -funktion. Der Verlust an Muskelmasse und im Alter tritt in unterschiedlichster Weise auf und ist mit mehr oder weniger stark ausgeprägten funktionellen und körperlichen Beeinträchtigungen gekennzeichnet, die wiederum mit einer verminderten Muskelfunktion einhergehen (Edwards et al., 2015; Janssen, Heymsfield, & Ross, 2002). Funktionelle Beeinträchtigungen äußern sich in Limitierungen bei bestimmten Bewegungen wie zum Beispiel beim Stiegensteigen oder Spazierengehen. Körperliche Beeinträchtigungen hingegen führen zu Problemen bei Alltagsaktivitäten wie zum Beispiel beim Einkaufen gehen, leichte Hausarbeit, etc. (Janssen et al., 2002).

Die Prävalenz von Sarkopenie, steigt mit zunehmendem Alter an und betrifft bis zu 50% der über 80- Jährigen (Iannuzzi-Sucich, Prestwood, & Kenny, 2002). Die Folgen der Sarkopenie sind sehr vielfältig und reichen von Gebrechlichkeit („*Frailty*“) und körperlicher Behinderung, erhöhtem Sturzrisiko bis hin zu frühzeitiger Institutionalisierung. Sarkopenie und Gebrechlichkeit sind eng miteinander verknüpft, da die Sarkopenie alle wichtigen Gebrechlichkeitsmerkmale beeinflusst (Abb. 9). Die Gebrechlichkeit kann in weiterer Folge zu Bettlägerigkeit, Immobilität, Pflegebedürftigkeit und einer erhöhten Sterblichkeitsrate führen. Der Zustand der Gebrechlichkeit ist ebenso multifaktoriell bedingt, die wichtigste Ursache ist jedoch die Sarkopenie (Buess & Kressig, 2013).

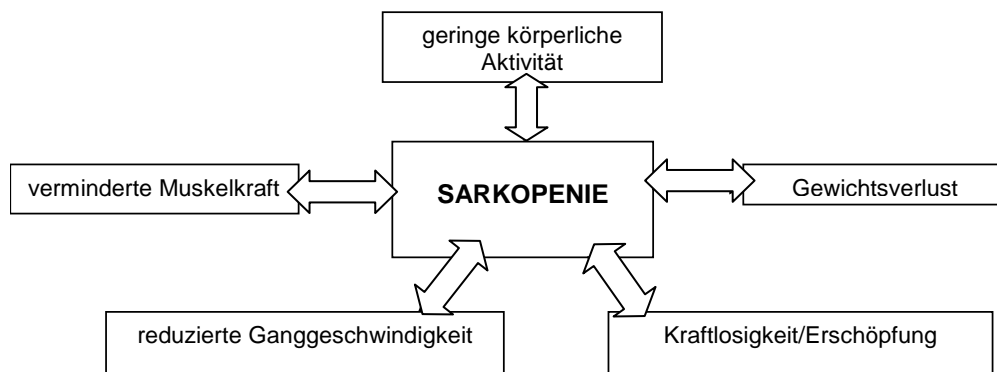


Abbildung 9: Merkmale der Gebrechlichkeit (mod. n. Buess & Kressig, 2013, S. 1168).

Im Jahr 2009 ist die europäische Arbeitsgruppe zur Sarkopenie bei älteren Personen (EWGSOP) gegründet worden, um Definitionsansätze sowie diagnostische Kriterien zur Sarkopenie zu entwickeln, die in der klinischen Praxis als auch in der Forschung (Studien) verwendet werden sollen. Die EWGSOP bezeichnet Sarkopenie als ein Syndrom, das durch den fortschreitenden Verlust an Skelettmuskelmasse und -kraft gekennzeichnet ist und mit dem Risiko unerwünschter Ergebnisse wie körperliche Behinderung, schlechte Lebensqualität und Tod in Verbindung steht (Cruz-Jentoft et al., 2010). Eine weitere Arbeitsgruppe zur Sarkopenie, die international tätig ist (International Working Group on Sarcopenia, IWGS), hat im Jahr 2011 eine ähnliche Definitionserklärung zur Sarkopenie beschrieben. Sie definieren Sarkopenie als einen Verlust an Muskelmasse und Muskelfunktion, der aufgrund des Alterungsprozesses eintritt. Sie ist ein komplexes Syndrom, welches mit dem Verlust an Muskelmasse alleine oder in Verbindung mit zunehmender Fettmasse assoziiert wird (Fielding et al., 2011).

URSACHEN

Die wichtigsten Ursachen, die therapeutisch gut behandelbar sind, stellen die verminderte und proteinarme Nahrungsaufnahme sowie verminderte körperliche Aktivität dar. Eine pathophysiologische Grundlage der Sarkopenie ist der Verlust an Muskelfasern (vorwiegend Typ II Muskelfasern). Sie nehmen dabei sowohl an Größe als auch an Anzahl ab und werden durch Fett- und Bindegewebe ersetzt (Daley & Spinks, 2000). Bei der Sarkopenie ist daher die Synthese der Muskelfasern verlangsamt und der Abbau beschleunigt. Die Muskeln sind bei älteren Personen kleiner, schwächer und ermüden in weiterer Folge schneller (Evans, 2010). Hormonelle Veränderungen, wie ein altersbedingter Wachstumshormonspiegel oder ein erhöhter Cortisolspiegel aufgrund chronischer Erkrankungen, verschlechtern den muskulären Zustand zusätzlich (Schakman, Gilson, & Thissen, 2008). Auch der Einfluss altersassoziierter niedrigschwelliger Entzündungen („low-grade inflammation“), eine verschlechterte Muskelinnervation aufgrund des degenerativ bedingten Verlustes von Motoneuronen im Rückenmark sowie die verminderte Fähigkeit, oxidativen Stress zu bewältigen, wirken sich negativ auf die Muskeln aus (Balage et al., 2010; Moylan & Reid, 2007).

Sarkopenie ist ein Zustand mit vielen Ursachen und unterschiedlichen Ergebnissen. Während Sarkopenie vor allem bei älteren Menschen diagnostiziert wird, kann es sich auch bei jüngeren Erwachsenen entwickeln, wie es bei Osteoporose und Demenz ebenso der Fall sein kann. Bei manchen Personen kann eine klare und einzige Ursache der Sarkopenie identifiziert werden, in anderen Fällen gibt es keine isolierte eindeutige Ursache. Bei vielen älteren Menschen ist die Ätiologie der Sarkopenie multifaktoriell. Eine frühe Identifikation der Sarkopenie ist sehr wichtig, um rechtzeitig eine Therapie einleiten zu können (Buess & Kressig, 2013). In Abbildung 10 sind die wichtigsten Ursachen der Sarkopenie dargestellt, wobei beachtet werden muss, dass durch die multifaktoriellen Veränderungen die Proteinsynthese der Muskulatur beeinflusst wird und schließlich zum Muskelmasseabbau führen oder die Muskelfunktion beeinträchtigen kann.

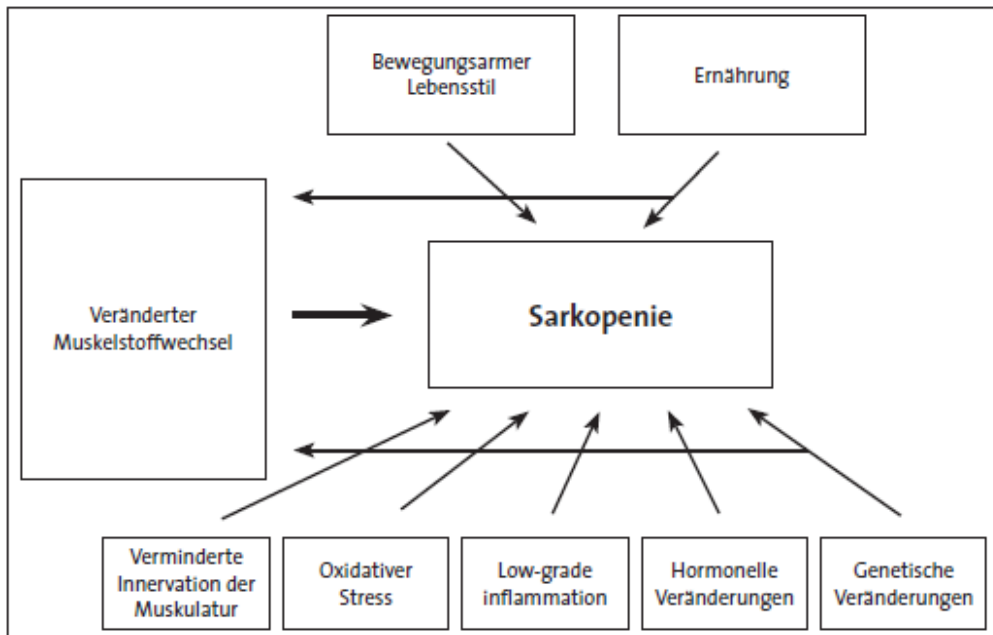


Abbildung 10: Ursachen der Sarkopenie (Buess & Kressig, 2013, S. 1168)

Da eine frühe Erkennung der Sarkopenie wichtig ist, sind von der EWGSOP Kategorien der Sarkopenie entwickelt worden, die in der klinischen Praxis von Nutzen sein sollen. Zu den Kategorien der Sarkopenie gehören die primäre (oder altersbedingte) und sekundäre Sarkopenie (andere Ursachen außer das Altern selbst). In Tabelle 10 werden jene Kategorien im Überblick zusammengefasst.

Tabelle 10: Kategorien der Sarkopenie (mod. n. Cruz-Jentoft et al., 2010, S.414).

KATEGORIEN DER SARKOPENIE	
PRIMÄRE Sarkopenie (altersbedingt)	keine weiteren Ursachen außer das Altern selbst
SEKUNDÄRE Sarkopenie	
- tätigkeitsbezogene Sarkopenie	Bettruhe, Bewegungsmangel, Dekonditionierung, Schwerelosigkeit
- krankheitsbedingte Sarkopenie	Organversagen (Herz, Leber, Lunge, Niere, Gehirn), entzündliche Krankheit, Malignität, endokrine Erkrankung
- ernährungsbedingte Sarkopenie	unzureichende Zufuhr von Energie und/oder von Proteinen, Malabsorption, gastrointestinale Störungen, Verwendung von Medikamenten, die Anorexie verursachen

DIAGNOSE

Des Weiteren hat die EWGSOP Richtlinien zur Diagnose von Sarkopenie erstellt. Die drei Diagnosekriterien setzen sich aus den Kriterien „geringe Muskelmasse“, „geringe Muskelkraft“ sowie „geringe Muskelfunktion“ zusammen. Sarkopenie stellt somit ein geriatrisches Syndrom dar, welches durch eine kombinierte Abnahme von Muskelmasse und Muskelkraft oder Muskelfunktion charakteristisch ist. Eine Sarkopenie liegt also dann vor, wenn Kriterium 1 mit Kriterium 2 oder Kriterium 1 mit Kriterium 3 diagnostiziert wird.

Abbildung 11: Diagnosekriterien von Sarkopenie (mod. n. Cruz-Jentoft et al., 2010, S. 414).

KRITERIUM 1: geringe Muskelmasse
KRITERIUM 2: geringe Muskelkraft
KRITERIUM 3: geringe Muskelfunktion bzw. körperliche Leistungsfähigkeit

Zur Diagnose reicht eine reduzierte Muskelmasse also alleine nicht aus, sondern eine Einschränkung der Muskelkraft oder der Muskelfunktion muss zusätzlich nachweisbar sein. Zur Ermittlung der einzelnen Diagnosekriterien kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz, die in Kapitel 3 ausführlich behandelt werden. Gemäß den Richtlinien zur Diagnosebestimmung können zwischen drei Stadien der Sarkopenie unterscheiden werden. Jene Unterteilung ist bei der Festlegung von Therapiezielen oder der Auswahl von Behandlungsmethoden besonders von Vorteil (Cruz-Jentoft et al., 2010). Mit der Einteilung der Sarkopenie in Stadien kann der Schweregrad der Sarkopenie festgestellt werden und dient somit der klinischen Behandlung der Erkrankung. Die „Präsarkopenie“ ist durch eine geringe Muskelmasse gekennzeichnet, ohne Einschränkung der Muskelkraft oder der körperlichen Leistungsfähigkeit. Das Stadium "Sarkopenie" ist dann gegeben, wenn eine geringe Muskelmasse, sowie eine geringe Muskelkraft oder eine reduzierte körperliche Leistungsfähigkeit (Muskelfunktion) vorliegt. Von "schwerer Sarkopenie“ spricht man, wenn alle drei Kriterien (geringe Muskelmasse, geringe Muskelkraft und geringe körperliche Leistungsfähigkeit) erfüllt sind (Tab. 11).

Tabelle 11: Stadien der Sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2010).

Präsarkopenie	Sarkopenie	ernste Sarkopenie
NUR Kriterium 1 (geringe Muskelmasse) erfüllt	Kriterium 1 und Kriterium 2 (geringe Muskelkraft) ODER 3 (geringe Muskelleistung) erfüllt	alle 3 Kriterien erfüllt

1.5.2.2 SARKOPENISCHE ADIPOSITAS

Die bei älteren Personen häufig auftretende Kombination von Übergewicht und Sarkopenie wird als sarkopenische Adipositas bezeichnet. Diese ist durch altersbedingte Veränderungen der Körperzusammensetzung (vgl. Tab. 5) und die im Alter erhöhte Adipositasprävalenz bedingt (Zamboni, Fantin, & Sepe, 2009).

Während des normalen Alterungsprozesses nimmt das Gesamtfettgewebe tendenziell zu und die Fettverteilung verändert sich: Das Fett wird von subkutanen zu intraabdominalen viszeralen Speichern (Bauchfett) und zur Muskulatur, Leber sowie zum Knochenmark verlagert. Jene Veränderungen erhöhen das Risiko für die Entwicklung eines metabolischen Syndroms (bauchbetonte Fettleibigkeit, erhöhter Blutdruck, erhöhter Blutzucker, erhöhte Blutfette) (Zamboni et al., 1997). Die Umverteilung von Körperfett und Muskelmasse führt zu mehr Fett und weniger Muskeln. Die IWGS weist darauf hin, dass sarkopenische Adipositas mit vermehrten Gehproblemen, Behinderungen und Stürzen in Zusammenhang steht.

Newman et al. (2003) führen eine epidemiologische Studie an älteren Personen (im Alter von 70 bis 79 Jahren, n = 2984) in der USA durch, um die Genauigkeit der Sarkopeniedefinition sowie die sarkopenische Adipositas mittels DEXA (Doppelröntgenabsorptiometrie zur Bestimmung der Körperzusammensetzung) zu untersuchen. Zur Definition der Sarkopenie wurden zwei verschiedene Maßzahlen der appendikulären Magermasse (Muskelmasse der Arme und Beine) verwendet. Die erste Masszahl setzt sich aus dem Verhältnis von appendikulärer Magermasse und Körpergröße zum Quadrat (aLM/m^2) zusammen, wie bereits von Baumgartner et al. (1998) vorgeschlagen (siehe Kapitel 3.2.2.). Bei der zweiten Messzahl wurde die appendikuläre Magermasse in Relation zur Körpergröße und Gesamtfettmasse gesetzt („Residuen“). Als willkürlicher Referenzwert ist das geschlechtsspezifische 20. Perzentil des Verteilungsindex gewählt worden. Die Studie dient als Modell, um die Beziehung

zwischen appendikulärer Magermasse, Körpergröße und Fettmasse zu untersuchen. Positive „Residuen“ sind ein Indikator für eher muskuläre Personen, „negative“ Residuen deuten eher auf eine vorliegende Sarkopenie hin. Bezogen auf die Prävalenz bei übergewichtigen und adipösen älteren Menschen sind folgende Unterschiede erkennbar: Während 8,9% der übergewichtigen Männer und 7,1% der übergewichtigen Frauen mit der ersten Methode (aLM/m²) als sarkopenisch eingestuft werden, weisen 15,4% der übergewichtigen Männer und 21,7% der übergewichtigen Frauen mit der zweiten Methode (Residuen) eine Sarkopenie auf. Mit der ersten Methode werden keine der adipösen Personen (BMI ≥ 30 kg/m²) als sarkopenisch klassifiziert, während 11,5% der Männer und 14,4% der adipösen Frauen anhand der Residuenmethode als sarkopenisch eingestuft werden. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass adipöse Personen eine scheinbar „normale“ absolute Muskelmasse haben können, aufgrund der Tatsache, dass sie mehr Fett und Magermasse aufweisen. Sie werden daher nicht als sarkopenisch angesehen, selbst wenn die Muskelmasse im Verhältnis zur Größe inadäquat ist. Weiters kann ein hoher BMI das Vorhandensein einer Sarkopenie verbergen (Zamboni et al., 2009).

2 ZIELSETZUNG UND FORSCHUNGSFRAGEN

Die körperliche und geistige Gesundheit gewinnt im Alterungsprozess zunehmend an Bedeutung. Ein selbstständiges und unabhängiges Leben sowie keine Einschränkungen in den Aktivitäten des alltäglichen Lebens zu haben sind wichtige Ziele für viele ältere Personen. Aufgrund des fortschreitenden, nicht verhinderbaren Alterungsprozesses treten altersbedingte physiologische Veränderungen im Körper auf (siehe Kapitel 1.1.). Typische physiologische Veränderungen sind zum Beispiel eine Abnahme der Muskelmasse und Muskelkraft (Daley & Spinks, 2000; Janssen & Ross, 2005; Milanovic et al., 2013; Singh, 2002), Veränderungen in der Körperzusammensetzung (Janssen & Ross, 2005; Newman et al., 2003; Singh, 2002), ein alterstypischer Knochenabbau (Daley & Spinks, 2000; Edwards et al., 2015) sowie Abnützungerscheinungen im Bewegungs- und Stützapparat (Bijlsma, Berenbaum, & Lafeber, 2011). Jene Veränderungen führen wiederum zu einer Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit. Es ist bekannt, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die körperliche Fitness und Gesundheit hat. (Brach et al., 2003; Caspersen et al., 1985; Rütten et al., 2005; Samitz et al., 2011; Santos et al., 2012; Singh, 2002; Tuna et al., 2009). Ältere Personen sollen daher jede Gelegenheit nutzen, körperlich aktiv zu bleiben, um Mobilität, Kraft, Ausdauer, Gleichgewichtsfähigkeit und Flexibilität bis ins hohe Alter zu erhalten, um in weiterer Folge so lange wie möglich ein unabhängiges Leben führen zu können.

In der Masterarbeit soll zum einen hermeneutisch aufgearbeitet werden, welche Methoden zur Bestimmung der körperlichen Aktivität bei älteren Personen angewendet werden, da körperliche Aktivität einen wichtiger Co-Faktor zur körperlichen Fitness darstellt und mitbestimmt werden sollte. Dabei werden verschiedene Methoden gegenübergestellt.

Zum anderen werden Methoden zur Bestimmung der Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion in Bezug auf deren Validität, Reliabilität und Durchführbarkeit überprüft. Die Diagnose von Sarkopenie setzt reliable und valide Methoden zur Bestimmung von Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion voraus. Es existieren viele verschiedene Anwendungsmethoden zur Diagnose von Sarkopenie, diese führen jedoch zu unterschiedlichen Ergebnissen. Des Weiteren sollen die Auswirkungen der unterschiedlichen Methoden auf die Definition bzw. die Diagnose von Sarkopenie untersucht werden.

Zusätzlich wird daraus abgeleitet ein Studienprotokoll für eine künftige Studie zum Thema „Muskelmasse und Muskelfunktion im Alter“ entwickelt, mit dem Ziel, den körperlichen Aktivitäts- und Fitnesszustand von älteren Personen zu überprüfen und eigene Referenzwerte zu definieren, die im klinischen Setting ebenso angewendet werden können wie für gesunde Personen im Alter über 65 Jahren.

Folgende Forschungsfrage(n) leiten sich daraus ab:

1. Welche Methoden kommen in der Literatur zur Bestimmung des körperlichen Aktivitätsniveaus bei älteren Personen vor?
2. Welche Messmethoden zur Bestimmung der körperlichen Fitness (Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion) können in Hinblick auf deren Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit unterschieden werden?
3. Wie wirken sich die unterschiedlichen Methoden zur körperlichen Fitness auf die Definition bzw. die Diagnose von Sarkopenie aus?
4. Wie könnte eine Studie zur Erhebung von Normwerten in einem gesunden Kollektiv aussehen?

3 HERMENEUTISCHE AUFARBEITUNG DER LITERATUR

3.1 METHODEN ZUR ERFASSUNG DER KÖRPERLICHEN AKTIVITÄT BEI ÄLTEREN PERSONEN

Körperliche Aktivitäten äußern sich in einem erhöhten Energieverbrauch und können hinsichtlich Dauer, Häufigkeit, Intensität und Umfang einer Bewegung charakterisiert werden (Kapitel 1.3.1). Die Herausforderung der Erfassung des körperlichen Aktivitätsniveaus liegt einerseits darin, das Bewegungsverhalten und andererseits den Energieverbrauch als Resultat der Aktivität quantitativ und qualitativ darzustellen (Müller, Winter, & Rosenbaum, 2010). Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Erfassung der körperlichen Aktivität. Idealerweise sollte eine solche Methode genau und objektiv messen, einfach in der Handhabung sowie robust gegenüber Störfaktoren von außen sein, damit die jeweilige Person im Alltagsverhalten nicht behindert und beeinflusst wird. Das Spektrum an Methoden zur körperlichen Aktivitätsmessung umfasst Messverfahren, die in 3 Kategorien unterteilt werden können (Tab. 12): laborisierte Methoden (Indirekte Kalorimetrie, Doubly Labeled Water Methode und direkte Beobachtung), objektive Methoden (Schrittzähler, Akzelerometer und kombinierte Verfahren) und subjektive Erhebungsmethoden (Fragebögen, Interviews und Tagebücher).

Tabelle 12: Methoden zur Erfassung der körperlichen Aktivität (mod. n. Müller, Winter & Rosenbaum, 2010; Sirard & Pate, 2001).

ERFASSUNG DER KÖRPERLICHEN AKTIVITÄT		
Laborisierte Methoden	Objektive Verfahren	Subjektive Verfahren
Doubly Labeled Water	Schrittzähler (Pedometer)	Sporttagebücher
indirekte Kalorimetrie	Beschleunigungssensoren (Akzelerometer)	Interviews
direkte Beobachtung	Activities of Daily Living (ADL) -Monitore	Fragebogenerhebungen
	Herzfrequenzmessgeräte (in Kombination mit Akzelerometrie)	

Daneben existieren noch weitere Möglichkeiten (laborbasierte Methoden) wie die „Doubly Labeled Water Methode“, die „indirekte Kalorimetrie“ oder direkte Beobachtungen der Testperson. Aufgrund ihrer hohen Messpräzision bei der Bestimmung des Energieverbrauchs gelten diese Methoden als „Goldstandards“, werden jedoch aufgrund der hohen Kosten und der eingeschränkten Anwendbarkeit nur limitiert eingesetzt. Zusammen mit der direkten Beobachtung werden sie auch zur Validierungsmessung von subjektiven und objektiven Methoden genutzt (Müller et al., 2010). Im folgenden Kapitel werden die gängigsten Methoden der körperlichen Aktivitätsmessungen mit ihren Vor- und Nachteilen erläutert.

3.1.1 LABORBASIERTE METHODEN

Das genaueste Verfahren zur Bestimmung des Energieverbrauchs stellt die „Doubly Labeled Water – Methode“ dar, die den Gesamtenergieverbrauch einer Person messen kann. Bei dieser Methode wird eine definierte Menge Wasser getrunken, welches mit zwei stabilen Isotopen Deuterium (als Wasser ausgeschieden) und schwerem Sauerstoff (als Wasser und Kohlendioxid ausgeschieden) angereichert ist. Der Unterschied zwischen beiden Ausscheidungsraten liegt in der CO₂-Produktion, die wiederum Aussagen über den Energieverbrauch liefert. Der große Nachteil dieser Methode liegt in den hohen Kosten (Westerterp & Plasqui, 2004).

Eine Alternative stellt die indirekte Kalorimetrie dar, bei der über die Sauerstoffaufnahme und –abgabe einer Person der Energieverbrauch bestimmt werden kann. Messungen können im Labor, aber auch unter Feldbedingungen mit portablen Systemen wie Gesichtsmasken oder Mundstücke durchgeführt werden. Da klaustrophobische Zustände, Geruchsbildungen oder Atemnöte bei der Benutzung von Gesichtsmasken eintreten können, weist auch diese Methode ihre Limitierungen auf (Patt, Agena, Vogel, Foley, & Anderson, 2007).

Die direkte Beobachtung ist eine weitere Möglichkeit zur körperlichen Aktivitätsüberprüfung. Die Person wird entweder direkt oder per Videoüberwachung beobachtet. Die direkte Beobachtung ist eigentlich nicht objektiv da die Aktivitäten durch den/die Untersucher/in in Kategorien eingeteilt werden. Diese Methode eignet sich zum Beispiel zur Validierung von Akzelerometern und ADL-Monitoren. Dabei wird die körperliche Aktivität nicht primär über den Energieverbrauch, sondern über die Anzahl von Schritten und Körperhaltungen definiert. Nachteile dieser Methode sind der hohe Aufwand für die Untersucher sowie die ständige Überwachung der Testperson (Busser, de Korte, Glerum, & van Lummel, 1998).

3.1.2 SUBJEKTIVE VERFAHREN

Subjektive Methoden zur Bestimmung des körperlichen Aktivitätsverhaltens sind neben Fragebogenerhebungen und Sporttagebüchern auch Interviews, die persönlich sowie am Telefon durchgeführt werden können. Im Vergleich zu objektiven Methoden haben sie den entscheidenden Vorteil, dass sie sich aufgrund geringer Kosten besonders für Studien mit großer Stichprobenanzahl eignen. Sie ermöglichen eine qualitative Erhebung körperlicher Aktivitäten (Beruf, Haushalt, Transport und Freizeit) und können zwischen unterschiedlichen Sportarten differenzieren. Fragebogenerhebungen haben im Vergleich zum Aktivitätsmonitoring einen zeitlichen Vorteil, da sie nicht mehrere Tage in Anspruch nehmen (Müller et al., 2010). Die Informationen, die aus Fragebögen und Tagebüchern gewonnen werden können, sind per Definition subjektiv und anfällig für „*recall bias*“, sogenannte Erinnerungsverzerrungen, die vorwiegend bei älteren Personen auftreten können (Hertogh, Monninkhof, Schouten, Peeters, & Schuit, 2008). Dies ist besonders bei niedrig-intensiven Bewegungsformen der Fall, die charakteristisch für ältere Personen sind (Tuna et al., 2009; Westerterp, 2008). Fragebögen können weiters von subjektiven Einschätzungen „gefärbt“ sein, da sie sich an soziale Erwartungen orientieren. In Tabelle 13 werden exemplarisch vier modifizierte Fragebögen von Washburn (2000) gegenübergestellt, die speziell für ältere Personen erstellt wurden.

Tabelle 13: Fragebögen zur Messung des körperlichen Aktivitätsverhaltens bei älteren Personen (Washburn, 2000, S. 81).

Survey Name	Primary Reference	Activity Components	Recall Time frame	Administration Mode	Outcome Variable	Number of items
Modified Baecke Questionnaire for Older Adults	Voorrips et al. Med Sci Sports Exer, 1991	Leisure, Household, Sport	Past year	Interview	Unitless activity Score	12
Zupthen Physical Activity	Caspersen et al., Am J Epidemiol, 1991	Leisure	Past-week Past-month Usual	Self-administered	Caloric expenditure (kcal/kg/day)	15
Yale Physical Activity Survey	DiPietro et al. Med Sci Sports Exer, 1993	Exercise, Household, Recreational	Typical week in the past month	Interview	Total Activity time (hrs/wk) Energy expenditure index (kcal/wk) Activity dimension Score (Vigorous, sitting walking, moving)	36
Physical Activity Scale for the Elderly	Washburn et al., J Clin Epidemiol, 1993	Leisure, Occupation, Household	Past 7 days	Interview or Self-administered	Unitless activity Score	10

Der modifizierte „*Baecke Fragebogen*“ (1991) wurde speziell für ältere Personen entwickelt. Er umfasst Bereiche wie Tätigkeiten im Haushalt, Sport und Freizeitaktivitäten über einen Zeitraum von einem Jahr. Er ergibt schließlich eine Punktezahl, um niedrige, mittlere und hohe Aktivitätslevel auswerten zu können. Der Fragebogen besteht aus 12 Bereichen und wird nicht selbstausgefüllt sondern mit persönlichen Interviews geführt (Voorrips, Ravelli, Dongelmans, Deurenberg, & Van Staveren, 1991).

Der Fragebogen „*Zutphen Physical Activity*“ (1991), ist ursprünglich für eine niederländische Studie für Männer, die bereits im Ruhestand sind, entwickelt worden. Er wird selbstausgefüllt und erfasst nur Freizeitaktivitäten wie Wandern, Radfahren, Gartenarbeit, Hobbys und Sport in der vergangenen Woche und im vergangenen Monat. Alle Zeitschätzungen werden auf Stunden pro Tag von der jeweiligen Aktivität umgewandelt und mit einem Intensitätscode (kcal/kg/h) multipliziert, um den Gesamtenergieverbrauch (kcal/kg/Tag) ermitteln zu können (Caspersen, Bloemberg, Saris, Merritt, & Kromhout, 1991).

Die interviewgeführte Umfrage „*Yale Physical Activity Survey*“ (1993) analysiert körperliche Aktivität wie Haushalts- und Freizeitaktivität während einer typischen Woche im letzten Monat. Sie beinhaltet zwei unterschiedliche Abschnitte. Im ersten Abschnitt geht es um die Menge der verbrachten Zeit (Stunden/Woche), die für die jeweiligen körperlichen Aktivitäten (Hausarbeit, Gartenarbeit, Bewegung, Freizeitaktivitäten, etc.) während einer typischen Woche im letzten Monat aufgewendet wird. Der zweite Abschnitt richtet sich an die Häufigkeit und Dauer der durchgeführten Tätigkeiten im letzten Monat. Insgesamt können daraus die Gesamtzeit der Aktivitäten, der Energieverbrauch sowie die einzelnen Aktivitätsbereiche (Sitzen, Stehen, Gehen, etc.) berechnet werden (Dipietro, Caspersen, Ostfeld, & Nadel, 1993).

Der Fragebogen „*Physical Activity Scale for the Elderly (PASE)*“ (1993) dient der Bestimmung des körperlichen Aktivitätsausmaßes für Personen ab 65 Jahren und älter. Er kann selbstausgefüllt oder mittels Interview geführt werden. Die Fragen beziehen sich auf das körperliche Aktivitätsverhalten in der Freizeit, im Haushalt und der Berufstätigkeit während der letzten 7 Tage. Zu jedem Bereich werden die „Anzahl der Tage pro Woche“ und die „Anzahl der Stunden pro Woche“ ermittelt (Washburn, Smith, Jette, & Janney, 1993)

3.1.3 OBJEKTIVE VERFAHREN

Da es nahezu unmöglich und praktisch schwer umzusetzen ist, alle Formen von körperlicher Aktivität im Alltag zu messen, werden heutzutage überwiegend Schritttaktivitäten, in manchen Fällen auch das Fahrradfahren sowie andere Körperhaltungen, erfasst. Daher wird die körperliche Aktivität häufig als Schrittzahl, Beschleunigungssignale pro Zeiteinheit und/oder als Energieverbrauch (in MET, kcal) angegeben. Unter dem Begriff „Aktivitätsmonitore“ versteht man Bewegungssensoren wie zum Beispiel Schrittzähler (Pedometer), Beschleunigungssensoren/ADL-Monitore (Akzelerometer) und Herzfrequenzmonitore, die das körperliche Aktivitätsverhalten objektiv erfassen können. Diese Geräte werden zunehmend kleiner und leichter, so dass Trägerinnen und Träger in Alltagsaktivitäten weniger eingeschränkt sind (Brandes, 2012; Müller et al., 2010).

PEDOMETER (SCHRITZÄHLER)

Pedometer geben präzise Angaben für Schrittzahlen, sind aber weniger präzise bei der Bestimmung zurückgelegter Distanzen. Am Ungenaueren sind sie bei der Berechnung des Energieverbrauches (Crouter, Schneider, Karabulut, & Bassett, 2003). Überschreitet die Beschleunigung einen bestimmten Schwellenwert, wird dies als Schritt gewertet. Bleibt die Beschleunigung unterhalb der definierten Schwelle, findet keine Schrittregistrierung statt. Mit zunehmender Bewegungsgeschwindigkeit erhöht sich die Messpräzision. Melanson et al. (2004) empfehlen daher für Studien, in denen sich Probandinnen und Probanden langsam fortbewegen (vorwiegend ältere Personen), die Anwendung von sensitiveren (piezoelektrischen) Pedometern. Problematisch wird die Erfassung der körperlichen Aktivität mit Schrittzählern bei anderen Bewegungsformen wie zum Beispiel das Radfahren, Schwimmen, Rudern, Krafttraining, etc. Da Pedometer meist am Becken befestigt sind, führen diese Bewegungsformen zu keinen guten Signalen, so dass sie nur schlecht bis gar nicht erfasst werden können (Müller et al., 2010).

Tucker, Welk, & Beyler (2011) weisen darauf hin, dass es keine genauen Gesundheitsrichtlinien in Bezug auf die zurückgelegten Schritte/Tag gibt. Es gibt jedoch normative Daten von unterschiedlichsten Studien die zeigen, dass gesunde ältere Personen durchschnittlich 2000-9000 Schritte/Tag zurücklegen und spezielle Populationen wie Personen mit Behinderungen, chronischen Erkrankungen, etc. durchschnittlich auf 1200-8800 Schritte/Tag kommen. Die Autoren haben weiters eine Skala entworfen, die zu jeder Altersgruppe eine empfohlene Mindestanzahl an Schritten/Tag empfehlen. Gesunde ältere Personen ab einem Alter von 65 Jahren sollten zum Beispiel einen Bereich von 7000 - 10000 Schritte/Tag erreichen, von denen mindestens 3000 in flottem Tempo (entspricht ca. 3 MET

bzw. 100 Schritte/Minute) absolviert werden sollten. Für Personen, die mit einer chronischen Erkrankung leben, wird ein Bereich von 6500 - 8500 Schritte/Tag empfohlen.

AKZELEROMETER (BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN)

Wenn sich eine Person bewegt, ist die aufgewendete Muskelkraft für die Körperbeschleunigung verantwortlich. Mit so genannten Bewegungssensoren können solche Beschleunigungen quantitativ bestimmt werden. Akzelerometer sind komplexe elektrische Bewegungssensoren, die ein genaues Aktivitätsmuster eines Tagesablaufs aufzeichnen können. Akzelerometer geben exakte Auskünfte über Umfang, Häufigkeit, Dauer sowie Intensität (einschließlich der Schätzung des Energieverbrauchs) körperlicher Aktivitäten (Murphy, 2009; Trost, McIver, & Pate, 2005). Die Technik dieser Bewegungs- und Beschleunigungssensoren beruht auf der Piezoelektrik. Durch ein piezoelektrisches Element kann die körperliche Beschleunigung gemessen werden. Es wird eine mechanische Belastung bzw. ein gerichteter Druck ausgeübt. Ein im Akzelerometer piezokeramisches Sensorplättchen wandelt diese Druckveränderung in elektrische Spannung um. Diese Spannung wird in „counts“, die Einheit der Akzelerometer, aufgezeichnet und umgewandelt. Akzelerometer übersetzen somit „Rohdaten“ der Körperbeschleunigung (g) in counts. Durch die „activity counts“ kann unter anderem der Energieumsatz (MET und kcal) berechnet werden, wenn Daten über Gewicht, Größe, Geschlecht und Alter bekannt sind (Ortlieb et al., 2014). „Counts“ werden über einen geräteinternen Algorithmus berechnet und unterscheiden sich je nach Modell. Daher sind Vergleiche zwischen verschiedenen Akzelerometern schwer möglich. Außerdem handelt es sich bei den „Counts“ um abstrakte Werte, die - im Gegensatz zu Schrittzahlen - keinen Bezug zu Alltagsaktivitäten enthalten (Müller et al., 2010). Oftmals werden 100 counts pro Minute als Cut Point bzw. Schwelle zu einer sitzenden Lebensweise definiert (Garatachea, Torres Luque, & Gonzalez Gallego, 2010; Murphy, 2009). Als Ergebnis einer Aktivitätsmessung können aber nicht nur „activity counts“ sondern auch Schrittzahlen (Gangzyklen) gemessen werden (Corder, Brage, & Ekelund, 2007).

Die Platzierung der Akzelerometer ist aufgrund der Messmethodik von entscheidender Bedeutung. Es gibt verschiedene Studien, die sich mit den Platzierungsmöglichkeiten von Akzelerometern befasst haben. Es hat sich herausgestellt, dass die beste Messmethodik an der Hüfte bzw. im unteren Rückenbereich vorliegt, da die Akzelerometer möglichst nahe am Masseschwerpunkt des Körpers liegen sollten (Murphy, 2009; Trost et al., 2005). Akzelerometer sollen nur zum Schlafen und bei Wasseraktivitäten (oft nicht wasserdicht!) abgenommen werden (Arvidsson, Kawakami, Ohlsson, & Sundquist, 2012; Colbert, Matthews, Havighurst, Kim, & Schoeller, 2011; Emaus et al., 2010; Gaba, Kapus, Pelclova, &

Riegerova, 2012; Hansen, Kolle, Dyrstad, Holme, & Anderssen, 2012; Pelclova, Gaba, Tlucakova, & Pospiech, 2012).

Tudor-Locke et al. (2013) haben geschlechts- und altersspezifische Normwerte für die zurückgelegten Schritte/Tag mittels Akzelerometrie untersucht. Dazu werden die Datenergebnisse der NHANES („National Health and Nutrition Examination Survey“) von 1196 Testpersonen, die über 60 Jahre alt sind, aus den Jahren 2005 und 2006 herangezogen. Die NHANES ist entwickelt worden, um den Gesundheits- und Ernährungsstatus von nichtinstitutionalisierten Erwachsenen und Kindern aus den USA festzustellen. Die Datenergebnisse bezüglich Akzelerometrie zeigen, dass Männer zwischen 65 und 69 Jahren die meisten Schritte/Tag (> 9000 Schritte/Tag) und Frauen, die älter als 85 Jahre sind, die wenigsten Schritte/Tag zurücklegen (< 276 Schritte/Tag).

Akzelerometer können Beschleunigungen in verschiedenen Achsen und Bewegungsebenen aufzeichnen. Je nach Akzelerometertyp gibt es uniaxiale (einachsig), biaxiale (zweiachsig) und triaxiale (3 Achsen) Modelle. Am häufigsten werden uniaxiale Akzelerometer verwendet, die nur vertikale Bewegungen messen. Bewegungen, die nur der Oberkörper macht, können von uniaxialen Akzelerometern leider nicht gemessen werden (sofern er an der Hüfte getragen wird). Bewegungen wie Stufensteigen, Gewichtheben oder Radfahren können vom Akzelerometer nicht wahrgenommen werden, da keine horizontalen Bewegungen registriert werden (Garatachea et al., 2010). Es würde sich also eine Kombination mit anderen Möglichkeiten zur Messung von körperlicher Aktivität anbieten. Ein Aktivitätsprotokoll mit Tagebucheintragen könnte ergänzend geführt werden, um eine bestmögliche Erfassung des körperlichen Aktivitätsniveaus gewährleisten zu können. Triaxiale Akzelerometer können Beschleunigung des Körpers in vertikaler, horizontaler und seitlicher Bewegungsrichtung aufzeichnen. Dadurch werden verschiedenste Formen von körperlichen Aktivitäten erkannt. Da sie in der Anschaffung sehr teuer sind, werden sie in Studien mit größeren Stichproben selten bis kaum verwendet (ActiGraph, 2010).

Für die einzelnen Intensitätsstufen müssen sogenannte „cut points“ (Schwellenwerte) definiert werden. Bei der Schwellenwertbestimmung ist die Zielgruppe immer entscheidend. Misst man zum Beispiel das körperliche Aktivitätsniveau bei Kindern und Jugendlichen, müssen höhere Cut Points gewählt werden als bei älteren Personen, da das Aktivitätsniveau in jeder Altersgruppen unterschiedlich ist. Ältere Personen bewegen sich vorwiegend in niedrigeren Intensitäten und führen eher selten intensive körperliche Aktivitäten aus (Murphy, 2009). Diese Bewegungsmuster ergeben sich aus altersbedingten Veränderungen, die in Kapitel 1 nachgelesen werden können. Evenson, Buchner, & Morland (2012) diskutieren die Problematik zur Festlegung der Cut Points bei älteren Personen. Aufgrund altersbedingter

Veränderungen können viele der älteren Personen anstrengende Aktivitäten, die mehr als 6 MET erfordern, nicht mehr bewältigen. Im Durchschnitt liegen moderate Intensitäten für Personen im Alter von 65 - 79 bei 3,2 - 4,7 MET und werden als „etwas schwer“ wahrgenommen. Anstrengende Aktivitäten, die bei 4,8 - 6,7 MET in jener Altersgruppe liegen, werden als „hart“ wahrgenommen. Bei Erwachsenen im Alter von 80 und älter liegen moderate Intensitäten schon bei 2,0 - 2,9 MET und anstrengende Aktivitäten bei 3,0 - 4,3 MET. Zur Entwicklung und Optimierung der Schwellenwerte für die einzelnen Intensitätslevels bei älteren Personen sollten also weitere Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet getätigt werden. Pruitt et al. (2008) haben zum Beispiel eine alternative Möglichkeit zur Bestimmung der Cut Points entwickelt: Sie fordern 93 Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Alter von 70 bis 89 auf, 400 Meter in ihrem üblichen Tempo zu gehen, während sie einen Beschleunigungsmesser an der Hüfte tragen. Nach vier Gehrunden werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nach der wahrgenommenen Anstrengung gefragt. Wenn sie die Intensität als „leicht“ oder „etwas schwer“ empfinden, werden sie gebeten in diesem Tempo weiter zu gehen. Bei einer wahrgenommenen Intensität „schwer“ bis „sehr schwer“ dürfen sie das Gehtempo verlangsamen. Die Cut Points variieren sehr stark und liegen im Bereich von 149 – 3133 Zählungen/Minute (cpm) mit einem gewichteten Durchschnitt von 1456 cpm. Die Autoren weisen also darauf hin, dass individuelle Schwellenwerte effektiver und aussagekräftiger sind als gruppenspezifische Schwellenwerte. Solche individuellen Konzepte sollten bei älteren Menschen mit unterschiedlicher kardiorespiratorischer Fitness viel öfters eingesetzt werden, auch wenn dies einen hohen Zeitaufwand erfordert. Murphy (2009) schildert zusammenfassend die Problematiken der körperlichen Aktivitätsmessung bei älteren Personen:

- Ältere Personen unterscheiden sich von jüngeren Erwachsenen und Kindern in Art und Intensität von körperlichen Aktivitäten. Im Vergleich zu anderen Altersgruppen, verbringen ältere Menschen einen hohen Prozentanteil in niedrigen Intensitäten und einen geringeren Prozentsatz in hochintensiven Aktivitäten. Diese Aktivitätsmuster sind aufgrund von altersbedingten Veränderungen gegeben (Westerterp, 2008).
- Mit zunehmendem Alter ist ein Rückgang im Grundumsatz feststellbar und die fettfreie Masse vermindert sich. Dies kann zu Fehlerberechnungen im Energieverbrauch führen.
- Die Prävalenz an chronischen Erkrankungen steigt mit dem Alter und beeinflusst die körperliche Aktivität.
- Mit zunehmendem Alter können Probleme mit dem Gedächtnis- und Erinnerungsvermögen auftreten. Das Tragen des Akzelerometers wird daher oftmals

vergessen. Trost et al. (2005) entwickelten geeignete Compliance Strategien, die zu einer Einhaltung der Tragebedingungen führen sollen.

AKZELEROMETER (ADL-MONITORE)

„ADL-Monitore kombinieren die Signale mehrerer Beschleunigungssensoren. Sie erlauben die Bestimmung von Körperhaltungen, -positionen und -bewegungen im Alltag, so dass zusätzlich zu den oben beschriebenen Funktionen der Akzelerometrie sitzende und liegende von stehenden Aktivitäten unterschieden werden können“ (Müller et al., 2010, S. 13). Je mehr Sensoren eingesetzt werden, umso genauer ist die Aktivitätsmessung bei gleichzeitiger Einschränkung des Trägers bzw. der Trägerin bei Alltagsaktivitäten. ADL-Monitore unterscheiden sich wie Beschleunigungssensoren hinsichtlich der Messparameter. Sie können Alltagsaktivitäten über Schrittzahlen, Frequenz, Dauer und prozentuale Verteilung von Körperhaltungen beschreiben sowie zusätzlich den Energieverbrauch bestimmen. Allerdings sind hierbei 5 kabelverbundene Sensoren von Nöten (Müller et al., 2010).

HERZFREQUENZMONITORING

Herzfrequenzmonitore liefern zuverlässige Messungen über einen längeren Zeitraum und ermöglichen die Beurteilung des Herzkreislaufsystems. Der lineare Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme ist bei geringen Intensitäten jedoch nicht sehr konstant. In Ruhe bzw. bei leichter körperlicher Belastung gibt es auch andere Faktoren wie psychologische oder umweltbedingte Stresssituationen, Koffeinkonsum oder Medikamenteneinnahme, die einen signifikanten Einfluss auf das Herzfrequenzverhalten haben (Sirard & Pate, 2001). Ein kombiniertes Aktivitätsmonitoring mit Akzelerometern und Herzfrequenzmonitoren wird empfohlen, um die Limitierungen beider Methoden zu kompensieren.

3.1.4 GEGENÜBERSTELLUNG DER EINZELNEN METHODEN ZUR KÖRPERLICHEN AKTIVITÄTSBESTIMMUNG

Für die Erfassung der körperlichen Aktivität bei älteren Personen stehen mehrere Methoden zur Auswahl. Etablierte Verfahren wie die DLW- Methode, die Kalorimetrie sowie die direkte Beobachtung sind für die Erfassung von Alltagsaktivitäten weniger geeignet, da sie aufgrund der hohen Kosten und des Aufwands nicht praktikabel sind, vor allem bei größeren ProbandInnengruppen. Subjektive Methoden haben den entscheidenden Vorteil, dass sie nicht teuer sind. Dafür sind sie anfällig für recall bias. Objektive Verfahren stellen somit eine gute Alternative dar. Der finanzielle Aufwand beim Einsatz von Pedometern, Akzelerometern und ADL- Monitoren steigt zwar im Vergleich zu Interviews und Fragebogenerhebungen an, dafür können aussagekräftigere und präzisere Aktivitätsmessungen gewonnen werden. Demzufolge kommen für ältere Personen vorwiegend Schrittzähler und Akzelerometer infrage, da vor allem das Spaziergehen und die Bewegung mit geringen Intensitäten in jener Altersgruppe im Vordergrund stehen. In Tabelle 14 werden im Überblick die körperlichen Aktivitätsmessungen mit ihren Vor- und Nachteilen gegenübergestellt:

METHODE	VORTEILE	NACHTEILE
Laborbasierte Methoden (DLW, IK & direkte Beobachtung)	sehr präzise „Goldstandards“ zur körperlichen Aktivitätsmessung	hohe Kosten & hoher Aufwand
Subjektive Verfahren (Fragebögen, Interviews, Tagebücher)	geringe Kosten geringer zeitlicher Aufwand	weniger präzise anfällig für recall bias (Erinnerungsverzerrungen)
Objektive Verfahren (Schrittzähler, Beschleunigungssensoren, ADL-Monitore, Herzfrequenzmonitore)	präziser und aussagekräftiger als subjektive Methoden → Erfassung des körperlichen Aktivitätsverhalten (Bestimmung der Schritte, des Energieverbrauchs sowie Auskünfte über Umfang, Häufigkeit, Dauer und Intensität)	mehr Kosten & höherer Aufwand Einschränkungen im Alltag möglich (je nach Gerät/Modell) Einhalten der Tragebedingungen

Tabelle 14: Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden zur körperlichen Aktivitätsbestimmung

Welche Verfahren schlussendlich zum Einsatz kommen, hängen primär von der Untersuchungsstichprobe, den vorhandenen finanziellen Möglichkeiten sowie vom Forschungsinteresse ab. Für eine möglichst präzise Erhebung wäre eine Kombination mehrerer Verfahren sinnvoll, um die Nachteile einzelner Methoden zu kompensieren.

3.2 METHODEN ZUR BESTIMMUNG DER MUSKELMASSE, MUSKELKRAFT UND MUSKELFUNKTION BEI ÄLTEREN PERSONEN

Aufgrund der Tatsache, dass durch den fortschreitenden Alterungsprozess Abbauprozesse in der Muskulatur stattfinden und in weiterer Folge ein Verlust an Muskelmasse, Muskelkraft sowie Muskelfunktion gegeben ist, ist die Diagnose der Sarkopenie vor allem bei älteren Personen besonders wichtig. Für die Ermittlung dieser drei Diagnosekriterien kommen unterschiedlichste Methoden zum Einsatz, die sowohl im klinischen Setting als auch in der Forschung Anwendung finden. Ob sich die Methoden eher für die klinische Praxis oder für die Forschung eignen, hängen oftmals von den Kosten, der Verfügbarkeit sowie der Einfachheit der Anwendung ab (Cruz-Jentoft et al., 2010). Es gibt eine Vielzahl von Methoden, die zur Beurteilung der Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion verwendet werden. Im nachfolgenden Kapitel werden die einzelnen Methoden zur Diagnose von Sarkopenie beschrieben, gegenübergestellt und in Hinblick auf deren Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit überprüft.

3.2.1 RELIABILITÄTS- UND VALIDITÄTSPRÜFUNG

Die „*Reliabilität*“ bezieht sich auf die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Testergebnisse. Sie gibt an, wie stark bestimmte Messwerte durch Störvariablen und Messfehler beeinträchtigt sind. Sie werden in der Regel durch Korrelationen berechnet. Bei einer vollkommen reliablen Messung gibt es keine Messfehler. Das Maß ist der Reliabilitätskoeffizient (r) und definiert sich aus der Korrelation von zwei Untersuchungen. Die Reliabilität lässt sich durch eine Untersuchungswiederholung (Retest-Methode) oder eine andere, gleichwertige Untersuchung ermitteln (Paralleltest-Methode). Beim Retest wird derselbe Test derselben Testperson ein zweites Mal unter möglichst identen Bedingungen durchgeführt. Bei der Parallelmethode werden mit derselben Testperson zwei Tests in einem kurzen zeitlichen Abstand praktiziert. Im Unterschied zur Retest-Methode handelt es sich beim zweiten Test nicht um denselben, sondern um einen ähnlichen Test, der dasselbe Konstrukt misst. Weiters wird in der Literatur zwischen Interraterreliabilität und

Intraraterreliabilität unterschieden. Die Interraterreliabilität beschreibt das Ausmaß an Übereinstimmung verschiedener Beobachter, d.h. wenn unterschiedliche Beobachter, die die Messungen unabhängig voneinander vornehmen, unter gleichen Bedingungen zu den gleichen Ergebnissen gelangen. Die Korrelation der Testergebnisse können bei ordinalskalierten oder nicht normalverteilten Variablen mithilfe des Spearmanschen Rangkorrelationskoeffizienten und bei intervallskalierten, normalverteilten Variablen mithilfe des Pearsonschen Korrelationskoeffizienten bestimmt werden. Die Intraraterreliabilität beschreibt das Ausmaß an Übereinstimmung desselben Beobachters zu verschiedenen Zeitpunkten. Das dazugehörige Maß ist der Intraklassen-Korrelationskoeffizient (ICC) (Albers, Klapper, Konradt, Walter, & Wolf, 2007). Beide statistischen Verfahren (Pearson-Korrelation & ICC) werden oft dazu verwendet, um die Beziehung zwischen zwei Variablen zu messen. Die Skala reicht von -1 bis 1. Wenn der Pearson Wert Null ist, gibt es keine Korrelation zwischen den Variablen. Ein negativer Pearson-Wert bezieht sich auf eine umgekehrte Beziehung zwischen den Variablen, wobei ein positiver Wert für eine direkte Beziehung gelten kann (Stark, Walker, Phillips, Fejer, & Beck, 2011). Willimczik (1983) schlägt folgende Richtwerte für die Beurteilung des Korrelationskoeffizienten vor: $r = 0$ kein Zusammenhang; $0 < r \leq 0,4$ niedriger Zusammenhang; $0,4 < r \leq 0,7$ mittlerer Zusammenhang; $0,7 < r \leq 1,0$ hoher Zusammenhang; $r = 1$ vollständiger Zusammenhang. Ein ICC-Wert $< 0,50$ deutet auf eine schlechte Zuverlässigkeit, $0,50 - 0,75$ moderate Zuverlässigkeit und $> 0,75$ gute Zuverlässigkeit hin (Cohen, 1988).

Die „Validität“ bezieht sich auf die Gültigkeit einer Messung. Sie gibt den Grad der Genauigkeit an, mit dem ein Messverfahren das erfasst, was es erfassen soll. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen „Konstruktvalidität“ und „Kriteriumsvalidität“. Bei der Kriteriumsvalidität bzw. Übereinstimmungsvalidität geht es um die Übereinstimmung eines Messinstruments mit anderen relevanten Merkmalen (Außenkriterien). Ein gutes Beispiel hierfür ist der Schulleistungstest. Als Außenkriterium wird das Lehrerurteil herangezogen. Die Korrelation lässt sich zwischen dem Testergebnis und dem Außenkriterium (Lehrerurteil) berechnen. Ein typisches Beispiel für Konstruktvalidität stellt ein Intelligenztest dar. Es ist wichtig, dass der Intelligenztest wirklich das Konstrukt „Intelligenz“ und nicht zum Beispiel das Konstrukt „Konzentration“ misst (Albers et al., 2007). Aber nicht nur die Gütekriterien Validität und Reliabilität sind bei Testverfahren zu beachten, sondern auch die Durchführbarkeit. Darunter fallen die Kosten, der organisatorischer Aufwand und die Praktikabilität (Weineck, 2009).

3.2.2 METHODEN ZUR BESTIMMUNG DER MUSKELMASSE

Eine Vielzahl von Techniken kann verwendet werden, um die Muskelmasse zu beurteilen (Heymsfield, Adamek, Gonzalez, Jia, & Thomas, 2014). Je nach Kosten, Verfügbarkeit und Benutzerfreundlichkeit eignen sich die Techniken eher für die klinische Praxis oder für die Forschung.

3.2.2.1 COMPUTER- UND MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE

Eine exakte Erfassung der Muskelmasse bieten bildgebende Verfahren wie die Computertomographie oder die Magnetresonanztomographie (Janssen & Ross, 2005).

Sie gelten als „Goldstandards“ zur Abschätzung der Muskelmasse und finden in der Forschung eher Anwendung als in der klinischen Praxis. Beide Methoden können genaue morphologische Abbildungen von unterschiedlichen Geweben wie Fett, Haut, Knochen, innere Organe und Muskeln liefern. Aufgrund der hohen Kosten, des begrenzten Zuganges sowie der Strahlenbelastungen (gilt nur für CT) werden Ganzkörperbildgebungsverfahren in der klinischen Praxis nicht so oft verwendet (Cruz-Jentoft et al., 2010). Die Computertomographie kann die Muskelquerschnittsfläche und die Muskelqualität (z.B. Fettinfiltration in den Muskeln) bestimmen. Mit der Magnetresonanz kann ebenso die Muskelquerschnittsfläche und das Muskelvolumen beurteilt werden (Cawthon, 2015). In vielen Studien konnte eine ausgezeichnete Reliabilität und Validität festgestellt werden (Chen et al., 2007; Engstrom, Loeb, Reid, Forrest, & Avruch, 1991; Mitsiopoulos et al., 1998; Sipila & Suominen, 1996; Strandberg, Wretling, Wredmark, & Shalabi, 2010; Visser, Fuerst, Lang, Salamone, & Harris, 1999).

3.2.2.2 DUAL-RÖNGTEN-ABSORPTIOMETRIE

Eine der gängigsten Methoden, um die Muskelmasse abzuschätzen ist die Ganzkörper-Doppelenergie-Röntgenstrahl- Methode (DXA). Sie wird sowohl in der Forschung als auch in der klinischen Praxis angewendet. Die DEXA wird mit einem speziellen Röntgengerät (sehr niedrige Strahlendosis) durchgeführt. Wenn man Röntgenstrahlen verschiedener Energie durch den Körper schickt, kann anhand des Abschwächungsmusters Fett, Knochen und Magermasse voneinander unterschieden und quantifiziert werden. Die Strahlung verliert beim Durchdringen des Körpers unterschiedlich viel Energie (abhängig von der Gewebeart). Die Vorteile der DXA Methode beinhalten eine minimale Strahlenbelastung, geringere Kosten und leichtere Verfügbarkeit verglichen mit MRT und CT Verfahren (Chen et al., 2007). Neben der Erfassung von den drei Kompartimenten „Fettmasse, Knochenmasse und

fettfreies Weichteilgewebe“ hat die DXA den Vorteil, dass sie Informationen über die regionale Körperzusammensetzung in Armen, Beinen und im Rumpf liefern kann, wenn auch mit geringerer Präzision (Schindler & Ludvik, 2004). Die DXA schätzt die Gesamtmenge an Magermasse, misst die Muskelmasse aber nicht direkt. Die appendikuläre Magermasse (ALM), die von der DXA bestimmt werden kann, stellt die Summe der Magermasse in den Armen und Beinen dar (Cawthon, 2015). Unter der Annahme, dass die Extremitäten 75% der Gesamtmuskelmasse beinhalten, kann man die Gesamtmuskelmasse mittels DXA gut errechnen (Mijnarends et al., 2013). Die Genauigkeit der Methode hängt von mehreren Faktoren ab wie zum Beispiel von Umfang und Größe der Testperson, von der Kalibrierung des Geräts, vom Gerätemodell und der Software Version. Weitere Einflüsse auf das Messergebnis stellt der Hydratationszustand der Testperson dar. Dies sollte vor allem bei Kindern, alten Menschen und Kranken berücksichtigt werden (Schindler & Ludvik, 2004). Der größte Nachteil der DXA Methode (ebenso wie bei MRT und CT) ist, dass das Gerät nicht tragbar ist und daher in großen epidemiologischen Untersuchungen nicht so häufig verwendet wird (Chien, Huang, & Wu, 2008). In früheren Studien konnte nachgewiesen werden, dass die DXA Methode sehr gut mit bildgebenden Verfahren (MRT, CT) korreliert ($r > 0,91$) (Chen et al., 2007; Glickman, Marn, Supiano, & Dengel, 2004; Kim, Wang, Heymsfield, Baumgartner, & Gallagher, 2002; Shih, Wang, Heo, Wang, & Heymsfield, 2000; Visser et al., 1999).

3.2.2.3 DIE BIOELEKTRISCHE IMPEDANZANALYSE

Die Bioimpedanzanalyse (BIA) ist eine weitere Methode zur Bestimmung der Körperzusammensetzung und kann das Volumen von Fett und fettfreier Körpermasse bestimmen. Dabei handelt es sich um eine elektrische Widerstandsmessung des menschlichen Körpers. Über je zwei Elektroden an Hand und Fuß wird mittels eines Impedanzanalysegeräts ein schwaches, nicht spürbares Stromfeld im Körper erzeugt und ein Spannungsabfall im Gewebe gemessen werden. Dabei werden zwei unterschiedliche Widerstände gemessen: Einerseits der Wasserwiderstand (R) und andererseits der Zellwiderstand (X_c). Aus dem Wasserwiderstand R werden das Gesamtkörperwasser (TBW), die fettfreie Masse (FFM) und das Körperfett bestimmt. Die fettfreie Masse besteht aus der Körperzellmasse (BCM) und der extrazellulären Masse (ECM). Der Spannungsabfall ist in flüssigkeitsreichen Geweben gering (guter Leiter, geringer Widerstand), im Fettgewebe und Knochen hoch. Da Knochen und Fett nicht gut leiten (hoher Widerstand), entspricht das leitfähige Volumen dem Gesamtkörperwasser. Mit der BIA Messung können somit Körperwasser, Körperfett (in Kilogramm und Prozent) sowie die Muskel- und Organmasse

(BCM) bestimmt werden. Mit dem Zellwiderstand X_c kann man die Muskel- und Organmasse bzw. Körperzellmasse (BCM) des Körpers bestimmen. Sie ist eine Teilkomponente der fettfreien Masse. Die BCM ist eine zentrale Größe bei der Beurteilung des Ernährungszustandes einer Person, da sämtliche Stoffwechsellarbeiten des Organismus innerhalb der Zellen der BCM geleistet werden (Data-Input GmbH, 2014). Bei einer ausgeprägten Adipositas (Fettleibigkeit) hat der Körperstamm (Rumpf) einen größeren Anteil am Körpergewicht, der Rumpf trägt jedoch wesentlich geringer als die Extremitäten zur Ganzkörperimpedanz bei, weshalb die Fettmasse oftmals unterschätzt wird (Schindler & Ludvik, 2004). Die BIA stellt eine gute Alternative zur DXA dar und ist eine reliable (ICC = 0,77- 0,95) und valide ($r = 0,83 - 0,92$) Methode zur Bestimmung der Muskelmasse bei Europäern, Hispanics und Afroamerikanern (Janssen, Heymsfield, Baumgartner, & Ross, 2000). Roubenoff et al. (1997) haben beispielsweise in ihrer Studie gezeigt, dass die BIA im Gegensatz zur DXA eine weitere zuverlässige und anerkannte Methode zur Bestimmung der Körperzusammensetzung darstellt. Die BIA kann bei allen Altersgruppen durchgeführt werden. Es gibt keine Erkrankungen, die eine absolute Kontraindikation darstellen. Das bei der Messung induzierte Stromfeld stellt lediglich bei implantierten Herzschrittmachern ein Problem dar und daher sollte bei jenen Leuten keine BIA durchgeführt werden (Kyle et al., 2004; National Strength and Conditioning Association, 2012).

3.2.2.4 ULTRASONOGRAPHIE

Die Ultraschalluntersuchungsmethode gewinnt zunehmend an Bedeutung zur Bestimmung der Skelettmuskelmasse sowohl in der Klinik als auch in der Forschung. Sie liefert unter anderem auch zusätzliche Informationen zur Muskelqualität (Heymsfield et al., 2014). Reeves, Maganaris, & Narici (2004) überprüften in ihrer Studie beispielsweise die Zuverlässigkeit ($r = 0,998$) der Ultraschallsonographie und verglichen die Gültigkeit mit der MRT ($r = 0,999$). Aufgrund der kleinen Stichprobengröße sind jene Ergebnisse jedoch nicht repräsentativ. Mehrere Studien legen nahe, dass die Ultraschallsonographie zuverlässig, reproduzierbar und genau ist (Reeves et al., 2004; Sipila & Suominen, 1996; Wagner, 2013). Die größten Einschränkungen scheinen der Mangel an Standardisierung für die Messtechnik und Ergebnisse zu sein, die in hohem Maße vom Können des Untersuchers bzw. der Untersucherin abhängen. Neue Ultraschallgeräten, die speziell für die Bestimmung der Körperzusammensetzung konstruiert werden, könnten helfen, diese Einschränkungen zu minimieren (Wagner, 2013). In Tabelle 16 werden zur besseren Veranschaulichung

nochmals alle Methoden zur Bestimmung der Muskelmasse hinsichtlich der Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit verglichen.

Tabelle 15: Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Muskelmasse hinsichtlich Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit.

METHODE	RELIABILITÄT	VALIDITÄT	VERGLEICHSMETHODE	DURCHFÜHRBARKEIT	LITERATUR
MRT	ICC= 0,95 - 0,99	r > 0,91	DXA	sehr hohe Kosten begrenzter Zugang nicht tragbar in Forschung	Chen et al. (2007); Engstrom et al. (1991); Mitsiopoulos et al. (1998)
CT	ICC = 0,95 – 1,00	r > 0,83	DXA, Ultrasonographie	sehr hohe Kosten begrenzter Zugang nicht tragbar nur in Forschung	Sipila & Suominen et al. (1996); Chen et al. (2007); Strandberg et al. (2010); Visser et al. (1999); Engstrom et al. (1991)
BIA	ICC = 0,77- 0,95	r = 0,83 - 0,92 r = 0,86	DXA MRT	geringe Kosten tragbar in Klinik und Forschung	Janssen et al. (2000); Roubenoff et al. (1997); Rech, Cordeiro, Petroski, and Vasconcelos (2008); Deurenberg, Kusters, & Smit (1990); Kyle et al. (2001); Dey, Bosaeus, Lissner, & Steen (2003); Buckinx et al. (2015); Ling et al. (2011)
DXA	ICC= 0,89 – 0,97	r > 0,91	MRT, CT	höhere Kosten nicht tragbar in Klinik und Forschung	Roubenoff et al. (1997); Visser et al. (1999); Glickman et al. (2004); Kim et al. (2002); Shih et al. (2000); Chen et al. (2007)
Ultrasono- graphie	ICC = 0,99	r > 0,83 r = 0,99	CT MRT	höhere Kosten tragbar in Klinik und Forschung	Sipila & Suominen et al. (1996); Reeves et al. (2004); Wagner (2013)

3.2.3 METHODEN ZUR BESTIMMUNG DER MUSKELKRAFT

3.2.3.1 ISOKINETISCHE DYNAMOMETER

Jede Art von Bewegung erfordert ein bestimmtes Maß an Muskelkraft. Bei der Muskelkraft handelt es sich um das Ausmaß der Krafterzeugung, die ein Muskel bzw. eine Muskelgruppe maximal hervorbringen kann. Sie dient dazu Widerstände zu überwinden, zu halten und ihnen nachzugeben. Die Muskelleistung hingegen ist die vom Muskel verrichtete Arbeit, die pro Zeitintervall verbraucht wird. Bei gesunden älteren Menschen geht die Muskelleistung schneller verloren als die Muskelkraft. Beide sind wichtig, die Muskelleistung beeinflusst eher bestimmte funktionelle Aktivitäten (Bean et al., 2002a; Foldvari et al., 2000; Suzuki, Bean, & Fielding, 2001). Die Fähigkeit des Muskels, Kraft zu erzeugen, kann in unterschiedlichster Weise überprüft werden. Sie kann zum Beispiel isometrisch oder isokinetisch gemessen werden. Bei der isometrischen Kraftmessung wird in einer vorher festgelegten Gelenkstellung mit maximaler Anspannung gegen einen unbeweglichen Lastarm gedrückt. Dabei kann die aufgewendete Kraft ermittelt werden. Hingegen wird bei der isokinetischen Messung der Lastarm mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit bewegt, während mit maximaler Kraftanstrengung in dieselbe Richtung gearbeitet wird. Somit kann in jeder beliebigen Gelenkstellung beurteilt werden wie viel Kraft aufgewendet werden kann. Die isokinetische Messung bietet daher eine genauere Reflexion der Muskelfunktion bei Alltagsaktivitäten (Feiring, Ellenbecker, & Derscheid, 1990).

Isokinetische Dynamometer sind computergesteuerte Maschinen (z.B. Biodex, Cybex), die in der Lage sind, die isometrische Muskelkraft bei verschiedenen Winkelpositionen sowie die isokinetische Muskelkraft (konzentrisch oder exzentrisch) in einem großen Bereich von Winkelgeschwindigkeiten zu messen (Stark et al., 2011). Mit isokinetischen Geräten kann unter anderem das maximale Drehmoment („peak torque“) eines Gelenks festgestellt werden. Meistens wird das Kniegelenk getestet. Das maximale Drehmoment am Knie stellt die maximale Menge an Kraft dar, die aufgewendet werden muss, um die Muskeln, die auf das Kniegelenk wirken, zu strecken oder zu beugen. Das Drehmoment stellt das Produkt aus Kraft x Weg dar. Die Kraft stellt wiederum das Produkt aus Masse x Beschleunigung dar. Das maximale Drehmoment kann über Bewegungsgeschwindigkeiten und Kniegelenkwinkels berechnet werden. Maximale Drehmomente korrelieren stark mit der Muskelmasse, der allgemeinen Körperkraft und der isometrischen Kraft (Gaines & Talbot, 1999). Isokinetische Muskelkrafttests gelten als Goldstandards zur Bestimmung der Muskelkraft und werden daher häufig mit anderen Methoden zur Messung der Muskelkraft verglichen. Die ICC Werte zeigten eine hohe bis sehr hohe Reproduzierbarkeit für

isometrische, konzentrische und exzentrische Spitzendrehmomente (ICC= 0,88 - 0,92) (Martin et al., 2006; Reed et al., 1993). Ein großer Nachteil an isokinetischen Geräten sind die hohen Kosten. Ebenso sind sie schwer zugänglich (spezielles Equipment) und bei älteren Patienten kann es zu Problemen mit der Handhabung (Zusammenarbeit, richtige Ausführung, etc.) kommen. Isokinetische Messtechniken eignen sich eher für Forschungsstudien als für die klinische Praxis (Abizanda et al., 2012; Cruz-Jentoft et al., 2010). Mehrere Studien haben unterschiedliche isokinetische Dynamometer (Biodex und Cybex) miteinander verglichen ($r = 0,78 - 0,93$). (de Araujo Ribeiro Alvares et al., 2015; Dolny, Collins, Wilson, Germann, & Davis, 2001; Orri & Darden, 2008; Suzuki et al., 2001).

3.2.3.2 TRAGBARE DYNAMOMETER

Eine zuverlässige und gültige Methode zur Muskelkraft stellt der tragbare Dynamometer bzw. Kraftmesser („hand-held dynamometer“, HHD) dar. Jene Methode wurde in zahlreichen Studien überprüft (Abizanda et al., 2012; Arnold, Warkentin, Chilibeck, & Magnus, 2010; Bohannon, 1998; Hamilton, McDonald, & Chenier, 1992; Li et al., 2006; Martin et al., 2006; Ottenbacher et al., 2002; Peolsson, Hedlund, & Oberg, 2001; Reed et al., 1993; Sullivan, Chesley, Hebert, McFaull, & Scullion, 1988; Vermeulen et al., 2015; Wang & Chen, 2010; Wang, Olson, & Protas, 2002). Die Handgriffkraft sowie die Knöchel-, Ellenbogen-, Hüft- und Kniestärke können mit solchen Dynamometern gemessen werden. Dynamometer sind praktische Geräte, die zwischen der Hand des Untersuchers bzw. der Untersucherin und getestetem Teil der Versuchsperson platziert werden, ähnlich wie bei einem manuellen Muskelfunktionstest. Im Gegensatz zu manuellen Muskeltests, bieten sie eine quantifizierte Messung der Muskelkraft. Aufgrund der geringen Kosten, hohen Praktikabilität und Benutzerfreundlichkeit werden sie in der klinischen Praxis oft eingesetzt und als Alternative für isokinetische Geräte verwendet (Stark et al., 2011). Tragbare Dynamometer zählen zwar nicht wie isokinetische Dynamometer zu den Goldstandards zur Bestimmung der Muskelkraft, dafür sind sie einfacher zu bedienen und werden oft in großen Langzeitstudien bei älteren Personen eingesetzt (Abizanda et al., 2012).

Martin et al. (2006) untersuchten ob die HHD eine günstige Methode zur Überprüfung der Oberschenkel-Muskelkraft bei gesunden älteren Menschen darstellt. Die Muskelkraft in den Beinen ist eine wichtige Determinante der körperlichen Funktion bei älteren Menschen. Daher wurde ein Protokoll eines neuartigen, vielseitigen HHD entwickelt, um die Oberschenkel-Muskelkraft mit dem Biodex Dynamometer zu vergleichen. Beide Methoden zeigten eine gute Korrelation ($r = 0,91$). Eine weitere Studie von Arnold et al. (2010) haben die Nützlichkeit von HHD für Muskelgruppen der Kniestreckung ausgewertet. Der Zweck

dieser Studie war es, die Zuverlässigkeit und Gültigkeit der HHD an der Hüfte, am Knie und am Knöchel zu bewerten und die HHD Ergebnisse mit anderen isometrischen Dynamometern bei älteren Erwachsenen zu vergleichen. Die HHD zeigte eine gute Intrarater- und Interrater-Reliabilität für die isometrische Kraft an der Hüfte und am Knie, war aber kein zuverlässiges Maß für die Bestimmung der Muskelkraft am Knöchel. Verglichen mit anderen Dynamometern zeigten die HHD mäßig bis hohe Korrelationswerte im Vergleich zu anderen Dynamometern ($r = 0,57 - 0,86$). Die Autoren halten somit fest, dass die HHD dennoch ein reliables und valides Bewertungsinstrument zur Messung der Muskelkraft an der Hüfte und am Knie bei älteren Erwachsenen darstellen.

Wang et al. (2002) haben zum Beispiel die Muskelkraft der unteren Extremität mit tragbaren Dynamometern hinsichtlich der Reliabilität überprüft ($ICC > 0,95$). Folgende Muskelgruppen sind dabei getestet worden: Hüftbeuger, -strecker und -abduktoren, Kniestrecker und -beuger sowie Dorsalflexion, Inversion und Eversion am Fußgelenk. Ottenbacher et al. (2002) untersuchten wiederum die Muskelkraft der oberen und unteren Extremität hinsichtlich ihrer Reliabilität ($ICC > 0,79 - 0,86$). Getestet wurden Hüftbeugung, Kniestreckung, Hüftabduktion sowie Schulterabduktion (Arm zur Seite, Arm ausgestreckt). Der niedrigste ICC Wert (0,79) konnte bei der Schulterabduktion mit ausgestrecktem Arm festgestellt werden. Weitere Methoden zur Überprüfung der Muskelkraft der oberen und unteren Extremität stellt die Bestimmung des 1-RM (1-Wiederholungsmaximum) an der Beinpress- oder Kniestreckmaschine bzw. an der Brustpressmaschine dar. Verdijk, van Loon, Meijer, & Savelberg (2009) untersuchten in ihrer Studie 1-RM Tests an Beinpress- und Kniestreckmaschinen. Zusätzlich wurden isometrische (7 verschiedene Kniewinkel) und isokinetische Spitzendrehmomente der Kniestrecker bestimmt. Die 1-RM Tests korrelierten stark mit den Dynamometer Ergebnissen. Dabei korrelierte das 1-RM an der Kniestreckmaschine stärker mit den Spitzendrehmomenten als an der Beinpresse ($r = 0,78 - 0,88$ vs. $r = 0,72 - 0,77$). 1-RM-Tests stellen also auch eine gültige Methode dar, um die Beinmuskelkraft zu bewerten. LeBrasseur, Bhasin, Miciek, & Storer (2008) konnten weiters eine exzellente Test- Retest Reliabilität an 1-RM Tests feststellen ($ICC > 0,90$). Diese Art der Messung ist jedoch für ältere Menschen, Hypertoniker oder Herzpatienten nicht empfehlenswert, da maximale Anstrengungen erforderlich sind und Pressatmungen stattfinden (Gaines & Talbot, 1999).

Die Überprüfung der Handgriffkraft gibt Rückschlüsse auf die Fähigkeit zur Durchführung von Alltagsaktivitäten und ist kostengünstig, benutzerfreundlich sowie leicht verfügbar. Es muss jedoch beachtet werden, dass Faktoren, die nicht mit der Muskelkraft in Verbindung stehen, wie Motivation oder Kognition, eine korrekte Messung der Handgriffkraft beeinflussen

können. Die isometrische Handgriffkraftmessung korreliert stark mit der Muskelkraft der unteren Extremität, der Beinstreckkraft und der Wadenmuskelquerschnittfläche (Lauretani et al., 2003). Eine geringe Handgriffkraftstärke ist ein klinischer Marker für Mobilitätseinschränkungen und bietet teilweise eine bessere Prognose als eine geringe Muskelmasse (Sallinen et al., 2010). Samuel & Rowe (2012) untersuchten in ihrer Studie den Zusammenhang zwischen der Greifkraft und der Kraft in den unteren Extremitäten bei älteren Personen. Die maximalen Drehmomente („peak torque“) von Beugern und Streckern im Knie- und Hüftgelenk korrelieren signifikant mit der Handgriffkraftstärke und der Korrelationskoeffizient liegt zwischen 0,56 und 0,78, wobei die Korrelationen von Griffstärke mit dem maximalen Drehmoment im Kniegelenk am höchsten sind. Die Autoren argumentieren weiters, dass die Handgriffstärke als Prädiktor für die allgemeine Muskelkraft bei gesunden älteren Personen jedoch als nicht gerechtfertigt gilt, da die Kraft in den unteren Extremitäten noch relevanter als die Kraft in den oberen Extremitäten ist und daher für funktionelle Alltagsaktivitäten wichtiger erscheint.

Roberts et al. (2011) halten fest, dass der „Jamar“ Handdynamometer der meist verwendete Dynamometer ist und als Goldstandard innerhalb der Handgriffkraftmessung gesehen wird. Peolsson et al. (2001) haben die Intra- und Interrater-Reliabilität des „Jamar“ Handdynamometers überprüft (ICC= 0,85 – 0,98). Er ist klein, leicht transportabel und verfügt über fünf Griffpositionen. Roberts et al. (2011) halten weiters fest, dass in den meisten Studien die linke und rechte Hand zur Kraftmessung herangezogen worden sind. Die genauen Werte der Handgriffkraftmessung werden vom Messprotokoll beeinflusst. Die amerikanische Gesellschaft der Handtherapeuten (ASHT) hat ein standardisiertes Testprotokoll zur Handgriffkraftmessung definiert, um möglichst gleiche Testbedingungen gewährleisten zu können. Da trotz des standardisierten Messprotokolls in vielen epidemiologischen Studien unterschiedliche Protokolle verwendet werden (z.B. Uneinigkeiten in der Anzahl an Versuchen und in der Auswahl von maximalen Handgriffkraftwerten oder Mittelwerten), können nur limitiert Studien miteinander verglichen werden (Roberts et al., 2011). In Tabelle 17 sind im Überblick die Methoden zur Muskelkraft hinsichtlich ihrer Gütekriterien dargestellt.

Tabelle 16: Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Muskelkraft hinsichtlich der Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit

METHODE	RELIABILITÄT	VALIDITÄT	VERGLEICHSMETHODE	DURCHFÜHRBARKEIT	LITERATUR
Tragbare Dynamometer (isometrische Muskelkraft)	<u>UE:</u> - Knie: ICC = 0,97 - 0,99	r = 0,91	isokinetische Dynamometer- Biodex (Knie)	tragbar geringe Kosten in Forschung und Klinik praktikabel	Abizanda et al. (2012); Bohannon (1998); Reed et al. (1993); Wang et al. (2002); Wang & Chen (2010); Martin et al. (2006); Arnold et al. (2010); Peolsson et al. (2001); Ottenbacher et al. (2002); Li et al. (2006); Vermeulen et al. (2015); Hamilton et al. (1992); Sullivan (1998)
	- Hüfte: ICC = 0,94 - 0,98	r = 0,57 - 0,86	andere isometrische Dynamometer (Knie Hüfte, Knöchel)		
	- Knöchel: ICC = 0,95 - 0,98	r = 0,60 - 0,93	isokinetische Dynamometer (Knöchel)		
	<u>OE:</u> - Hand: ICC = 0,85 - 0,98	r = 0,71	Vergleich Jamar Handdynamometer mit Vigorimeter		
		r = 0,75	Vergleich Jamar Dynamometer mit Blutdruckmessgerät		
	- Ellbogen: ICC= 0,98	r = 0,84	isokinetische Dynamometer		
	- Schulter: ICC = 0,79 - 0,90	r = 0,52 - 0,78	isokinetische Dynamometer		

1-RM- Tests (Beinpresse, Brustpresse)	ICC > 0,90	r > 0,72	Isometrische und isokinetische Dynamometer	nicht tragbar hohe Kosten nur in Forschung	LeBrasseur et al. (2008); Verdijk et al. (2009)
------------------------------------------------------	------------	----------	--------------------------------------------------	--------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

3.2.4 METHODEN ZUR BESTIMMUNG DER MUSKELFUNKTION

Zur Überprüfung der Muskelfunktion liegen ebenso Daten zur Reliabilität und Validität vor. Methoden zur Bestimmung der Muskelfunktion messen entweder Einzelleistungen wie Gehgeschwindigkeit oder Balancefähigkeit, andere messen wiederum mehrere Komponenten der Muskelfunktion mittels Testbatterien. In Kapitel 3.2.5 werden 3 bekannte Testbatterien, die speziell für ältere Personen entwickelt wurden, vorgestellt. Im folgenden Abschnitt werden nun die meist verwendeten Methoden zur Muskelfunktionsüberprüfung vorgestellt.

3.2.4.1 GEHGESCHWINDIGKEIT

Die maximale Gehgeschwindigkeit wird berechnet, indem die Testperson eine Gehstrecke (festgelegte Meter) möglichst rasch zurücklegt. Die Gehgeschwindigkeit wird in Meter pro Sekunde (m/s) angegeben. Die ICC- Werte liegen in mehreren Studien zwischen 0,90 – 0,96. Die Korrelationskoeffizienten zur Validität variieren von 0,74- 0,93. Dabei wird die Gehgeschwindigkeit mit der „Short Physical Performance Battery“ (SPPB), der 400-m Gehleistung, der „Berg Balance Scale“ (BBS) sowie mit dem „Timed Up and Go“ Test (TUG) verglichen (Guralnik et al., 2000; Guralnik et al., 1994; Hoeymans, Wouters, Feskens, van den Bos, & Kromhout, 1997; Kim et al., 2009; Malmberg et al., 2002; Ostchega et al., 2000; Rolland et al., 2004; Sayers, Guralnik, Newman, Brach, & Fielding, 2006).

Cesari et al. (2009) bestätigen die Bedeutung der Ganggeschwindigkeit als Prädiktor für unerwünschte Ereignisse (schwere Mobilitätseinschränkungen, Mortalität), aber weisen auch darauf hin, dass andere Tests zur unteren Extremität (Balancetest, Chair- Rising Test) vergleichbare prognostische Bedeutung haben können. Die Bestimmung der Gehgeschwindigkeit variiert von 2- Meter bis 1-Kilometer-Strecken. Die Überprüfung der Gehgeschwindigkeit scheint eine nützliche Methode aufgrund der hohen Zuverlässigkeit und Gültigkeit zu sein. Cooper et al. (2010) argumentieren, dass die Gehgeschwindigkeit, der Aufstehetest vom Stuhl sowie Balancetests (Komponenten der SPPB) mit der Mortalitätsrate (Sterberate) assoziiert werden können.

3.2.4.2 6- MINUTEN GEHTEST

Ein weiterer Test zur Überprüfung der aeroben Leistungsfähigkeit, vor allem bei Alltagsaktivitäten, stellt der 6- Minuten Gehstest dar. Ebenso kann die Ausdauerleistungsfähigkeit getestet werden. Der Test misst die Distanz, die eine Person in sechs Minuten zurücklegen kann. Die Zuhilfenahme einer notwendigen Gehhilfe ist erlaubt. Die Testperson absolviert den Test alleine, da so kein Konkurrenzgedanke mit anderen Personen entstehen kann (Grindrod, Paton, Knez, & O'Brien, 2006). Zeitgesteuerte Tests haben den Vorteil, dass auch Testpersonen, die schon beim Zurücklegen bestimmter Distanzstrecken (z.B. 500 Meter) Schwierigkeiten haben, den Gehstest durchführen können, da sie die Gehstrecke, das Gehtempo sowie Gehpausen selbst steuern und einteilen können. Ein bestimmtes Maß an aerober Ausdauer mit zunehmendem Alter ist wichtig, um Aktivitäten des täglichen Lebens wie Shoppen, Gehen, Haushaltstätigkeiten, etc. bewältigen zu können. Obwohl geschätzt wird, dass $VO_2\text{max}$ Werte von 15-16 ml/kg/min notwendig sind, um ein unabhängiges Leben führen zu können, liegen jene Werte bei unter 80-Jährigen, die einen inaktiven Lebensstil führen, deutlich darunter (Blair et al., 1989). Der 6-min Gehstest wurde schon erfolgreich bei Personen mit verschiedenen medizinischen Diagnosen angewendet, um die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit zu bestimmen. Die „American Thoracic Society“ (ATS) hat 2002 ein genaues und standardisiertes Messprotokoll erstellt, um weitere Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet zu unterstützen und um Vergleiche zwischen einzelnen Studien zu ermöglichen (AmericanThoracicSociety, 2002). Der 6 Minuten Gehstest ist auch reliabel (ICC 0,88 - 0,94) und valide ($r= 0,63 - 0,79$) und korreliert mit dem Treppensteigetest, Aufstehetest, Laufbandtest und der Gehgeschwindigkeit (Bean et al., 2002b; Guralnik et al., 2000; Harada, Chiu, & Stewart, 1999; Jones, Rikli, Max, & Noffal, 1998; Southard & Gallagher, 2013; Steffen, Hacker, & Mollinger, 2002).

3.2.4.3 TIMED UP AND GO TEST (TUG)

Der „Timed Up and Go Test“ (TUG) ist ein kombinierter Aufsteh- und Gehstest zur Beurteilung der Beweglichkeit und des Körpergleichgewichts. Die Testperson soll von einem Stuhl aufstehen und mit normalem und sicherem Gehtempo drei Meter gehen (bis zu einer Markierung oder Hütchen), dort um die Markierung herumgehen, zum Stuhl zurückkehren und sich wieder hinsetzen. Gemessen wird der Zeitbedarf und Hilfsmittel sind erlaubt. Er dient unter anderem der Beurteilung des dynamischen Gleichgewichts und wird sowohl in der Klinik als auch in der Forschung angewendet (Podsiadlo & Richardson, 1991). Der TGUG wird auch als Screening Methode zur Sturzanfälligkeit bei älteren Personen verwendet (Barry, Galvin, Keogh, Horgan, & Fahey, 2014). Die Reliabilität schwankt

zwischen 0,56 und 0,97. Die Validität liegt zwischen 0,61 und 0,81. Zur Validierung ist der TUG mit der Gehgeschwindigkeit und der „Berg Balance Skala“, die das Gleichgewichtsverhalten beurteilt, verglichen worden (Kim et al., 2009; Mathias, Nayak, & Isaacs, 1986; Podsiadlo & Richardson, 1991; Rockwood, Awalt, Carver, & MacKnight, 2000; Steffen et al., 2002).

3.2.4.4 BERG BALANCE SKALA

Die Berg Balance Skala wurde entwickelt, um den Gleichgewichtszustand bei älteren Personen zu testen. Der Test besteht aus 14 Aufgaben, die auf einer Skala von 0 bis 4 Punkte bewertet werden. Die Punktezahl 0 wird erreicht, wenn die Testperson nicht in der Lage ist die Aufgabe zu bewältigen. Die Punktezahl 4 wird erzielt, wenn die Testperson die Aufgabe ohne Schwierigkeiten besteht. Das Maximum von 56 Punkten kann erreicht werden. Die Aufgaben inkludieren einfache Bewegungsaufgaben (z.B. keine Unterstützung beim Stehen, Aufstehen- Hinsetzen, Transfer, etc.) und schwierigere Aufgaben (z.B. Tandemstand, Drehung um die eigene Achse, Einbeinstand, etc.). Die Reliabilität (ICC= 0,98) und Validität ($r = 0,76 - 0,81$) wurde in mehreren Studien überprüft. Verglichen wurde die Skala mit der Gehgeschwindigkeit und dem TUG (Berg, Wood-Dauphinee, Williams, & Maki, 1992; Steffen et al., 2002).

3.2.4.5 ARM CURL TEST

Ein funktioneller Test zur Überprüfung der Kraft in den oberen Extremitäten stellt der „Arm Curl Test“ dar. Hierbei wird gemessen, wie viele Armbeugungen eine Testperson über die volle Bewegungsamplitude mit einer Kurzhantel innerhalb von 30 Sekunden schafft. Die Testperson sitzt auf einem Stuhl und hält die Kurzhantel im „Handshake-Griff“ in gestreckter Armposition (Startposition). Anschließend wird der Arm vollständig gebeugt (bei gleichzeitiger Supination) und dann wieder voll gestreckt. Die Test-Retest Reliabilität liegt bei 0,81. Zur Validierung ist der Arm-Curl Test mit dem Einwiederholungsmaximum (1RM) an einer Bicepsmaschine, Brustpresse und einer Kraftmaschine für den oberen Rücken verglichen worden. Der Korrelationskoeffizient r liegt bei Männern bei 0,81 und bei Frauen bei 0,78. Die Resultate zeigen, dass der Armbeugetest die Muskelkraft in den Armen und im gesamten Oberkörper gut prognostizieren kann (Rikli & Jones, 1999).

3.2.4.6 AUFSTEHTEST

Die Muskelkraft im Bereich der unteren Extremität kann mittels eines funktionellen Tests, dem „30- Sekunden Aufstehtest“, beurteilt werden. Dabei wird ermittelt, wie oft sich die Testperson innerhalb von 30 Sekunden zu einem aufrechten Stand aus einer sitzenden

Position erheben kann, ohne dass dabei die Arme als Unterstützung benutzt werden. Der 30-Sekunden Aufstehetest ist ein modifizierter Test nach Csuka & McCarty (1985), bei dem ursprünglich die Zeit gestoppt wird, die für 10 Wiederholungen (Aufstehen + Hinsetzen) benötigt wird. In späteren Studien stellt sich jedoch heraus, dass viele ältere Personen nicht einmal in der Lage sind, sich zehnmal von einem Sessel zu erheben (Guralnik et al., 1994). Daher ist das Testprotokoll auf eine definierte Zeitvorgabe modifiziert worden. Rikli & Jones (1999) überprüfen den Aufstehetest hinsichtlich der Gütekriterien Reliabilität (ICC= 0,84 -0,92) und Validität. Um die Kriteriumsvalidität des modifizierten Aufstehetestes zu testen, wird die Anzahl der Wiederholungen mit dem Einwiederholungsmaximum (1RM) an der Beinpresse bei älteren Personen getestet. Da die Beinpresse eine mehrgelenkige Übung (Hüfte, Knie, Sprunggelenk) ist und ein gutes Beurteilungskriterium für die Muskelkraft in den unteren Extremitäten darstellt, ist sie als Vergleichsmethode herangezogen worden. Die gute Korrelation ($r=0,77$) zwischen den Anzahl an Wiederholungen beim Aufstehetest und dem 1RM der Beinpresse zeigt die Gültigkeit der Testmethode (Rikli & Jones, 1999).

In Tabelle 18 werden zur besseren Veranschaulichung nochmals alle Methoden zur Muskelfunktionsüberprüfung mit den dazugehörigen Gütekriterien dargestellt.

Tabelle 17: Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Muskelfunktion hinsichtlich der Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit

METHODE	RELIABILITÄT	VALIDITÄT	VERGLEICHSMETHODE	DURCHFÜHRBARKEIT	LITERATUR
Gehgeschwindigkeit (2m – 1km)	ICC= 0,90 - 0,96	$r= 0,74 - 0,93$ $r= 0,81$ $r= 0,75$	SPPB 400-m Strecke BBS TUG	schnell und einfach durchführbar kein spezielles Equipment in Klinik und Forschung	Guralnik et al. (1994); Guralnik et al. (2000); Hoeymans et al. (1997); Kim et al. (2009); Ostega et al. (2000); Rolland et al. (2004); Sayers et al. (2006); Steffen et al. (2002); (Bohannon, 1997)
6min Gehtest	ICC= 0,88 - 0,94	$r= 0,63 -0,79$	Treppensteigzeit, Gehgeschwindigkeit, Aufstehetest, Laufbandtest	schnell und einfach durchführbar ausreichend Platz notwendig in Klinik und Forschung	Bean et al. (2002b); Guralnik et al. (2000); Harada et al. (1999); Jones et al. (1998); Steffen et al. (2002); Southard &

					Gallagher (2013)
Timed Up & Go Test	ICC = 0,56 - 0,97	r= 0,61 - 0,75 r= 0,81	Gehgeschwindigkeit Berg Balance Scale	schnell und einfach durchführbar kein spezielles Equipment in Klinik und Forschung	Kim et al. (2009); Podsiadlo & Richardson (1991); Rockwood et al. (2000); Steffen et al. (2002); Mathias et al. (1986)
Berg Balance Scale	ICC= 0,98	r= 0,76 r= 0,81	TUG Gehgeschwindigkeit	schnell und einfach durchführbar kein spezielles Equipment	Steffen et al. (2002); Berg et al. (1992)
Aufstehtest (funktionelle Kraft für untere Extremität)				schnell und einfach durchführbar kein Equipment in Forschung und Klinik	Bohannon (2011); Kim et al. (2009); Hoeymans et al. (1997); Ostega et al. (2000); Jones, Rikli, & Beam (1999); McCarthy, Horvat, Holtsberg, & Wisenbaker (2004); Goldberg, Chavis, Watkins, & Wilson (2012); Seeman et al. (1994); Tiedemann, Shimada, Sherrington, Murray, & Lord (2008)
5x Aufstehen	ICC= 0,73 -0,89	r=0,64	Timed up and Go Test		
30sec Aufstehtest	ICC= 0,84 -0,92	r= 0,77 r= 0,93	Beinpresse 1-RM Aufstehtest (5x)		
Arm Curl Test (funktionelle Kraft für obere Extremität)	ICC= 0,81	r=0,78 – 0,81	Bicepsmaschine, Brustpresse, Kraftmaschine für oberen Rücken (1RM)	schnell und einfach durchführbar Equipment (Hanteln) erforderlich In Forschung und Klinik	Rikli & Jones (1999); Manor, Topp, & Page (2006)

3.2.5 BEISPIELHAFTE TESTBATTERIEN ZUR ÜBERPRÜFUNG DER KÖRPERLICHEN FITNESS BEI ÄLTEREN PERSONEN

Da die körperliche Fitness mehrere Komponenten umfasst, sind zu deren Erfassung spezifische Tests erforderlich. Die körperliche Fitness kann nicht durch einen einzelnen Test beurteilt werden, sondern nur mit Hilfe einer komplexen Testbatterie (Gail & Künzell, 2015). Im folgenden Kapitel werden 3 Testbatterien zur Überprüfung des Fitnessstatus speziell für ältere Personen vorgestellt:

3.2.5.1 SENIOR FITNESS TEST



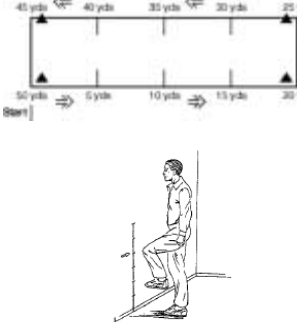

Rikli & Jones (1999) haben an der kalifornischen Universität „Fullerton“ eine Fitness Test Batterie, den sogenannten „Senior Fitness Test“ bzw. „Fullerton Functional Fitness Test (FFT)“, speziell für ältere Personen (ab 60 Jahren) entwickelt. Der Test basiert auf einem funktionellen Fitnessmodell (siehe Abbildung 12), welches darauf hinweist, dass zur Ausführung alltäglicher Aktivitäten wie Körperpflege, Einkaufen, Hausarbeit, Gartenarbeit etc. funktionelle Bewegungen wie Gehen, Treppensteigen, Aufstehen, Heben, Bücken, etc. erforderlich sind. Jene funktionellen Bewegungen sind wiederum abhängig von einer ausreichenden physiologischen Reserve (z.B. Kraft, Ausdauer, Flexibilität und Balance). Ein einzigartiges Merkmal des Senior Fitness Tests ist, dass die physiologischen Parameter mit Hilfe von funktionellen Bewegungsaufgaben wie Stehen, Bücken, Heben und Gehen gemessen werden können. Die SFT misst die physischen Parameter, die mit der Funktionsfähigkeit in Verbindung stehen. Weiters kann mit dem Test festgestellt werden, ob die teilnehmende Person dem Risiko ausgesetzt ist, an Funktionsfähigkeit zu verlieren. Dieser Test ist entsprechend wissenschaftlicher Standards auf Reliabilität und Validität hin überprüft worden und ist einfach und leicht durchführbar (Rikli & Jones, 2002).

PHYSICAL PARAMETERS	FUNCTIONS	ACTIVITY GOALS
Muscle strength/endurance	Walking	Personal care
Aerobic endurance	Stair climbing	Shopping/errands
Flexibility	Standing up from chair	Housework
Motor ability power speed/agility balance	Lifting/reaching	Gardening
	Bending/kneeling	Sports
Body composition	Jogging/Running	Traveling
Physical impairment	Functional limitation	Reduced ability/ Disability

Abbildung 12: Rahmenbedingungen der Funktionsfähigkeit (Rikli & Jones, 2002, S.25).

Die Testbatterie besteht aus sechs Testungen und berücksichtigt die motorischen Fähigkeiten Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit & Koordination. Auf der Grundlage einer nationalen Studie mit über 7.000 gesunde, daheimlebende ältere Amerikanerinnen und Amerikanern im Alter von 60- 94 Jahren, sind Leistungsstandards (normative Daten) für die sechs Testungen definiert worden (Rikli & Jones, 2013). Bei normbezogenen Tests gehen alle Personen, die sich dem Test unterzogen haben, in die Norm ein. Eine Norm stellt eine bestimmte Leistung in einer Population dar. Normbezogene Tests setzen die Ergebnisse einer einzelnen Person zu den Werten einer Vergleichsgruppe (gleiches Alter und Geschlecht) in Bezug. Diese Werte werden als Referenz- bzw. Normwerte bezeichnet. So kann zum Beispiel ein 75-Jähriger, der eine Anzahl von 15 Wiederholungen beim Sesselaufstehetest schafft, an Perzentil- Tabellen sehen, wie gut oder schlecht er im Vergleich zu anderen derselben Altersgruppe abgeschnitten hat. Darüber hinaus bietet der SFT Schwellenwerte für jede einzelne Testung (kriteriumsbezogene Punkte), die dabei helfen sollen, das Risiko für Mobilitätsverluste rechtzeitig zu erkennen. Sie liefern einen Schwellenwert zur Bewertung von bestimmten Leistungen relativ zu einem Leistungsziel (z.B. Erhalt der Fähigkeit, Alltagsaktivitäten durchzuführen). Die Testergebnisse werden also nicht mit anderen verglichen, sondern mit einem Kriterium bzw. einem Leistungsstandard. Sie geben Aufschlüsse über das Können bzw. Nicht-Können bestimmter Kriterien (Rikli & Jones, 2013). So entwickeln zum Beispiel Sardinha, Santos, Marques, & Mota (2015) in ihrer Studie den Senior Fitness Test zur Bestimmung kriteriumsbezogener Referenzwerte zur körperlichen Fitness (angepasst an Geschlecht und Alter) und zur Vorhersage der Unabhängigkeit im Alter. Die Testbatterie berücksichtigt besondere Bedürfnisse von älteren Erwachsenen und daher ist sie für diese Zielgruppe die erste Wahl. Die Erfüllung der Hauptgütekriterien Reliabilität und Validität sind umfassend untersucht worden und können als nachgewiesen angesehen werden. Die Testbatterie ist mit relativ geringem Aufwand sowie einfach und äußerst ökonomisch umsetzbar. Die benötigten Testmaterialien sind überschaubar und die einzelnen Tests werden vor dem Hintergrund der jeweiligen Zielgruppe gut ausgewählt (Gail & Künzell, 2015). In der nachfolgenden Übersichtstabelle (Tabelle 19) wird die SFT Testbatterie, die aus sechs Einzeltestungen besteht, kurz beschrieben und zum besseren Verständnis auch graphisch dargestellt.

Tabelle 18: Beschreibung des SFT (Rikli & Jones, 1999 & 2002).

Beurteilungskriterium	Testmethode	Testbeschreibung	Graphische Darstellung	Reliabilität	Validität
Kraft der unteren Extremität	30 Sekunden Sessel-Aufstehetest	Anzahl der vollen Stände innerhalb von 30 Sekunden mit verschränkten Armen vor der Brust		ICC=0,89	r=0,77 (Vergleich mit 1RM an Beinpresse)
Kraft der oberen Extremität	30 Sekunden Armbeuge Test	Anzahl der Bicepscurls innerhalb von 30 Sekunden mit Handgewichten (Frauen: 2,27 kg; Männer: 3,63 kg)		ICC=0,81	r= 0,78-0,81 (Vergleich mit 1RM an Bicepsmaschine, Brustpresse, Kraftmaschine für oberen Rücken)
Aerobe Ausdauer	6 Minuten Gehetest Alternative: 2 Minuten Treppensteigetest	Anzahl an Meter, die in 6 min auf einer 45,7m Strecke zurückgelegt werden können Alternative: Anzahl an Schritten, die in 2min am Stand absolviert werden können		ICC > 0,94 ICC= 0,90	r= 0,71-0,82 (Vergleich mit Leistung am Laufband, 85% der max. Herzfrequenz)
Beweglichkeit der unteren Extremität	Beweglichkeitstest im Sitzen	Abstand in Zentimeter zwischen ausgestrecktem Bein und ausgestreckter Hand (zeigt Richtung Zehen) in sitzender Position am Sessel		ICC=0,95	r= 0,83 (Vergleich mit Beweglichkeitstest für Oberschenkelrückseite mit Goniometer)

Beweglichkeit der oberen Extremität (Abduktion, Adduktion sowie Innen- und Außenrotation im Schultergelenk)	Beweglichkeitstest im Stehen	Abstand in Zentimeter zwischen den Mittelfingern (eine Hand hinter Rücken, andere hinter Schulter)		$r=0,96$	keine Kriteriumsvalidität
dynamische Gleichgewichtsfähigkeit	Kombiniertes Aufsteh- und Gehetest (modifiziert)	Anzahl an Sekunden, um vom Sessel aufzustehen, eine 2,44m lange Strecke zu gehen, umzudrehen & sich wieder hinzusetzen		$r=0,95$	keine Kriteriumsvalidität

3.2.5.2 SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)

Die „Short Physical Performance Battery“ stellt eine weitere Testbatterie zur Überprüfung der Muskelfunktion dar. Sie bewertet Balancefähigkeit, Gangart, Kraft sowie Ausdauer und beinhaltet folgende Tests: drei Balancetestungen (Semitandemstand, Tandemstand, Rombergstand), eine Gangtestung und einen „Chair- Rising Test“. Beim Semitandemstand wird die Ferse des vorderen Fußes seitlich an die erste Zehe des hinteren Fußes gesetzt. Beim Tandemstand steht ein Fuß direkt hinter dem anderen Fuß. Jede Position sollte über 10 Sekunden gehalten werden können. Beim Rombergtest wird die Testperson aufgefordert, mit zusammenstehenden Füßen einen aufrechten Stand zu halten und anschließend die Augen zu schließen. Die Gehgeschwindigkeit wird ursprünglich auf einer Gehstrecke von 2,44m („8 feet“) gemessen. Die Messung erfolgt zweimal, wobei die schnellere Durchführung gewertet wird. Die Testperson startet bei einer Linie und die Messung endet wenn ein Fuß die Ziellinie überquert hat. Es wird die „übliche“ Gehgeschwindigkeit gemessen und Hilfsmittel sind erlaubt. Beim „Chair- Rising Test“ wird die Zeit gemessen, die benötigt wird, um fünfmal ohne Armhilfe von einem Stuhl aufzustehen und sich wieder hinzusetzen. Gestoppt wird die Zeit von der ersten sitzenden Position bis zur fünften stehenden Position (Guralnik et al., 1994). Der Gesamtscore reicht von 0 (schlechtes Ergebnis) bis 12 (gutes Ergebnis) Punkten. Die SPPB wird als standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit sowohl in der Forschung als auch in der klinischen Praxis verwendet. Die ICC Werte liegen zwischen 0,88 und 0,92, die Validität bei 0,74. Dabei wurde

die SPPB Leistung mit einer 400m Gehleistung verglichen (Guralnik et al., 2000; Hoeymans et al., 1997; Ostir et al., 2002; Sayers et al., 2006; Tager, Swanson, & Satariano, 1998).

3.2.5.3 CONTINUOUS SCALED PHYSICAL FUNCTIONAL PERFORMANCE TEST (CS- PFP)

Ein weiteres reliables und valides Messinstrument zur Muskelfunktion stellt der Funktionsleistungstest „Continuous Scaled Physical Functional Performance Test“ (CS-PFP) dar. Jener Test überprüft die körperliche Funktions- und Leistungsfähigkeit sowie psychosoziale Faktoren. Die CS- PFP besteht aus einer Testbatterie von 15 Alltagsaktivitäten, von leicht bis anspruchsvoll, bei denen die Kraft in den oberen und unteren Extremitäten, die Beweglichkeit im Oberkörper, die Balance- und Koordinationsfähigkeit sowie die Ausdauer getestet werden. Die teilnehmenden Personen werden aufgefordert, sich bei den Übungen maximal anzustrengen. Die Ergebnisse der Tests variieren auf einer Skala von 0 bis 12. Die Gesamtpunktzahl gibt Aufschluss über das Abschneiden der Tests. Die Reliabilität liegt bei einem ICC Wert > 0,84 und die Validität schwankt zwischen 0,74 – 0,97. Dabei wurde der Test mit Messungen der isokinetischen Kraft und maximalen Sauerstoffaufnahme sowie einem Fragebogen zur Selbsteinschätzung der körperlichen Funktion verglichen (SF-36). Der CS-PFP ist eine gültige und zuverlässige Messung der körperlichen Funktionsfähigkeit, der sowohl für Forschungs- als auch für klinische Zwecke verwendet werden kann. (Cress et al., 1996).

3.2.6 BESTIMMUNG VON CUT-OFF POINTS ZUR MUSKELMASSE, -KRAFT UND -FUNKTION

In den letzten Jahren sind verschiedene Definitionsansätze zur Sarkopenie vorgeschlagen worden und daher existieren auch unterschiedlichste „*Cut-Off Points*“, also jene Schwellen- bzw. Grenzwerte, die zur Diagnose von Sarkopenie dienen sollen. Sie hängen immer vom Diagnosekriterium, von der ausgewählten Messmethode sowie von der Verfügbarkeit an Referenzgruppen (Bezugsgruppen) ab. Im folgenden Abschnitt werden nun einige Beispiele genannt, wie bestimmte Cut-Off Points zur Diagnose von Sarkopenie abgeleitet und validiert worden sind:

Baumgartner et al. (1998) haben einen *Skelettmuskelmasseindex* definiert, indem sie die appendikuläre Skelettmuskelmasse (Extremitätenmuskelmasse) durch die Körpergröße (m) zum Quadrat dividieren (AMM/m^2). Wenn jener Index verwendet wird, wird die DEXA-Methode zur Bestimmung der Muskelmasse herangezogen und das Ergebnis mit einer jüngeren Referenzgruppe (18-39 Jahre) verglichen. Liegt der Skelettmuskelmasseindex mehr als zwei Standardabweichungen unterhalb des Mittelwertes der jüngeren Referenzgruppe, gelten jene Personen als sarkopenisch. Unter Verwendung dieser Definition wird in der amerikanischen Studie NMAPS („The New Mexico Aging Process Study“) die Prävalenz der Sarkopenie bei Männern und Frauen von den Autoren auf > 50% bei über 80-Jährigen geschätzt. In jener Studie liegt der Cut- Off Wert des Indexes bei Männern bei $7,26 \text{ kg}/\text{m}^2$ und bei Frauen bei $5,5 \text{ kg}/\text{m}^2$. Der appendikuläre Muskelmasseindex (AMMI) von Baumgartner et al. (1998) ist somit der erste Index zur Diagnose von Sarkopenie. Er ist mittlerweile weit verbreitet und wird in vielen Studien aus unterschiedlichen Ländern angewendet (Delmonico et al., 2007; Di Monaco, Castiglioni, Vallerio, Di Monaco, & Tappero, 2012; Domiciano et al., 2013; Kim et al., 2010; Lau, Lynn, Woo, Kwok, & Melton, 2005; Newman et al., 2003; Wen, Wang, Jiang, & Zhang, 2011; Woo, Leung, Sham, & Kwok, 2009). Da die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer jedoch aus New Mexico stammen, weist die Verwendung der AMMI Klassifikation für andere Populationen eine breite Palette an Prävalenz auf, variierend von 0,0% bis 56,7% bei Männern und 0,0% bis 33,9% bei Frauen. Diese Variationen sind aufgrund unterschiedlicher Rassenmerkmale, körperlicher Verfassungen, kultureller Aspekte, die die körperliche Aktivität beeinflussen, unterschiedlicher Ernährungsweisen und Lebensqualitäten älterer Menschen aus unterschiedlichen Kontinenten zurückzuführen (Pagotto & Silveira, 2014). Eine niedrige Prävalenzrate ist zum Beispiel unter der chinesischen Bevölkerung zu erkennen (Kim et al., 2010; Wen et al., 2011; Woo et al., 2009). Die Autoren raten daher, dass jene Referenzwerte keine geeignete Methode zur Diagnose von Sarkopenie in dieser spezifischen Population

darstellt. Die Cut-Off Points in der chinesischen Bevölkerung sind deutlich geringer verglichen mit Amerikanerinnen und Amerikanern ($<5,72 \text{ kg/m}^2$ vs. $7,26 \text{ kg/m}^2$ bei Männern und $<4,82 \text{ kg/m}^2$ vs. $<5,45 \text{ kg/m}^2$ bei Frauen) mit jüngeren Personengruppen derselben ethnischen Gruppe als Referenzen. Der mittlere AMMI junger Asiatinnen und Asiaten ist etwa 15% niedriger als die der europäischen Bevölkerung auch nach Anpassungen an die Größe (Lau et al., 2005; Wen et al., 2011). Daher führt eine geringe Muskelmasse bei jungen Asiatinnen und Asiaten zu geringeren Prävalenzraten bei älteren Personen. Außerdem ist die Sarkopenie in der asiatischen Bevölkerung aufgrund von Unterschieden von Risikofaktoren wie ungesunder Ernährung und höherer Inaktivität weniger verbreitet als in der westlichen amerikanischen Bevölkerung (Woo et al., 2009).

Obwohl etliche Studien den AMMI nach Baumgartner et al. (1998) empfehlen, sind einige Jahre später auch andere Kriterien und Indizes vorgeschlagen worden, um Sarkopenie zu diagnostizieren. Ausgehend von der bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA), entwickeln Janssen et al. (2002) einen weiteren *Skelettmuskelmasseindex (SMI)*, angepasst an das Körpergewicht und die Körpergröße. Beim SMI, angepasst an das Körpergewicht, wird die absolute Skelettmuskelmasse (kg) in prozentuales Gewicht umgerechnet ($\text{Muskelmasse}/\text{Körpergewicht} \times 100$). Jener Index hat den Vorteil, dass er das Gewicht mitberücksichtigt und mit relativ einfachen Methoden bestimmt werden kann. Beim SMI, angepasst an die Größe, wird die Skelettmuskelmasse durch das Quadrat der Körpergröße berechnet ($\text{Muskelmasse}/\text{Größe}^2$). In einer amerikanischen Studie wurden insgesamt 14818 Personen (>18 Jahre) getestet, wovon 4504 älter als 60 Jahre waren. Sie verwendeten ebenso Standardabweichungen, um Sarkopenie diagnostizieren zu können. Die Testpersonen haben einen normalen SMI (angepasst an die Größe), wenn dieser mehr als eine Standardabweichung oberhalb des geschlechtsspezifischen Mittelwertes junger Erwachsener (im Alter von 18- 39 Jahren) liegt. Sarkopenie Klasse I wird diagnostiziert, wenn der SMI innerhalb von ein bis zwei Standardabweichungen unterhalb des Mittelwertes der jüngeren Referenzgruppe liegt. Personen, deren SMI mehr als zwei Standardabweichungen unterhalb des Mittelwertes liegt, werden der Kategorie Sarkopenie Klasse II zugeordnet. In Anlehnung an jene Definition finden sich bei über 80-jährigen Männern eine Prävalenzrate von 43% bei Sarkopenie Grad I (moderate Sarkopenie) und 7% bei Sarkopenie Grad II (schwere Sarkopenie). Frauen liegen bei 61% und 11%. Bei der Diagnose von schwerer Sarkopenie lässt sich ein Zusammenhang mit dem Auftreten funktioneller Beeinträchtigungen wie Limitierungen in der Mobilitätsleistung z.B. Gehen, Stufen steigen und körperlichen Behinderungen wie Probleme in der Ausführung von Alltagsaktivitäten z.B. Shoppen oder leichte Hausarbeit nachweisen. Funktionelle

Beeinträchtigungen und Behinderungen sind doppelt so groß bei älteren Männern und dreimal größer bei älteren Frauen mit der Sarkopenie Klasse II im Vergleich zu älteren Menschen, die einen normalen SMI haben (Abbildung 13). Die Ergebnisse stammen aus der amerikanischen Querschnittstudie NHANES III („Third National Health and Nutrition Examination Survey“), die von 1988- 1994 durchgeführt wurde. Die Referenzdaten stammen von jüngeren Altersgruppen (18-39 Jahre; 3298 Frauen & 3116 Männer) und werden dazu verwendet, um Cut-Off Werte zur Bestimmung der normalen Skelettmuskelmasse und damit zur Diagnose von Sarkopenie zu erstellen. Jene Werte sind in Tabelle 20 dargestellt.

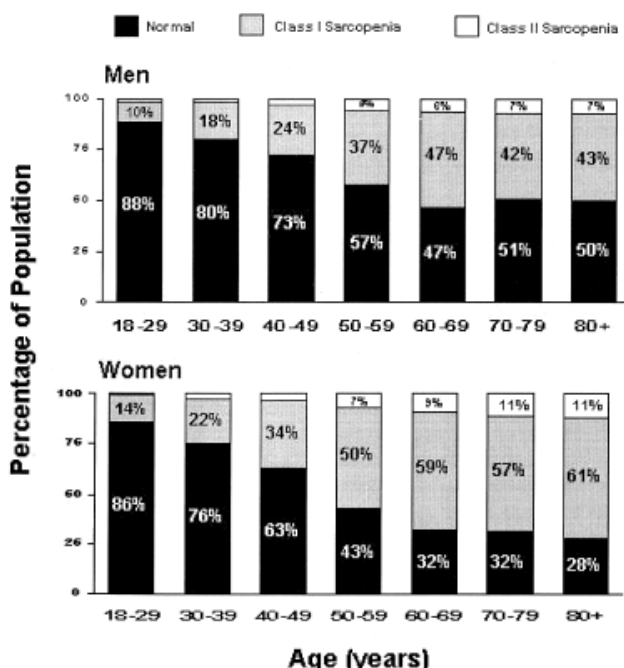


Abbildung 13: Prävalenz von Sarkopenie bei Männern und Frauen mit normalem SMI, Grad I Sarkopenie und Grad II Sarkopenie pro Dekade (Janssen et al., 2002, S. 891).

Tabelle 19: Cut-Off Points zur Muskelmasse bei Männern & Frauen aus der NHANES III Studie - SMI angepasst an die Körpergröße (Janssen et al., 2002).

MÄNNER	FRAUEN
schwere Sarkopenie $\leq 8.50 \text{ kg/m}^2$	schwere Sarkopenie $\leq 5.75 \text{ kg/m}^2$
moderate Sarkopenie $8.51 - 10.75 \text{ kg/m}^2$	moderate Sarkopenie $5.76 - 6.75 \text{ kg/m}^2$
normale Muskelmasse $\geq 10.76 \text{ kg/m}^2$	normale Muskelmasse $\geq 6.76 \text{ kg/m}^2$

Die Sarkopenieprävalenz variiert auch gemäß dieses Verfahrens aufgrund unterschiedlicher Merkmale der Studienpopulationen, Cut- Off Points und Referenzwerte sowie aufgrund inhärenter Beschränkungen der BIA, die eine Standardabweichung von 9% in der Bestimmung von Muskelmasse darstellt (Janssen et al., 2002). Der Anstieg des Gesamtkörperwassers, insbesondere des extrazellulären Wassers, können nämlich zu einer Unterschätzung der Fettkörpermasse und somit zu einer Überschätzung der fettfreien Körpermasse führen (Janssen et al., 2000).

In Abbildung 14 werden die zwei bekanntesten Muskelmasseindices zur Definition der Sarkopenie von Baumgartner et al. (1998) und Janssen et al. (2002) nochmals gegenübergestellt, die sich beide auf jüngere Referenzgruppen beziehen:

MUSKELMASSEINDICES	
1.	<p>Appendikulärer Skelettmuskelmasseindex nach <i>Baumgartner et al. (1998)</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Appendikuläre Muskelmasse / Körpergröße² (AMM/m²) → mehr als 2 Standardabweichungen (SD) unterhalb des Durchschnittswertes von gesunden jungen Männern & Frauen → Referenzgruppe: junge Erwachsene 18-39 Jahre
2.	<p>Skelettmuskelmasseindices nach <i>Janssen et al. (2002; 2004)</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Skelettmuskelmasse / Körpergewicht x 100 (angepasst an das Gewicht) → Skelettmuskelmasse/ Größe² (angepasst an die Größe) → Klasse I: 1-2 SD unterhalb der Mittelwerte der Referenzgruppe → Klasse II: > 2 SD unterhalb der Mittwerte der Referenzgruppe → Referenzgruppe: junge Erwachsene 18-39 Jahre

Abbildung 14: Definitionen der Sarkopenie (Baumgartner et al., 1998; Janssen et al., 2002; 2004).

Newman et al. (2003) entwickeln ein Jahr später ein weiteres Beurteilungskriterium auf Grundlage der appendikulären Muskelmasse angepasst an die Körpergröße (AMM/m²) und an das Körpergewicht bzw. an die Fettmasse (Residuen). Der Cut-Off Point wird auf den geschlechtsspezifischen untersten 20% der Studiengruppe festgelegt, da die Normwerte junger Erwachsener nicht verfügbar sind. In jener Studie nahmen 2984 Personen teil, die zwischen 70 und 79 Jahre alt waren. Die appendikuläre Muskelmasse wurde dabei mit der DXA- Methode bestimmt. Männer, die bei beiden Klassifikationen sarkopenisch sind, sind auch vorwiegend Raucher, haben einen schlechteren Gesundheitsstatus, sind weniger körperlich aktiv und haben eine verminderte Funktion in der unteren Extremität. Frauen, bei denen eine Klassifizierung der Sarkopenie auf Grundlage der Bestimmung der Skelettmuskelmasse angepasst an Körpergröße und Fettmasse vorgenommen wird, sind

stärker mit Beeinträchtigungen der unteren Extremität betroffen. Diese Erkenntnisse verdeutlichen, dass die Fettmasse bei der Schätzung der Prävalenz von Sarkopenie bei Frauen und bei übergewichtigen oder fettleibigen Personen in Betracht gezogen werden sollte. Jene Methode ist auch in einer Studie von Delmonico et al. (2007) verwendet worden und empfiehlt sich besonders bei übergewichtigen und fettleibigen Personen. Melton et al. (2000) entwickeln einen weiteren Index, der den Gesamtmuskelanteil darstellen soll (TTMI). Jener Index wird in vier Studien verwendet (Iannuzzi-Sucich et al., 2002; Lau et al., 2005; Melton et al., 2000; Wen et al., 2011). Da der TTMI den Gesamtmuskelanteil feststellen kann, besteht Grund zur Annahme, dass die Prävalenz von Sarkopenie höher ausfällt verglichen mit dem AMMI, da die appendikuläre Muskelmasse 75% der Gesamtkörpermuskelmasse darstellt (Melton et al., 2000; Proctor, O'Brien, Atkinson, & Nair, 1999). Allerdings kann jene Annahme nicht bestätigt werden, da durch Fehler bei der Schätzung der Gesamtmuskelmasse aufgrund einer potenziellen Überbewertung des Wasser- oder Fettgehaltes die Nützlichkeit jenes Indexes begrenzt ist. Sowohl Newman et al. (2003) als auch Melton et al. (2000) verwenden die DXA Methode zur Bestimmung der Muskelmasse. Beaudart et al. (2014) diskutieren in ihrer Querschnittsstudie über den Einfluss der verschiedensten Cut-Off Points und stellen das Problem der Uneinigkeit in der Bestimmung von Schwellenwerten zur Diagnose von Sarkopenie gut dar. In jener Studie werden die Cut-Off Points, die von der EWGSOP definiert worden sind, in Hinblick auf die Prävalenz von Sarkopenie in einer Population von insgesamt 400 Teilnehmerinnen und Teilnehmern (Altersgruppe 65+) untersucht. Es kann eine große Variation der Prävalenz von Sarkopenie in Abhängigkeit der Schwellenwerte festgestellt werden. Die Prävalenz von Sarkopenie variiert von 9,25% bis zu 18%. Eine größere Variation der Prävalenz ist allerdings bei Frauen zu finden. Diese variiert zwischen 6,58% und 20,2%, bei Männern nur zwischen 13,4% und 14,7%. Es ist nicht verwunderlich, einen größeren Unterschied in der Prävalenz bei Frauen als bei Männern finden zu können, da die Unterschiede der einzelnen Grenzwerte bei Frauen viel stärker ausgeprägt sind als bei Männern. So liegt das erste Cut-Off Limit für Muskelmasse bei Männern bei 7,26 kg/m² und das zweite Limit bei 7,25 kg/m², was nur einen sehr kleinen Unterschied darstellt. Dieser Unterschied ist bei Frauen größer, da das erste Limit bei 5,5 kg/m² und der zweite Grenzwert bei 5,67 kg/m² liegen. Betrachtet man die Grenzwerte für die Muskelkraft bei Männern liegt der erste Cut-Off Wert bei der Handgriffkraftmessung bei 30 kg. Der zweite Wert, der vom Body Mass Index (BMI) abhängig ist, zeigt lediglich bei einem BMI ≤ 24 und bei einem BMI > 28 Veränderungen. Da die männlichen Studienteilnehmer einen durchschnittlichen BMI Wert von 27,6 kg/m² erreichen, wird derselbe Grenzwert von 30kg verwendet. Bei Frauen, liegt der erste

Grenzwert bei 20 kg und der BMI-abhängige Wert variiert sehr stark von ≤ 17 kg bis ≤ 21 kg. Die Abschätzung der Prävalenz von Sarkopenie bei Frauen ist in der Studie von Beaudart et al. (2014) deutlich durch die Cut- Off Limits der Muskelkraft beeinflusst worden: Der erste Cut-Off Wert zeigt eine Prävalenz von 15%, wohingegen der zweite BMI-abhängige Grenzwert nur eine Prävalenz von 5% aufweist.

Bezogen auf die Gehgeschwindigkeit sind von der EWGSOP auch zwei verschiedene Limits diskutiert worden. Basierend auf den Ergebnissen der Studie von Lauretani et al. (2003) liegt der erste Cut-Off Wert der Gehgeschwindigkeit bei 0,8 m/s für Frauen und Männer. Der zweite Cut-Off Wert ist geschlechts- und größenabhängig. Dies bedeutet, dass der Grenzwert bei größeren Personen deutlich höher liegt als bei kleineren Personen. Bei Verwendung des ersten Cut-Off Wert von 0,8 m/s, liegt die Prävalenz von Sarkopenie bei 7,41 %, beim zweiten größenabhängigen Cut-Off Limit kann eine niedrigere Prävalenz von 3,7% beobachtet werden.

Abbildung 15: Überblick zweier Grenzwerte zur Diagnose von Sarkopenie (definiert von der EWGSOP) in Hinblick auf Muskelmasse, Muskelkraft & Muskelfunktion (Beaudart et al., 2014, S.426).

Muscle mass: cut-off 1	Muscle mass: cut-off 2
Men: 7.26 kg/m ²	Men: 7.25 kg/m ²
Women: 5.5 kg/m ²	Women: 5.67 kg/m ²
Muscle strength: cut-off 1	Muscle strength: cut-off 2
Men: <30 kg	Men: BMI ≤ 24 : ≤ 29 kg BMI 24.1-26: ≤ 30 kg BMI 26.1-28: ≤ 30 kg BMI >28: ≤ 32 kg
Women: <20 kg	Women: BMI ≤ 23 : ≤ 17 kg BMI 23.1-26: ≤ 17.3 kg BMI 26.1-29: ≤ 18 kg BMI >29: ≤ 21 kg
Gait speed: cut-off 1	Gait speed: cut-off 2
<0.8 m/s	Men: Height ≤ 173 cm: <0.65 m/s Height >173 cm: <0.76 m/s
	Women: Height ≤ 159 cm: <0.65 m/s Height >159 cm: <0.76 m/s

Abschließend werden in Tabelle 21 alle Cut-Off Points, die in den meisten Studien zur Sarkopeniedefinition verwendet werden, gegenübergestellt, basierend auf normativen Populationen und auf vorausschauende Bevölkerungsgruppen, wenn keine normativen Bevölkerungsdaten verfügbar waren.

Tabelle 20: Diagnose von Sarkopenie: Messmethoden und Cut-off- Points (Cruz-Jentoft et al., 2010, S.418 – 419).

Diagnosekriterium	Messmethode	Cut- Off- Points (geschlechtsspezifisch)	Referenzgruppe	Literatur
MUSKELMASSE	DXA	Skelettmuskelmasseindex (SMI): → appendikuläre Muskelmasse / Größe ² Männer: 7,26 kg/m ² Frauen: 5,5 kg /m ²	basierend auf 2 SD unterhalb des Durchschnittswertes von jungen Erwachsenen (Rosetta Studie) n= 883	Baumgartner et al. (1998)
		Skelettmuskelmasseindex (SMI): → appendikuläre Muskelmasse / Größe ² Männer: 7,25 kg/m ² Frauen: 5,67 kg/m ²	basierend auf den geschlechtsspezifischen untersten 20% der Studiengruppe n = 2976	Delmonico et al. (2007)
		Skelettmuskelmasseindex (SMI): → appendikuläre Muskelmasse / Größe ² Männer: 7,23 kg/m ² Frauen: 5,67 kg/m ² „Residuen“ der linearen Regression bezogen auf die appendikuläre Magermasse in Relation zur Körpergröße und Gesamtfettmasse: Männer: -2,29 Frauen: -1,73	basierend auf den geschlechtsspezifischen untersten 20% der Studiengruppe (Health ABC Studie) n= 2984	Newman et al. (2003)

	BIA	<p>Skelettmuskelmasseindex (SMI): → prognostizierte Skelettmuskelmasse/ Größe²</p> <p>Männer: 8,87 kg/m² Frauen: 6,42 kg/m²</p>	<p>basierend auf 2 SD unter des Durchschnittswertes der jungen Erwachsenen</p> <p>n = 200</p>	Chien et al. (2008)
		<p>Skelettmuskelmasseindex (SMI): → absolute Muskelmasse/Größe²</p> <p>Männer: schwere Sarkopenie ≤8.50 kg/m² moderate Sarkopenie 8,51-10,75 kg/m² normale Muskelmasse ≥10.76 kg/m²</p> <p>Frauen: schwere Sarkopenie ≤5.75 kg/m² moderate Sarkopenie 5,76-6,75 kg/m² normale Muskelmasse ≥6.76 kg/m²</p>	<p>basierend auf der statistischen Analyse der NHANES III Studie, Männer und Frauen (≥60 Jahre)</p> <p>n= 4504 ältere Personen (Janssen et al., 2002) n= 4449 ältere Personen (Janssen et al., 2004)</p>	Janssen et al. (2002; 2004)
MUSKELKRAFT	HANDGRIFFKRAFT	<p>Männer: <30 kg Frauen: <20 kg</p>	<p>basierend auf der statistischen Analyse einer Studiengruppe</p> <p>n = 1030</p>	Lauretani et al. (2003)
		<p>Männer: BMI ≤ 24 ≤ 29 kg BMI von 24,1 bis 26 ≤ 30 kg BMI von 26,1 bis 28 ≤ 30 kg BMI > 28 ≤ 32 kg</p>	<p>basierend auf den „Quartilwerten“ einer Studiengruppe</p> <p>n = 5317</p>	Fried et al. (2001)

		Frauen: BMI $\leq 23 \leq 17$ kg BMI von 23,1 bis 26 $\leq 17,3$ kg BMI von 26,1 bis 29 ≤ 18 kg BMI > 29 ≤ 21 kg		
MUSKELFUNKTION	SPPB	SPPB 0-6 schlechte Leistung SPPB 7-9 mittlere Leistung SPPB 10-12 gute Leistung Die maximale Punktzahl der SPPB ist 12 Die SPPB ist eine Testbatterie bestehend aus drei Tests: Balancetest, Gehgeschwindigkeit und Aufstehtest Jeder Test wird mit Punkten zwischen 0 und 4 bewertet	basierend auf den „Quartilwerten“ von etablierten Populationen epidemiologischer Studien mit älteren Personen (EPESE), n = 6534	Guralnik et al. (2000)
	GEHGESCHWINDIGKEIT	6-m Gehstrecke: GS < 1 m/s 6-m Gehstrecke: GS < 1,175 m/s	basierend auf der statistischen Analyse der Daten von der „Health ABC Study“ n= 3024 basierend auf der Analyse der Daten von ROC-Kurven der „Health ABC Study“	Cesari et al. (2009)

		<p>15-ft (4.572 m) Gehstrecke:</p> <p>Männer: Größe ≤ 173 cm ≥ 7 s (GS $<0,65$ m/s) Größe > 173 cm ≥ 6 s (GS $<0,76$ m/s)</p> <p>Frauen: Größe ≤ 159 cm ≥ 7 s (GS $<0,65$ m/s) Größe > 159 cm ≥ 6 s (GS $<0,76$ m/s)</p>	<p>basierend auf den „Quartilwerten“ einer Studiengruppe n = 5317</p>	<p>Fried et al. (2001)</p>
		<p>4-m Gehstrecke: GS $< 0,8$ m/s</p> <p>8-ft (2.438 m) Gehstrecke: Leistung in „Quartile“: ≤ 0.43 m/s 0,44-0,60 m/s 0,61-0,77 m/s ≥ 0.78 m/s</p>	<p>basierend auf der statistischen Analyse einer Studiengruppe n = 1030</p> <p>basierend auf den SPPB Werten</p>	<p>Lauretani et al. (2003)</p>

3.2.7 AUSWIRKUNGEN DER UNTERSCHIEDLICHEN METHODEN AUF DIE DIAGNOSE UND DEFINITION VON SARKOPENIE

Die Prävalenz von Sarkopenie variiert in den einzelnen Studien sehr stark, da unterschiedliche Definitionen, Messinstrumente und -methoden zur Bestimmung von geschlechtsspezifischen Cut-Off Werten existieren. Eine wesentliche Herausforderung in der Sarkopenieforschung liegt in der Findung einer universellen und eindeutigen Definition der Sarkopenie mit Berücksichtigung der oben genannten Faktoren.

Die zwei am häufigsten verwendeten Definitionsansätze zur Sarkopenie sind die Definitionen der IWGS und EWGSOP, bei denen die drei Diagnosekriterien „Muskelmasse“, „Muskelkraft“ und „Muskefunktion“ zur Bestimmung von Sarkopenie herangezogen werden. Jedoch sind nur wenige Auswertungen über die Übereinstimmung der IWGS und EWGSOP Kriterien bekannt, die Lee et al. (2013) in einer Studie überprüften. Die EWGSOP diagnostiziert Sarkopenie, wenn eine geringe Muskelmasse und eine geringe Muskelkraft oder eine geringe körperliche Leistungsfähigkeit vorliegt. Nach EWGSOP Definition wurden die teilnehmenden Personen zuerst anhand der individuellen Gehgeschwindigkeit (Distanz von 6 Meter) geprüft. Liegt die individuelle Gehgeschwindigkeit über 0,8 m/s, wird auf die Bestimmung der Muskelmasse verzichtet, wenn die Handgriffkraftmessung über den definierten Cut- Off Werten liegt. Nach IWGS Kriterien werden Personen als sarkopenisch eingestuft, wenn sie gleichzeitig eine geringe Gehgeschwindigkeit und eine geringe Muskelmasse aufweisen. Die Handgriffkraft zur Muskelkraftbestimmung wird nicht herangezogen. Dies bedeutet also, dass Personen mit geringer Gehgeschwindigkeit eine ausreichende Muskelkraft in den oberen Extremitäten haben können, die jedoch bei IWGS Kriterien nicht mitbestimmt wird. Der Cut- Off Wert der Gehgeschwindigkeit bei der IWGS liegt zwischen 0,8 m/s und 1 m/s. Ist die Gehgeschwindigkeit langsamer als 0,8 m/s, deutet dies auf eine verminderte Leistungsfähigkeit hin und es wird sofort die Skelettmuskelmasse bestimmt (Lee et al., 2013). Allerdings hängt die Geschwindigkeit stark von der Beinlänge ab, die aufgrund geschlechtsspezifischer und ethnischer Unterschiede stark variieren kann. Also müssen Anpassungen für Geschlecht und Ethnizität getroffen werden, um geeignete Cut-Off Werte definieren zu können (Studenski et al., 2011). Die Skelettmuskelmasseindices von Baumgartner et al. (1998) und Janssen et al. (2002) werden zur Bestimmung der Skelettmuskelmasse herangezogen. Zur Errechnung des numerischen Wertes der Skelettmuskelmasse mittels DEXA wird die Berechnungsformel nach Newman et al. (2003) verwendet. Der Grenzwert liegt bei Frauen bei 5,67 kg/m² und bei Männern bei

7,23 kg/m². Bei der BIA wird der Skelettmuskelmasseindex mit der absoluten Muskelmasse (kg), die durch die Größe zum Quadrat (m²) dividiert wird, bestimmt. Der Grenzwert liegt bei Frauen bei 5,75 kg/m² und bei Männern bei 8,50 kg/m² (Janssen, Baumgartner, Ross, Rosenberg, & Roubenoff, 2004). Ist die Muskelmasse unter jenen Grenzwerten, wird Sarkopenie diagnostiziert.

Die Studie von Lee et al. (2013) ist in Taiwan (China) mit 100 jungen Freiwilligen im Alter zwischen 20 und 40 Jahren und 408 älteren Personen durchgeführt worden. Der Durchschnittswert des SMI der jungen Referenzgruppe unter Verwendung der appendikulären Muskelmasse (ASM/m²) liegt bei 8,2 kg/m² bei Männern und 5,9 kg/m² bei Frauen. Unter Verwendung des SMI nach Janssen et al. (2002) angepasst an das Gewicht liegt der Mittelwert bei 40% bei Männern und 31% bei Frauen. Demnach werden die Cut-Off Werte zur Muskelmasse berechnet. Der Schwellenwert für eine geringe Muskelmasse liegt bei Männern bei 7,27 kg/m² und bei Frauen bei 5,44 kg/m² unter Verwendung des AMMI und 37,4% bei Männern und 28% bei Frauen unter Anwendung des Skelettmuskelmasseindex angepasst an das Gewicht. Die Autoren kommen zum Entschluss, dass die Übereinstimmung der IWGS und EWGSOP Kriterien nur zufriedenstellend ist, egal ob der appendikuläre Skelettmuskelmasseindex (AMMI) nach Baumgartner et al. (1998) oder der Skelettmuskelmasseindex angepasst an das Gewicht nach Janssen et al. (2002) herangezogen wird. Zieht man die EWGSOP Definition heran, ist die Prävalenz von Sarkopenie bei beiden Geschlechtern höher und sogar noch höher, wenn die Muskelmasse mit dem SMI (angepasst an das Gewicht) nach Janssen et al. (2002) definiert wird, verglichen mit der IWGS Definition. Werden auch Kriterien zur Muskelkraft und Muskelfunktion berücksichtigt, fällt die Prävalenz von Sarkopenie deutlich geringer aus. Die Studie verdeutlicht also die Variation in der Prävalenz von Sarkopenie durch den Einsatz verschiedenster Diagnosemethoden. Der größte Unterschied zwischen IWGS und EWGSOP Kriterien liegt jedoch in der Auswahl der Muskelmasseindices. Bei schlanken Personen ist die Diagnose der Sarkopenie bei EWGSOP und IWGS Kriterien unter Verwendung des AMMI inkonsistenter. Daher kann die Diskrepanz der EWGSOP und IWGS Kriterien stark von demographischen Unterschieden der Studienpopulationen beeinflusst werden (Domiciano et al., 2013).

Obwohl die Bestimmung der Skelettmuskelmasse bei IWGS und EWGSOP Kriterien von entscheidender Bedeutung ist, gibt es keinen universellen empfohlenen Muskelmasseindex. Woods, Iuliano-Burns, King, Strauss, & Walker (2011) argumentieren, dass die zwei am häufigsten verwendeten Cut Points schließlich aus zwei verschiedenen Populationen stammen. Frühere Studien haben gezeigt, dass die Prävalenz von

Sarkopenie in der asiatischen Bevölkerung niedriger ist als in der kaukasischen und hispanischen Bevölkerung (Chien et al., 2008; Kim et al., 2010; Lau et al., 2005). In einer nationalen Untersuchung in Korea (Ostasien) von Kim et al. (2010) wurden nur 0,1% der Frauen als sarkopenisch unter Verwendung des AMMI bezeichnet. In jener Studie liegt eine niedrige Muskelmasse vor, wenn der Wert zwei Standardabweichungen unter dem Mittelwert der jungen Erwachsenen (Referenzgruppe) liegt. Die Ergebnisse der koreanischen Studie sind ähnlich zur Studie von Lee et al. (2013). Die Grenzwerte des AMMI in jener Studie liegen bei Männern bei 7,27 kg/m² und bei Frauen bei 5,44 kg/m². Ähnliche Ergebnisse liefern die „Rosetta-Studie“ (Männer: 7,26 kg/m²; Frauen: 5,45 kg/m²) von Baumgartner et al. (1998) und die „Health ABC-Studie“ (Männer: 7,25 kg/m²; Frauen: 5,67 kg/m²) von Delmonico et al. (2007). Niedrigere Werte sind aus der chinesischen Studie von Lau et al. (2005) berichtet worden (Männer: 5,72 kg/m²; Frauen: 4,82 kg/m²) und höhere Werte aus einer anderen taiwanesischen Studie (Chien et al., 2008), bei denen der relative SMI bei Männern bei 8,87 kg/m² und bei Frauen bei 6,42 kg/m² unter Verwendung der Bioimpedanzanalyse liegt. Domiciano et al. (2013) berichten, dass der AMMI die Prävalenz von Sarkopenie bei übergewichtigen und fettleibigen Menschen unterschätzen kann. Mehr als 95% der Personen, die in der Studie als sarkopenisch definiert werden, sind mager. In der Studie von Lee et al. (2013) haben auch die meisten schlanken Personen eine geringe Muskelmasse, wenn der AMMI herangezogen wurde. Unter Anwendung des SMI von Janssen et al. (2002) haben mehr übergewichtige und fettleibige Menschen eine geringe Muskelmasse.

Pagotto & Silveira (2014) haben die hohe Heterogenität in der Prävalenz von Sarkopenie von mehreren Studien untersucht. Die Autoren halten fest, dass 26 Studien (92,8%) die Skelettmuskelmasse als alleiniges Kriterium zur Diagnose von Sarkopenie heranziehen und sich lediglich 2 Studien (7,2%) auf alle drei Diagnosekriterien „Muskelmasse“, „Muskelkraft“ und „Muskeelfunktion“ stützen. Aus diesem Grund wurde nur das Diagnosekriterium „Skelettmuskelmasse“ zum weiteren Vergleich der Studien herangezogen. Um die Muskelmasse zu evaluieren, verwendeten 18 Studien (64,3%) die DXA und 8 Studien die BIA. Nur 2 Studien richteten sich an anthropometrische Messungen (Wadenumfang). Jene Studien, die die DXA als Messmethode heranzogen, verwendeten alle den appendikulären Skelettmuskelmasseindex von Baumgartner et al. (1998), definiert als die Summe der fettfreien Masse der Arme und Beine in kg, dividiert durch die Körpergröße zum Quadrat ($AMMI = AMM/Größe^2$) von. Jene 8 Studien, die die BIA als Methode verwendeten, griffen auf den Skelettmuskelmasseindex (SMI) nach Janssen et al. (2002) zurück, wobei 5 davon den Skelettmuskelmasseindex angepasst an

die Größe ($SMI = \text{Skelettmuskelmasse} / \text{Größe}^2$) und 3 angepasst an das Körpergewicht ($SMI = \text{Skelettmuskelmasse} / \text{Körpergewicht} \times 100$) benutzten. Die 2 Studien, die anthropometrische Messungen zur Bestimmung der Muskelmasse heranzogen, setzten den Cut-Off Point des Wadenumfanges bei 31 cm fest.

Pagotto & Silveira (2014) halten weiters fest, dass es mehrere Referenzwerte zur Diagnose von Sarkopenie gibt, wobei zwei Standardabweichungen unterhalb des Durchschnittswertes von jungen Erwachsenen der am häufigsten verwendete Referenzwert (in 20 Studien), trotz mancher Einschränkungen, ist. 7 Studien verwenden dabei Referenzgruppen der amerikanischen Bevölkerung. Visser (2009) stellt fest, dass die meisten Studien zwar Cut-Off Points für eine geringe Muskelmasse definieren, aber dass keine Cut-Off Points existieren, die einen Verlust an Muskelmasse feststellen. Ebenso schlägt er vor, dass es besser wäre Vergleiche mit Referenzgruppen derselben Altersgruppe und keine Vergleiche mit jüngeren Referenzgruppen herzustellen. Viele Studien beweisen, dass nach dem 50. Lebensjahr das Skelettmuskelsystem einen fortschreitender Verlust aufweist und zu einer 1-2%igen Abnahme an Muskelmasse ab dem 50. Lebensjahr führt und dieser Prozess nach einem Alter von 60 ausgeprägter ist (Daley & Spinks, 2000; Janssen & Ross, 2005; McLean & Kiel, 2015). Daher ist Vorsicht geboten, wenn Vergleiche mit jüngeren Personengruppen herangezogen werden, da junge Menschen nicht den gleichen Faktoren ausgesetzt sind wie ältere Menschen (Beispiel: fortschreitender Verlust von Muskelmasse aufgrund des natürlichen Alterungsprozesses).

4 DISKUSSION

Das Altern ist ein fortschreitender Prozess, der sich nicht stoppen lässt. Jedoch kann einiges unternommen werden, um den Alterungsprozess entgegenwirken und verzögern zu können. Viele Menschen haben Angst vor dem Älterwerden und fürchten im Alter einsam zu sein oder an Mobilität und Selbstständigkeit zu verlieren. Ein höheres Lebensalter muss jedoch nicht zwangsläufig bedeuten, an Lebensqualität zu verlieren. Körperlich aktiv und fit zu bleiben wären wichtige Aspekte zur Aufrechterhaltung der Lebensqualität und zur Verzögerung des Alterungsprozesses. Aufgrund der Tatsache, dass sich bestimmte alterungsbedingte Veränderungen wie zum Beispiel eine Abnahme der Muskelmasse und Muskelkraft oder Muskelfunktion (Daley & Spinks, 2000; Janssen & Ross, 2005; Milanovic et al., 2013; Singh, 2002), Veränderungen in der Körperzusammensetzung (Janssen & Ross, 2005; Newman et al., 2003; Singh, 2002), ein alterstypischer Knochenabbau (Daley & Spinks, 2000; Edwards et al., 2015) oder Abnützungerscheinungen im Bewegungs- und Stützapparat (Bijlsma et al., 2011) nicht verhindern lassen, sollten ältere Menschen besonders lange aktiv und fit bleiben, um jene Veränderungen in Grenzen zu halten. Die körperliche Aktivität und körperliche Fitness sind zwei Begriffe, die zwar unterschiedlich in ihrer Bedeutung sind, aber sich gegenseitig stark beeinflussen. Die körperliche Aktivität dient als Oberbegriff für jede körperliche Bewegung und körperliche Fitness wird als jene Fähigkeit verstanden, körperliche Aktivität mit einer bestimmten Intensität und in einem bestimmten Umfang auszuführen (Brandes, 2012; Caspersen et al., 1985). Körperliche Fitness wird von zahlreichen physiologischen Komponenten (kardiorespiratorisch, muskulär, morphologisch, metabolisch und motorisch) beeinflusst, die dazu beitragen, körperliche Arbeit zu verrichten und den Gesundheitsstatus zu beeinflussen (Singh, 2002). Bei jedem einzelnen Menschen sind die Fitnesskomponenten unterschiedlich stark ausgeprägt und aus diesem Grund gibt es auch unterschiedlichste Methoden, um den körperlichen Fitnesszustand bei älteren Menschen zu erfassen.

Bezogen auf die körperliche Aktivitätsbestimmung bei älteren Personen gibt es subjektive und objektive Messverfahren. Subjektive Methoden beinhalten Fragebogenerhebungen, Sporttagebücher und Interviews. Die Vorteile solcher Methoden sind die geringen Kosten und der minimale zeitliche Aufwand. Nachteile sind jedoch die „recall bias“ (Erinnerungsverzerrungen), die bei älteren Personen besonders häufig auftreten. Somit

wird ein falsches Aktivitätsmuster aufgefasst, welches nur qualitativ bestimmt werden kann (Hertogh et al., 2008; Müller et al., 2010). Objektive Messmethoden hingegen können körperliche Aktivität quantitativ erfassen und können somit ein genaues individuelles Aktivitätsmuster festlegen. Dies kann mit Schrittzählern (Pedometer), Herzfrequenzmonitoren oder Beschleunigungssensoren (Akzelerometer) erfolgen. Während Pedometer nur Schrittaktivitäten aufzeichnen, geben Akzelerometer exakte Auskünfte über Umfang, Häufigkeit, Dauer sowie Intensität körperlicher Aktivitäten (Crouter et al., 2003; Müller et al., 2010). Bei Akzelerometermessungen gibt es jedoch einige Punkte, die bei der Messung von älteren Personen berücksichtigt werden müssen. Da sich ältere Personen vorwiegend in niedrigen Intensitäten und daher weniger in hochintensiven Aktivitäten bewegen, müssen andere Cut Points für die Intensitätsbereiche gewählt werden als beispielsweise bei Kindern. Ebenso wird das Tragen des Akzelerometers oftmals vergessen, da Probleme mit dem Gedächtnis- und Erinnerungsvermögen mit zunehmendem Alter auftreten (Murphy, 2009). Trotzdem geben objektive Messmethoden zuverlässigere und genauere Angaben zum körperlichen Aktivitätsverhalten als subjektive Methoden. Eine Kombination aus objektiven und subjektiven Methoden wäre eine weitere Möglichkeit, um körperliche Aktivität genauer zu bestimmen.

Zur Bestimmung der Komponenten der körperlichen Fitness sind spezifische Tests erforderlich, da körperliche Fitness nicht durch einen einzelnen Test beurteilt wird, sondern nur mit Hilfe einer komplexen Testbatterie (Gail & Künzell, 2015). Die am häufigsten verwendete Testbatterie zur Überprüfung des Fitnessstatus bei älteren Personen ist der Senior Fitness Test von Rikli & Jones (1999), der sechs Einzeltestungen beinhaltet. Eine weitere Testbatterie, die der Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit dient, ist die „Short Physical Performance Battery“ (Guralnik et al., 1994). Beide Testbatterien sind hinsichtlich ihrer Reliabilität, Validität und Durchführbarkeit überprüft worden und werden speziell zur Überprüfung des Fitnesszustandes bei älteren Personen eingesetzt.

Aber nicht nur der körperliche Aktivitäts- und Fitnessstatus ist für das erfolgreiche Altern entscheidend, sondern auch die Prävention von Sarkopenie, die nach Janssen & Ross (2005) als altersbedingter Verlust an Muskelmasse,- kraft, und -funktion definiert wird. Aufgrund der altersbedingten Abbauprozesse im Körper, nimmt die Diagnose von Sarkopenie im Alter einen hohen Stellenwert ein, da sie mittlerweile ein großes öffentliches Gesundheitsproblem in der älteren Bevölkerung darstellt. Für ein gültiges und zuverlässiges Screening- bzw. Diagnoseverfahren zur Beurteilung von Sarkopenie,

müssen also geeignete Methoden zur Bestimmung jener 3 Parameter gefunden werden. „Goldstandards“ zur Überprüfung der Muskelmasse sind die MRT und CT. Die DEXA-Methode zählt zwar nicht zu den Goldstandards, dafür wird sie oft als Referenzmethode verwendet und bietet eine billigere und schnellere Möglichkeit als die anderen Goldstandards zur Bestimmung der Muskelmasse (Chen et al., 2007). Die DEXA ist jedoch schwieriger operationalisierbar und schwerer zugänglich im Gesundheitswesen aufgrund erhöhter Kosten und spezialisierten beruflichen Anforderungen. Daher wird empfohlen, auch andere Methoden, wie zum Beispiel die BIA zu verwenden (Lee et al., 2013). Die BIA eignet sich für ein schnelles Screening der Muskelmasse, kann gut in häuslicher Umgebung durchgeführt werden und ist daher bei Feldmessungen klar im Vorteil, da die erforderliche Ausrüstung gut tragbar und transportabel ist. Sie ist einfach zu bedienen, nicht so teuer wie bildgebende Verfahren, leicht reproduzierbar und angemessen für ambulante und bettlägerige Personen (Janssen et al., 2000; Rech et al., 2008). Der Nachteil an der BIA ist, dass die Messung von Schwankungen im Wasserhaushalt abhängig ist. Das Messverfahren wird unter Standardbedingungen schon länger als 10 Jahre verwendet und die BIA Ergebnisse korrelieren sehr gut mit dem MRT Verfahren ($r=0,86$) Die Gültigkeit der BIA ist immer stark abhängig von Alter, Geschlecht sowie anderen Einflüssen, weil beispielsweise Ödeme, Diuretika, Prothesen, etc. BIA Messungen verfälschen bzw. behindern (Janssen et al., 2000). Die Ultraschalluntersuchung ist eine weitere Methode zur Muskelmassebestimmung. Sie stellt keine nachweisbaren Gesundheitsrisiken dar und ist keiner Strahlung ausgesetzt. Ultraschall kann zwischen viszeralem Fettgewebe und Unterhautfettgewebe unterscheiden. Das Ultraschallverfahren ist schneller und weniger kostspielig als andere Laborverfahren. Es gibt jedoch auch einige Einschränkungen bzw. Limitierungen (Beispiel: Artefakte, keine standardisierten Messverfahren und Techniken, geschultes Personal erforderlich) (Wagner, 2013).

Eine gültige und zuverlässige Methode zur Beurteilung der Muskelkraft stellt der tragbare Dynamometer (HHD) dar. Die Messung der Handgriffkraft wird dabei als häufige Untersuchungsmethode herangezogen, da sie einfach und schnell durchführbar ist sowie kostengünstig im Vergleich zu isokinetischen und isometrischen Dynamometern ist. Die Validität und Reliabilität wurde umfassend überprüft (Roberts et al., 2011). Weitere Tests zur Muskelkraftbestimmung stellen 1-RM Tests dar. Sie werden allerdings für ältere Menschen nicht empfohlen, da sie maximale Anstrengungen erfordern und es meist zu Pressatmungen kommt (Gaines & Talbot, 1999). Stattdessen kann die Muskelkraft im Bereich der unteren Extremität auch mittels eines funktionellen Tests, dem „30- Sekunden

Aufstehetest“, beurteilt werden. Rikli & Jones (1999) überprüften den Aufstehetest hinsichtlich der Gütekriterien Reliabilität ($ICC = 0,84 - 0,92$) und Validität ($r = 0,77$, Vergleich mit 1RM an Beinpresse). In Hinblick auf die körperliche Leistungsfähigkeit werden die „Short Physical Performance Battery“ (SPPB) und die Ermittlung der Gehgeschwindigkeit aufgrund der guten Messeigenschaft empfohlen. Cooper et al. (2010) stellten zum Beispiel fest, dass die Gehgeschwindigkeit, der Aufstehetest vom Stuhl sowie die Balancefähigkeit (Komponenten der SPPB) mit der Mortalitätsrate assoziiert werden konnte.

Um Muskelmasse, Muskelkraft und körperliche Leistungsfähigkeit in häuslicher Umgebung bzw. in einer Hausarztpraxis zu messen, sind die BIA zur Bestimmung der Muskelmasse, der HHD zur Bestimmung der Muskelkraft und die Gehgeschwindigkeit über eine kurze Distanz bzw. die SPPB zur Muskelfunktionsbestimmung zu empfehlen, da diese Methoden leicht ausführbar und das entsprechende Equipment nicht zu teuer und transportabel ist. Da jedoch die Gültigkeit der BIA aufgrund mehrerer Faktoren nicht optimal ist, empfiehlt die EWGSOP für ein erstes Screening zuerst eine Messung der Muskelkraft und körperlichen Leistungsfähigkeit. Wenn die Messergebnisse unter den Normalwerten liegen, wird anschließend die Muskelmasse bestimmt (DXA oder BIA). Der Einsatz solcher Methoden zur Bestimmung der Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion zur Früherkennung und Diagnose von Sarkopenie bei älteren Personen ist bisher zwar wissenschaftlich untersucht worden, eine genaue Empfehlung gibt es jedoch noch nicht. Daher sind weitere Forschungsmaßnahmen auf diesem Gebiet unbedingt notwendig (Mijnarends et al, 2013).

Aufgrund der unterschiedlichsten Diagnosemethoden und –kriterien sowie Cut-Off Points zur Bestimmung von Sarkopenie, fällt die Prävalenzrate unterschiedlich aus und ein Vergleich zwischen vielen Studien ist nur schwer möglich. Trotz der Unterschiede, die zwischen einzelnen Studien auftreten, hat ein erheblicher Anteil der älteren Bevölkerung Sarkopenie, sogar die gesunde Bevölkerung (Baumgartner et al., 1998). Erste Definitionen beschränken die Sarkopenie auf den Verlust an Muskelmasse. Hier sei die Definition von Baumgartner et al. (1998) erwähnenswert, die die mittels DEXA bestimmte appendikuläre Muskelmasse durch das Quadrat der Körpergröße teilen. Daraus ergibt sich ein appendikulärer Skelettmuskelmasseindex (AMMI) und als sarkopenisch gelten all jene Personen, deren Quotient mehr als zwei Standardabweichungen unterhalb des Mittelwertes einer jungen Referenzpopulation gleichen Geschlechts (18-39 Jahre) liegt. Der Index wird in vielen Studien aus unterschiedlichen Ländern angewendet (Delmonico et al., 2007; Di Monaco et al., 2012; Domiciano et al., 2013; Kim et al., 2010; Lau et al.,

2005; Newman et al., 2003; Wen et al., 2011; Woo et al., 2009), hat jedoch einige Einschränkungen: Die Testpersonen stammen alle aus New Mexico und daher weist die Verwendung der AMMI Klassifikation für andere Populationen eine hohe Variabilität in der Prävalenz von Sarkopenie auf. Diese sind aufgrund von unterschiedlichen Rassenmerkmalen, körperlichen Verfassungen, kulturellen Aspekten sowie unterschiedlichen Ernährungsweisen und Lebensqualitäten älterer Menschen aus unterschiedlichen Kontinenten zurückzuführen (Pagotto & Silveira, 2014). Einen ähnlichen Ansatz verfolgen Janssen et al. (2002), die die mittels BIA bestimmte fettfreie Masse auf die Gesamtkörpermasse beziehen. Sie definieren einen Skelettmuskelmasseindex als Skelettmuskelmasse dividiert durch das Körpergewicht multipliziert mit 100. Bei jener Definition werden zwei Klassen von Sarkopenie unterschieden: Bei Personen mit einem Skelettmuskelindex, der zwischen einer und zwei Standardabweichungen unter dem geschlechtsspezifischen Mittelwert einer jungen Referenzgruppe liegt, wird die Sarkopenie als Klasse I definiert. Liegt der Index dagegen unter zwei oder mehr Standardabweichungen, wird die Sarkopenie der Klasse II zugeordnet. Auch bei jenem Index variiert die Prävalenz aufgrund unterschiedlicher Merkmale der Studienpopulationen, Cut- Off Points und Referenzwerte sowie aufgrund inhärenter Beschränkungen der BIA, die eine Standardabweichung von 9% in der Bestimmung von Muskelmasse darstellt. So kann der Anstieg des Gesamtkörperwassers zu einer Unterschätzung der Fettkörpermasse und somit zu einer Überschätzung der fettfreien Körpermasse führen (Janssen et al., 2000). Wenn die Muskelmasse bestimmt werden soll, gilt es zu klären, ob man sich auf die Extremitätenmuskelmasse oder die Gesamtmuskelmasse beziehen will. Dies hängt in erster Linie von der gewählten Messmethode ab. So misst die BIA die Gesamtmuskelmasse, die DXA die Extremitätenmuskelmasse. Es erscheint ebenso fraglich, welcher fortschreitende Verlust an Muskelmasse als Folge des Alterungsprozesses noch akzeptabel ist und welche Grenzwerte einen schädlichen Verlust identifizieren. Das heißt zum Beispiel, dass ab einem bestimmten Verlust an Muskelmasse die erhöhte Gefahr besteht, zu stürzen, abhängiger und gebrechlicher zu werden. All das sind bedeutende Fragen, die zukünftig in der Forschung und in prospektiven Studien behandelt und hinterfragt werden sollten.

Anhand der Definitionen von Baumgartner et al. (1998) und Janssen et al. (2002) ist es allerdings nicht möglich, einen engeren Bezug zur Funktionalität der von einer Sarkopenie betroffenen Populationen herzustellen. Somit ist die Erstellung einer alternativen und universellen Definition notwendig. Aus diesem Anlass sind eine europäische und eine internationale Arbeitsgruppe zur Sarkopenie bei älteren Personen (EWGSOP und IWGS)

gegründet worden. Die Arbeitsgruppen argumentieren, dass die Sarkopenie nicht nur durch die Bestimmung der Muskelmasse festgelegt werden kann, sondern auch funktionelle Parameter wie zum Beispiel die Ganggeschwindigkeit oder die Handgriffkraftstärke zur Diagnose von Sarkopenie berücksichtigt werden sollten. Eine isolierte Reduktion der Muskelmasse wird demnach als „Präsarkopenie“ bezeichnet und nicht mehr als alleiniges Beurteilungskriterium herangezogen (Cruz-Jentoft et al., 2010). Die 3 Diagnosekriterien der Sarkopenie „Muskelmasse“, „Muskelkraft“ und „Muskefunktion“, die von den Arbeitsgruppen definiert worden sind, weisen jedoch einige Limitierungen und Unstimmigkeiten auf. So kategorisiert die EWGSOP Personen mit normaler Gehgeschwindigkeit ($\geq 0,8$ m/s) und normaler Handgriffkraft (Männer >30 kg; Frauen >20 kg) als nicht sarkopenisch ohne einer Messung der Muskelmasse. Hingegen wird bei der IWGS mit der Bestimmung der Gehgeschwindigkeit (Cut Off Wert zwischen 0,8 und 1m/s) begonnen. Ist die Gehgeschwindigkeit langsamer als 0,8 m/s wird sofort die Skelettmuskelmasse bestimmt. Auf die Messung der Handgriffkraft wird verzichtet (Lee et al., 2013). Die Konsensusdefinitionen der EWGSOP und IWGS haben allerdings gemeinsam, dass sie sich neben einer apparativen Messung der Skelettmuskelmasse auf mindestens ein funktionelles Kriterium stützen. Die ursprünglichen Versuche (Bsp. Rosenberg 1989), Sarkopenie zu definieren, haben sich lediglich auf die Muskelmasse fokussiert.

Eine weitere Problematik liegt in der Bestimmung einer geeigneten Referenzgruppe. Referenzwerte für Sarkopenie müssen geschlechtsspezifisch und eventuell auch ethnisch spezifisch sein. Der am häufigsten verwendete Referenzwert zur Diagnose von Sarkopenie liegt bei zwei Standardabweichungen unterhalb des Durchschnittswertes von jungen Erwachsenen im Alter von 18-39 Jahren (Pagotto & Silveira, 2014). Visser (2009) schlägt vor, dass es besser wäre Vergleiche mit Referenzgruppen derselben Altersgruppe und keine Vergleiche mit jüngeren Referenzgruppen herzustellen. Viele Studien beweisen, dass nach dem 30. Lebensjahr das Skelettmuskelsystem einen fortschreitender Verlust aufweist und eine 1-2%ige Abnahme an Muskelmasse ab dem 50. Lebensjahr eintritt und dieser Prozess nach einem Alter von 60 noch viel ausgeprägter ist (Daley & Spinks, 2000; Janssen & Ross, 2005; Lean & Kiel, 2015). Wenn also Vergleiche mit jüngeren Personengruppen getroffen werden, muss beachtet werden, dass junge Menschen nicht den gleichen Faktoren ausgesetzt sind wie ältere Menschen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die unterschiedlichen Definitionsansätze zur Sarkopenie, die Auswahl an Referenzgruppen und Diagnosemethoden sowie die Bestimmung von geeigneten Cut-Off Werten für

Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion mit Berücksichtigung geschlechtsspezifischer und ethnischer Unterschiede einen wesentlichen Einfluss auf die Epidemiologie und Prävalenz von Sarkopenie haben. Diese Punkte gilt es zu berücksichtigen, wenn universelle und internationale Diagnosekriterien zur Sarkopenie definiert werden.

Aufgrund der Tatsache, dass der altersbedingte Abbau von Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion bereits ab dem 50. Lebensjahr beginnt und viele ältere Personen an Sarkopenie leiden, soll nun im nachfolgenden Kapitel ein Studienprotokoll zum Thema „Muskelmasse und –funktion im Alter- Erhebung von Referenzwerten eines repräsentativen Kollektivs“ erstellt werden, mit dem Ziel, den körperlichen Aktivitäts- und Fitnesszustand von älteren Personen zu überprüfen und eigene Referenzwerte zu definieren, die im klinischen Setting ebenso angewendet werden können wie für gesunde Personen im Alter über 65 Jahren. Dabei sollen gefährdete Personen identifiziert werden, um rechtzeitig Interventionsmaßnahmen einleiten zu können. Das Studienprotokoll dient als exemplarischer Entwurf, der in weiterer Folge in die Praxis umgesetzt werden könnte. Die Auswahl der Methoden orientiert sich an die in der Arbeit herausgearbeiteten Ergebnisse und Erkenntnisse. Dabei werden die Gütekriterien Validität, Reliabilität und Durchführbarkeit mitberücksichtigt. Bezogen auf die Stichprobengröße ist zu erwähnen, dass in zahlreichen Studien aus Amerika oder Italien („NHANES III Study“; „InCHIANTI Study“; „Health ABC Study“, etc.) mehr als 1000 Personen getestet wurden. Daher wird für die nachfolgend beschriebene Studie eine notwendige Stichprobenanzahl von etwa 1000 TeilnehmerInnen vorausgesetzt.

5 ERSTELLEN EINES STUDIENPROTOKOLLS

5.1 HINTERGRUND

Aufgrund des fortschreitenden Alterungsprozesses sollten ältere Personen besonders körperlich aktiv und fit sein. In der Masterarbeit sind die unterschiedlichsten Methoden zur Erfassung des körperlichen Aktivitäts- und Fitnesszustandes bei älteren Personen gegenübergestellt und diskutiert worden. Aus diesem Grund wird im folgenden Kapitel ein Studienprotokoll für eine künftige empirische Studie entwickelt, mit dem Ziel, den körperlichen Aktivitäts- und Fitnesszustand von älteren Personen zu bestimmen sowie eigene Referenzwerte zu finden, die im klinischen Setting ebenso angewendet werden können wie für gesunde Personen im Alter über 65 Jahren.

5.2 STUDIENDESIGN

Beim Studiendesign handelt es sich um eine Querschnittstudie, das heißt, dass die Studie nur einmalig durchgeführt wird. Beim Querschnittsdesign werden Zufallsstichproben verwendet, um die Repräsentativität zu gewährleisten.

5.3 ZIELGRUPPE

5.3.1 ZIELGRUPPENGROÖÖE

Die Studienpopulation umfasst insgesamt 1000 freiwillige Teilnehmerinnen und Teilnehmer (n=1000) im Alter von 65+.

5.3.2 EIN –UND AUSSCHLUSSKRITERIEN (VORANAMNESE)

Voraussetzungen für die Teilnahme an der wissenschaftlichen Studie sind Männer und Frauen im Alter von 65+. Ebenso sollen sie körperlich und geistig fit sein sowie ein selbstständiges Leben führen können. Um jene Einschlusskriterien überprüfen zu können, wird anhand eines kurzen Fragebogens (siehe Anhang), der insgesamt 9 Fragen umfasst, an die Probandinnen und Probanden ausgeteilt. Nach dem Ausfüllen kontrolliert ein Arzt

bzw. eine Ärztin den Fragebogen und entscheidet, ob die Testperson an der Studie teilnehmen kann. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden telefonisch informiert, ob sie die Einschlusskriterien erfüllen. Erfüllen sie die Kriterien, werden sie zur Eingangsuntersuchung eingeladen.

5.4 STUDIENABLAUF

EINGANGSUNTERSUCHUNG

Zunächst wird in einer Eingangsuntersuchung genauer überprüft, ob die Probandin bzw. der Proband auch wirklich alle Voraussetzungen erfüllt, die eine Teilnahme an der Studie ermöglichen. Um in die Studie aufgenommen werden zu können, muss sie bzw. er mindestens 65 Jahre alt sein und geistig sowie körperlich in der Lage sein, bestimmte Aufgaben, die in weiterer Folge beschrieben werden, zu absolvieren. Die Eingangsuntersuchung nimmt insgesamt 2-3 Stunden in Anspruch.

ANAMNESEGESPRÄCH

Zu Beginn wird ein Anamnesegespräch mit der Testperson geführt. In diesem wird der kurze Fragebogen nochmals besprochen. Anschließend findet eine Überprüfung der Gedächtnisleistung mittels „Mini Mental State Test“ (MMST) nach Folstein, Folstein, & McHugh (1975) statt. Dazu werden der Probandin bzw. dem Probanden insgesamt 10 Fragen gestellt. Der Test nimmt in etwa 10 Minuten in Anspruch. Der MMST kann den Schweregrad von kognitiven Beeinträchtigungen gut abschätzen. Im ersten Teil des Tests werden das Orientierungsvermögen, die Merk- und Erinnerungsfähigkeit sowie die Aufmerksamkeit mit Fragen überprüft. Die maximale Punkteanzahl im ersten Teil sind 21 Punkte. Beim zweiten Teil werden Fähigkeiten des Sprachvermögen und Verständnis geprüft. Hier liegt die maximale Punktezahl bei 9. Eine Gesamtpunkteanzahl von 20 Punkten oder weniger sind ausschließlich bei Personen mit kognitiven Einschränkungen zu erkennen. Nach Überprüfung der Gedächtnisleistung entscheidet der Arzt bzw. die Ärztin, ob die Probandin bzw. der Proband an der Studie teilnehmen darf bzw. ob keine gesundheitlichen Bedenken bestehen, an der Studie teilzunehmen.

BESTIMMUNG DES FITNESSSTATUS

Nach Einwilligung an der Studie teilnehmen zu wollen, folgt der eigentliche Studienbeginn. Zu Beginn werden die Muskelkraft und die Muskelfunktion bestimmt (EWGSOP Empfehlung). Zur Überprüfung der allgemeinen Muskelkraft wird die isometrische Handgriffkraftmessung herangezogen. Da die isometrische Handgriffkraftmessung stark mit der Muskelkraft der unteren Extremität, der Beinstreckkraft und der Wadenmuskelquerschnittfläche korreliert (Lauretani et al., 2003), stellt sie eine kostengünstigere, leichter durchführbare und benutzerfreundlichere Alternative im Vergleich mit isokinetischen Dynamometern dar. Eine geringe Handgriffkraftstärke ist ein klinischer Marker für Mobilitätseinschränkungen und bietet teilweise eine bessere Prognose als eine geringe Muskelmasse (Sallinen et al., 2010). Da die genauen Werte der Handgriffkraftmessung vom Testprotokoll beeinflusst werden, ist ein standardisiertes Testprotokoll Voraussetzung für reliable und gültige Messungen. Die amerikanische Gesellschaft der Handtherapeuten (ASHT) hat zum Beispiel ein standardisiertes Testprotokoll zur Handgriffkraftmessung definiert, um möglichst gleiche Testbedingungen gewährleisten zu können (Roberts et al., 2011).

Zur Überprüfung der Muskelkraft für die untere Extremität wird der funktionelle „30-Sekunden Aufstehetest“ herangezogen. Der Test wird gewählt, da er einfach und schnell durchführbar ist, kein spezielles Equipment erfordert sowie reliabel ($ICC = 0,84 - 0,92$) und valide ($r = 0,77$) ist. Um die funktionelle Kraft auch in den oberen Extremitäten zu erfassen, kann zusätzlich noch der Arm Curl Test nach Rikli & Jones (1999) durchgeführt werden. Er liefert ebenso Daten zur Reliabilität ($ICC = 0,81$) und Validität ($r = 0,78 - 0,81$), ist schnell und einfach durchführbar. In Bezug auf die Überprüfung der Muskelfunktion wird die Gehgeschwindigkeit ermittelt. Sie ist die schnellste und einfachste Methode zur Muskelfunktionsüberprüfung und wurde in zahlreichen Studien verwendet und hinsichtlich der Gütekriterien überprüft (Bohannon, 1998; Guralnik et al., 2000; Guralnik et al., 1994; Hoeymans et al., 1997; Kim et al., 2009; Ostchega et al., 2000; Rolland et al., 2004; Sayers et al., 2006; Steffen et al., 2002). Zusätzlich kann noch der 6 Minuten Gehstest für die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit und der TUG Test zur Beurteilung der Beweglichkeit und des Körpergleichgewichts getestet werden. Beide Verfahren wurden auf Reliabilität und Validität überprüft (Steffen et al., 2002). Sollten die Ergebnisse der Muskelkraft und Muskelfunktion unter den geschlechtsspezifischen Referenzwerten (vgl. Tabelle 21) liegen, wird zusätzlich die Muskelmasse mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse bestimmt. Da die Studie eine große Studienpopulation umfasst, wird die BIA zur Muskelmassebestimmung gewählt, da sie nicht so teuer und schneller

durchführbar ist verglichen mit DEXA, CT und MRT. Sie wurde in zahlreichen Studien eingesetzt und Daten zur Reliabilität (ICC= 0,75 – 0,95) und Validität ($r= 0,83 – 0,92$) liegen vor (Buckinx et al., 2015; Deurenberg et al., 1990; Dey et al., 2003; Janssen et al., 2000; Kyle et al., 2001; Ling et al., 2011; Rech et al., 2008; Roubenoff et al., 1997). Ein standardisiertes Messprotokoll zur Gewährleistung der Reliabilität und Validität ist jedoch zu empfehlen, um möglichst gleiche Testbedingungen (Vorbereitung zur Messung, richtige Messtechnik, Berücksichtigung von Fremd - bzw. Störfrequenzen, richtige Platzierung der Elektroden etc.) zu schaffen. Die BIA hat leider den Nachteil, dass aufgrund rascher Veränderungen im Flüssigkeitsstatus die Werte bei Einzelmessungen variieren können, was bei älteren Personen häufig der Fall sein kann (Janssen et al., 2002).

BESTIMMUNG DES KÖRPERLICHEN AKTIVITÄTSZUSTANDES

Nach der Bestimmung der Komponenten der körperlichen Fitness wird abschließend noch eine körperliche Aktivitätsmessung durchgeführt. Eine einfache und schnell durchführbare objektive Methode zur Bestimmung der körperlichen Aktivität stellt die Schrittzählermessung dar. Eine genaue Aufzeichnung des Aktivitätsmusters mittels Akzelerometer, die exakte Auskünfte über Umfang, Häufigkeit, Dauer sowie Intensität geben können, ist in jener Studie nicht unbedingt erforderlich. Außerdem gibt es einige Nachteile bei der Verwendung von Akzelerometern bei älteren Personen (Bsp. recall bias, Festlegung von geeigneten Cut- Off Points, Einhalten der Tragebedingungen, Einschränkungen in Alltagsaktivitäten, etc.). Um nun ein genaueres Aktivitätsprofil zu bekommen, wird zusätzlich zur Schrittzählermessung (Beobachtungszeitraum 7 Tage) ein Fragebogen zum aktuellen Gesundheitszustand und körperlichen Aktivitätsverhalten ausgefüllt (siehe Anhang). Somit kann eine optimale Kombination aus objektiven und subjektiven Messverfahren gewährleistet werden. Im ersten Teil des Fragebogens werden sozioökonomische Faktoren (Lebensumstände) wie Berufstätigkeit, Schulbildung, Haushalt, Arbeits- und Wohnverhältnisse abgefragt. Der zweite Teil des Fragebogens dient zur Beurteilung des Gesundheitszustandes. Die Fragen richten sich an den Fragebogen „Short Form 36“ der ein krankheitsübergreifendes Messinstrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität ist (Bullinger, 1995). Er besteht aus 36 Items und umfasst 8 Dimensionen der subjektiven Gesundheit: körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Rollenfunktion, körperliche Schmerzen, allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, soziale Funktionsfähigkeit, emotionale Rollenfunktion und psychisches Wohlbefinden. Im Anschluss an den SF- 36 werden noch weitere Fragen

zum Thema Gesundheit wie Krankenhausaufenthalte, Medikamenteneinnahme, Gehhilfen, Mobilität, Bewegungseinschränkungen und Krankheiten gestellt. Im dritten und vierten Teil des Fragebogens werden Lebensstilfaktoren wie Ernährung, Rauchverhalten, Alkohol und subjektives körperliches Aktivitätsverhalten abgefragt. Die Fragen zum Ernährungszustand richten sich an den „Mini Nutritional Assessment (MNA)“ von Huhmann, Perez, Alexander, & Thomas (2013). Der MNA ist ein valdierter Ernährungsfragebogen für ältere Personen (65 Jahre und älter). Er wurde vor fast 20 Jahren entwickelt und beinhaltet 18 Fragen. Er kann selbstaufgefüllt oder auch in einem Anamnesegespräch von Ärztinnen und Ärzten ausgefüllt werden. In der Studie von Huhmann et al. (2013) wird der selbstaufgefüllte Fragebogen mit dem ursprünglichen MNA (von Ärztinnen und Ärzten ausgefüllt) verglichen. Es stellt sich heraus, dass der selbstaufgefüllte Fragebogen ein weiteres valides und aussagekräftiges Messinstrument zur Beurteilung des Ernährungszustands darstellt und öfters bei selbstständig lebenden Personen verwendet werden kann. Im vierten Teil des Fragebogens zum subjektiven körperlichen Aktivitätsverhalten richten sich die Fragen an den „Physical Activity Scale for the Elderly“ (PASE). Der PASE ist ein häufig eingesetztes, valides sowie testökonomisches Verfahren, welches das Ausmaß körperlicher Aktivität von älteren Personen (ab 65 Jahren) überprüfen soll. Es werden Fragen zum körperlichen Aktivitätsverhalten aus den Bereichen „Freizeitaktivitäten, Haushaltsaktivitäten und arbeitsbezogene Aktivitäten“ über einen Zeitraum von einer Woche gestellt. Pro Bereich werden die „Anzahl der Tage pro Woche“ und die „Anzahl der Stunden pro Woche“ abgefragt (siehe Anhang). Die Gültigkeit und Zuverlässigkeit des Fragebogens wird in der Studie von Washburn et al. (1993) überprüft.

Das exemplarische Studienprotokoll soll einen groben Überblick verschaffen, wie eine praktische Studie zum Thema „Muskelmasse – und Muskelfunktion im Alter“ bei älteren, gesunden Personen aussehen könnte. Aufgrund des fortschreitenden Alterungsprozesses sollten ältere Personen besonders körperlich aktiv und fit sein. Die Sarkopenie ist ein multifaktorielles Geschehen, welches möglichst früh behandelt werden sollte. Das primäre Ziel jener Studie ist, gefährdete Personen rechtzeitig zu identifizieren um anschließende Interventions- und Therapiemaßnahmen einleiten zu können.

6 CONCLUSIO

Die vorliegende Diplomarbeit gibt einerseits einen Überblick zu den Methoden der körperlichen Aktivität und körperlichen Fitness bei älteren Personen geben und andererseits die Auswirkungen der unterschiedlichen Methoden auf die Definition und Diagnose von Sarkopenie darstellen. Der Erhalt von Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion bis ins hohe Alter ist aufgrund des fortschreitenden Alterungsprozesses nur schwer zu erreichen. Ein guter körperlicher Aktivitäts- und Fitnesszustand bedeuten gleichzeitig mehr Lebensqualität und Selbstständigkeit im Alter. Es bleibt zu hoffen, dass dem Phänomen der Sarkopenie zukünftig noch viel mehr Aufmerksamkeit sowohl in der Forschung als auch in der klinischen Praxis geschenkt wird, damit es gelingt, möglichst viele Menschen bis ins hohe Alter körperlich aktiv und fit zu halten, um in weiterer Folge die Selbstständigkeit möglichst lange aufrechtzuerhalten. Aufgrund der Tatsache, dass verschiedene Definitionsansätze zur Sarkopenie existieren, werden auch unterschiedlichste Diagnoseverfahren angewendet. Zukünftig wäre es wichtig, repräsentative Cut-Off Werte zur Muskelmasse, Muskelkraft und Muskelfunktion zu finden, die universell für alle Menschen mit Berücksichtigung geschlechtsspezifischer und ethnischer Unterschiede gleich gelten können. Das in der Diplomarbeit vorgeschlagene Studienprotokoll zum Thema „Muskelmasse und – funktion im Alter“ soll dazu anregen, auf diesem Gebiet mehr Forschungsinteresse zu zeigen, da die Sarkopenie ein weltweites Gesundheitsproblem darstellt und viele der älteren Bevölkerung davon betroffen sind.

LITERATURVERZEICHNIS

- Abizanda, P., Navarro, J. L., Garcia-Tomas, M. I., Lopez-Jimenez, E., Martinez-Sanchez, E., & Paterna, G. (2012). Validity and usefulness of hand-held dynamometry for measuring muscle strength in community-dwelling older persons. *Arch Gerontol Geriatr*, *54*(1), 21-27. doi: 10.1016/j.archger.2011.02.006
- ActiGraph. (2010). ActiLife 5 -User's Manual *ActiGraph R&D and Software Departments* (pp. 1-82).
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., . . . Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*, *32*(9 Suppl), S498-504.
- Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A., & Wolf, J. (2007). *Methodik der empirischen Forschung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- AmericanThoracicSociety. (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, *166*(1), 111-117. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102
- Arnardottir, N. Y., Koster, A., Van Domelen, D. R., Brychta, R. J., Caserotti, P., Eiriksdottir, G., . . . Sveinsson, T. (2013). Objective measurements of daily physical activity patterns and sedentary behaviour in older adults: Age, Gene/Environment Susceptibility-Reykjavik Study. *Age Ageing*, *42*(2), 222-229. doi: 10.1093/ageing/afs160
- Arnold, C. M., Warkentin, K. D., Chilibeck, P. D., & Magnus, C. R. (2010). The reliability and validity of handheld dynamometry for the measurement of lower-extremity muscle strength in older adults. *J Strength Cond Res*, *24*(3), 815-824. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181aa36b8
- Arvidsson, D., Kawakami, N., Ohlsson, H., & Sundquist, K. (2012). Physical activity and concordance between objective and perceived walkability. *Med Sci Sports Exerc*, *44*(2), 280-287. doi: 10.1249/MSS.0b013e31822a9289
- Balage, M., Averous, J., Remond, D., Bos, C., Pujos-Guillot, E., Papet, I., . . . Dardevet, D. (2010). Presence of low-grade inflammation impaired postprandial stimulation of muscle protein synthesis in old rats. *J Nutr Biochem*, *21*(4), 325-331. doi: 10.1016/j.jnutbio.2009.01.005
- Barry, E., Galvin, R., Keogh, C., Horgan, F., & Fahey, T. (2014). Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta- analysis. *BMC Geriatrics*, *14*, 1-14.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., . . . Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, *147*(8), 755-763.

- Bean, J. F., Kiely, D. K., Herman, S., Leveille, S. G., Mizer, K., Frontera, W. R., & Fielding, R. A. (2002a). The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc*, *50*(3), 461-467.
- Bean, J. F., Kiely, D. K., Leveille, S. G., Herman, S., Huynh, C., Fielding, R., & Frontera, W. (2002b). The 6-minute walk test in mobility-limited elders: what is being measured? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *57*(11), M751-756.
- Beudart, C., Reginster, J. Y., Slomian, J., Buckinx, F., Locquet, M., & Bruyere, O. (2014). Prevalence of sarcopenia: the impact of different diagnostic cut-off limits. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, *14*(4), 425-431.
- Becker, C., Freiburger, E., Hammes, A., Lindemann, U., Regelin, P., & Winkler, J. (2010). *Sturzprophylaxe- Training 2010*: Meyer & Meyer.
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health*, *83 Suppl 2*, S7-11.
- Bijlsma, J. W., Berenbaum, F., & Lafeber, F. P. (2011). Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. *Lancet*, *377*(9783), 2115-2126. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60243-2
- Blair, S. N., Kohl, H. W., 3rd, Paffenbarger, R. S., Jr., Clark, D. G., Cooper, K. H., & Gibbons, L. W. (1989). Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*, *262*(17), 2395-2401.
- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*, *26*(1), 15-19.
- Bohannon, R. W. (1998). Alternatives for measuring knee extension strength of the elderly at home. *Clin Rehabil*, *12*(5), 434-440.
- Bohannon, R. W. (2011). Test-retest reliability of the five-repetition sit-to-stand test: a systematic review of the literature involving adults. *J Strength Cond Res*, *25*(11), 3205-3207. doi: 10.1519/JSC.0b013e318234e59f
- Brach, J. S., FitzGerald, S., Newman, A. B., Kelsey, S., Kuller, L., VanSwearingen, J. M., & Kriska, A. M. (2003). Physical activity and functional status in community-dwelling older women: a 14-year prospective study. *Arch Intern Med*, *163*(21), 2565-2571. doi: 10.1001/archinte.163.21.2565
- Brandes, M. (2012). Körperliche Aktivität oder Fitness: Was ist wichtiger für die Gesundheit? *Bundesgesundheitsblatt*, *55*, 96-101.
- Brill, P. A. (2004). *Functional Fitness For Older Adults*. United States: Human Kinetics.
- Buckinx, F., Reginster, J. Y., Dardenne, N., Croisier, J. L., Kaux, J. F., Beudart, C., . . . Bruyere, O. (2015). Concordance between muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and by dual energy X-ray absorptiometry: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*, *16*, 60. doi: 10.1186/s12891-015-0510-9
- Bucksch, J., & Schlicht, W. (2014). Sitzende Lebensweise als ein gesundheitlich riskantes Verhalten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, *65*(1), 15-21.

- Buess, D., & Kressig, R. W. (2013). [Sarcopenia: definition, diagnostics and therapy]. *Praxis (Bern 1994)*, 102(19), 1167-1170. doi: 10.1024/1661-8157/a001424
- Bullinger, M. (1995). German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: preliminary results from the IQOLA Project. International Quality of Life Assessment. *Soc Sci Med*, 41(10), 1359-1366.
- Busser, H. J., de Korte, W. G., Glerum, E. B., & van Lummel, R. C. (1998). Method for objective assessment of physical work load at the workplace. *Ergonomics*, 41(10), 1519-1526. doi: 10.1080/001401398186252
- Caspersen, C. J., Bloemberg, B. P., Saris, W. H., Merritt, R. K., & Kromhout, D. (1991). The prevalence of selected physical activities and their relation with coronary heart disease risk factors in elderly men: the Zutphen Study, 1985. *Am J Epidemiol*, 133(11), 1078-1092.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, 100(2), 126-131.
- Cawthon, P. M. (2015). Assessment of Lean Mass and Physical Performance in Sarcopenia. *J Clin Densitom*, 18(4), 467-471. doi: 10.1016/j.jocd.2015.05.063
- Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Penninx, B. W., . . . Body Composition, S. (2009). Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: results from the Health, Aging And Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*, 57(2), 251-259. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.02126.x
- Chen, Z., Wang, Z., Lohman, T., Heymsfield, S. B., Outwater, E., Nicholas, J. S., . . . Going, S. (2007). Dual-energy X-ray absorptiometry is a valid tool for assessing skeletal muscle mass in older women. *J Nutr*, 137(12), 2775-2780.
- Chien, M. Y., Huang, T. Y., & Wu, Y. T. (2008). Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *J Am Geriatr Soc*, 56(9), 1710-1715. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01854.x
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(7), 1510-1530. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. United States of America: Lawrence Erlbaum Associates
- Colbert, L. H., Matthews, C. E., Havighurst, T. C., Kim, K., & Schoeller, D. A. (2011). Comparative validity of physical activity measures in older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 43(5), 867-876. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181fc7162
- Cooper, R., Kuh, D., Hardy, R., Mortality Review, G., Falcon, & Teams, H. A. S. (2010). Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 341, c4467. doi: 10.1136/bmj.c4467

- Corbin, C. B., Pangrazi, R. P., & Franks, B. D. (2000). *Definitions: Health, Fitness, and Physical Activity*. Washington, DC: President's Council on Physical Fitness and Sports.
- Corder, K., Brage, S., & Ekelund, U. (2007). Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 10(5), 597-603. doi: 10.1097/MCO.0b013e328285d883
- Cress, M. E., Buchner, D. M., Questad, K. A., Esselman, P. C., deLateur, B. J., & Schwartz, R. S. (1996). Continuous-scale physical functional performance in healthy older adults: a validation study. *Arch Phys Med Rehabil*, 77(12), 1243-1250.
- Crouter, S. E., Schneider, P. L., Karabulut, M., & Bassett, D. R., Jr. (2003). Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. *Med Sci Sports Exerc*, 35(8), 1455-1460. doi: 10.1249/01.MSS.0000078932.61440.A2
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., . . . European Working Group on Sarcopenia in Older, P. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, 39(4), 412-423. doi: 10.1093/ageing/afq034
- Csuka, M., & McCarty, D. J. (1985). Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med*, 78(1), 77-81.
- Daley, M. J., & Spinks, W. L. (2000). Exercise, mobility and aging. *Sports Med*, 29(1), 1-12.
- Data-Input GmbH (2014). *Gebrauchsanleitung Nutribox*. [Elektronische Version]. Zugriff am 27.5.2015 unter http://www.data-input.de/media/pdf_deutsch_2014/data-input-gebrauchsanleitung-nutribox.pdf
- de Araujo Ribeiro Alvares, J. B., Rodrigues, R., de Azevedo Franke, R., da Silva, B. G., Pinto, R. S., Vaz, M. A., & Baroni, B. M. (2015). Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. *Phys Ther Sport*, 16(1), 59-65. doi: 10.1016/j.ptsp.2014.04.004
- Delmonico, M. J., Harris, T. B., Lee, J. S., Visser, M., Nevitt, M., Kritchevsky, S. B., . . . Body Composition, S. (2007). Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc*, 55(5), 769-774. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01140.x
- Denk, H., Pache, D., & Schaller, H.-J. (2003). *Handbuch Alterssport*. Schorndorf: Karl Hofmann.
- Deurenberg, P., Kusters, C. S., & Smit, H. E. (1990). Assessment of body composition by bioelectrical impedance in children and young adults is strongly age-dependent. *Eur J Clin Nutr*, 44(4), 261-268.
- Dey, D. K., Bosaeus, I., Lissner, L., & Steen, B. (2003). Body composition estimated by bioelectrical impedance in the Swedish elderly. Development of population-based

- prediction equation and reference values of fat-free mass and body fat for 70- and 75-y olds. *Eur J Clin Nutr*, 57(8), 909-916. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601625
- Di Monaco, M., Castiglioni, C., Vallero, F., Di Monaco, R., & Tappero, R. (2012). Sarcopenia is more prevalent in men than in women after hip fracture: a cross-sectional study of 591 inpatients. *Arch Gerontol Geriatr*, 55(2), e48-52. doi: 10.1016/j.archger.2012.05.002
- Dipietro, L., Caspersen, C. J., Ostfeld, A. M., & Nadel, E. R. (1993). A survey for assessing physical activity among older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 25(5), 628-642.
- Dolny, D. G., Collins, M. G., Wilson, T., Germann, M. L., & Davis, H. P. (2001). Validity of lower extremity strength and power utilizing a new closed chain dynamometer. *Med Sci Sports Exerc*, 33(1), 171-175.
- Domiciano, D. S., Figueiredo, C. P., Lopes, J. B., Caparbo, V. F., Takayama, L., Menezes, P. R., . . . Pereira, R. M. (2013). Discriminating sarcopenia in community-dwelling older women with high frequency of overweight/obesity: the Sao Paulo Ageing & Health Study (SPAH). *Osteoporos Int*, 24(2), 595-603. doi: 10.1007/s00198-012-2002-1
- Edwards, M. H., Dennison, E. M., Aihie Sayer, A., Fielding, R., & Cooper, C. (2015). Osteoporosis and sarcopenia in older age. *Bone*. doi: 10.1016/j.bone.2015.04.016
- Emaus, A., Degerstrom, J., Wilsgaard, T., Hansen, B. H., Dieli-Conwright, C. M., Furberg, A. S., . . . Thune, I. (2010). Does a variation in self-reported physical activity reflect variation in objectively measured physical activity, resting heart rate, and physical fitness? Results from the Tromso study. *Scand J Public Health*, 38(5 Suppl), 105-118. doi: 10.1177/1403494810378919
- Engstrom, C. M., Loeb, G. E., Reid, J. G., Forrest, W. J., & Avruch, L. (1991). Morphometry of the human thigh muscles. A comparison between anatomical sections and computer tomographic and magnetic resonance images. *J Anat*, 176, 139-156.
- Eurostat. (2012). Statistiken zur Sterblichkeit und Lebenserwartung. Zugriff am 8.8.2015 unter http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Mortality_and_life_expectancy_statistics/de
- Eurostat. (2014). Statistiken über gesunde Lebensjahre. Zugriff am 8.8.2015 unter http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Healthy_life_years_statistics/de
- Evans, W. J. (2010). Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr*, 91(4), 1123S-1127S. doi: 10.3945/ajcn.2010.28608A
- Evenson, K. R., Buchner, D. M., & Morland, K. B. (2012). Objective measurement of physical activity and sedentary behavior among US adults aged 60 years or older. *Prev Chronic Dis*, 9, E26.
- Feiring, D. C., Ellenbecker, T. S., & Derscheid, G. L. (1990). Test-retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*, 11(7), 298-300.

- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., . . . Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*, *12*(4), 249-256. doi: 10.1016/j.jamda.2011.01.003
- Foldvari, M., Clark, M., Laviolette, L. C., Bernstein, M. A., Kaliton, D., Castaneda, C., . . . Singh, M. A. (2000). Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *55*(4), M192-199.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, *12*(3), 189-198.
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., . . . Cardiovascular Health Study Collaborative Research, G. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *56*(3), M146-156.
- Gaba, A., Kapus, O., Pelclova, J., & Riegerova, J. (2012). The relationship between accelerometer-determined physical activity (PA) and body composition and bone mineral density (BMD) in postmenopausal women. *Arch Gerontol Geriatr*, *54*(3), e315-321. doi: 10.1016/j.archger.2012.02.001
- Gail, S., & Künzell, S. (2015). Verfahren zur Diagnostik der körperlichen Fitness bei Erwachsenen. *Prävention und Gesundheitsförderung*, *10*, 192-196.
- Gaines, J. M., & Talbot, L. A. (1999). Isokinetic strength testing in research and practice. *Biol Res Nurs*, *1*(1), 57-64.
- Garatachea, N., Torres Luque, G., & Gonzalez Gallego, J. (2010). Physical activity and energy expenditure measurements using accelerometers in older adults. *Nutr Hosp*, *25*(2), 224-230.
- Glickman, S. G., Marn, C. S., Supiano, M. A., & Dengel, D. R. (2004). Validity and reliability of dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of abdominal adiposity. *J Appl Physiol* (1985), *97*(2), 509-514. doi: 10.1152/jappphysiol.01234.2003
- Grindrod, D., Paton, C. D., Knez, W. L., & O'Brien, B. J. (2006). Six minute walk distance is greater when performed in a group than alone. *Br J Sports Med*, *40*(10), 876-877. doi: 10.1136/bjism.2006.027904
- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Pieper, C. F., Leveille, S. G., Markides, K. S., Ostir, G. V., . . . Wallace, R. B. (2000). Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *55*(4), M221-231.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., . . . Wallace, R. B. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*, *49*(2), M85-94.

- Hamilton, G. F., McDonald, C., & Chenier, T. C. (1992). Measurement of grip strength: validity and reliability of the sphygmomanometer and jamar grip dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*, *16*(5), 215-219. doi: 10.2519/jospt.1992.16.5.215
- Hansen, B. H., Kolle, E., Dyrstad, S. M., Holme, I., & Anderssen, S. A. (2012). Accelerometer-determined physical activity in adults and older people. *Med Sci Sports Exerc*, *44*(2), 266-272. doi: 10.1249/MSS.0b013e31822cb354
- Harada, N. D., Chiu, V., & Stewart, A. L. (1999). Mobility-related function in older adults: assessment with a 6-minute walk test. *Arch Phys Med Rehabil*, *80*(7), 837-841.
- Healy, G. N., Matthews, C. E., Dunstan, D. W., Winkler, E. A., & Owen, N. (2011). Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003-06. *Eur Heart J*, *32*(5), 590-597. doi: 10.1093/eurheartj/ehq451
- Hertogh, E. M., Monninkhof, E. M., Schouten, E. G., Peeters, P. H., & Schuit, A. J. (2008). Validity of the modified Baecke questionnaire: comparison with energy expenditure according to the doubly labeled water method. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *5*, 30. doi: 10.1186/1479-5868-5-30
- Heymsfield, S. B., Adamek, M., Gonzalez, M. C., Jia, G., & Thomas, D. M. (2014). Assessing skeletal muscle mass: historical overview and state of the art. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, *5*(1), 9-18. doi: 10.1007/s13539-014-0130-5
- Hoeymans, N., Wouters, E. R., Feskens, E. J., van den Bos, G. A., & Kromhout, D. (1997). Reproducibility of performance-based and self-reported measures of functional status. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *52*(6), M363-368.
- Holme, I., & Anderssen, S. A. (2015). Increases in physical activity is as important as smoking cessation for reduction in total mortality in elderly men: 12 years of follow-up of the Oslo II study. *Br J Sports Med*, *49*(11), 743-748. doi: 10.1136/bjsports-2014-094522
- Howley, E. T. (2001). Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, *33*(6 Suppl), S364-369; discussion S419-320.
- Huhmann, M. B., Perez, V., Alexander, D. D., & Thomas, D. R. (2013). A self-completed nutrition screening tool for community-dwelling older adults with high reliability: a comparison study. *J Nutr Health Aging*, *17*(4), 339-344. doi: 10.1007/s12603-013-0015-x
- Iannuzzi-Sucich, M., Prestwood, K. M., & Kenny, A. M. (2002). Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *57*(12), M772-777.
- Janssen, I., Baumgartner, R. N., Ross, R., Rosenberg, I. H., & Roubenoff, R. (2004). Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol*, *159*(4), 413-421.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* (1985), *89*(2), 465-471.

- Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*, *50*(5), 889-896.
- Janssen, I., & Ross, R. (2005). Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. *J Nutr Health Aging*, *9*(6), 408-419.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., & Beam, W. C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*, *70*(2), 113-119. doi: 10.1080/02701367.1999.10608028
- Jones, C. J., Rikli, R. E., Max, J., & Noffal, G. (1998). The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport*, *69*(4), 338-343. doi: 10.1080/02701367.1998.10607708
- Kim, J., Wang, Z., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Gallagher, D. (2002). Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr*, *76*(2), 378-383.
- Kim, M. J., Seino, S., Kim, M. K., Yabushita, N., Okura, T., Okuno, J., & Tanaka, K. (2009). Validation of lower extremity performance tests for determining the mobility limitation levels in community-dwelling older women. *Aging Clin Exp Res*, *21*(6), 437-444.
- Kim, T. N., Park, M. S., Yang, S. J., Yoo, H. J., Kang, H. J., Song, W., . . . Choi, K. M. (2010). Prevalence and determinant factors of sarcopenia in patients with type 2 diabetes: the Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *Diabetes Care*, *33*(7), 1497-1499. doi: 10.2337/dc09-2310
- Klotz, T. (2002). Fitness im Alter. *Der Urologe [A]*, *41*, 315-317.
- Kohler, S., & Leitzmann, M. (2011). Körperliche Aktivität in der Tumorprävention. *Forum*, *26*, 25-30.
- Koster, A., Caserotti, P., Patel, K. V., Matthews, C. E., Berrigan, D., Van Domelen, D. R., . . . Harris, T. B. (2012). Association of sedentary time with mortality independent of moderate to vigorous physical activity. *PLoS One*, *7*(6), e37696. doi: 10.1371/journal.pone.0037696
- Kressig, R. W. (2012). Lebensqualität im Alter- Muskelmasse und Muskelkraft im Fokus. *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin*, 25-26.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gomez, J. M., . . . Kyle, U. G. (2004). Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*, *23*(5), 1226-1243. doi: 10.1016/j.clnu.2004.06.004
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *Eur J Clin Nutr*, *55*(8), 663-672. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601198

- Lau, E. M., Lynn, H. S., Woo, J. W., Kwok, T. C., & Melton, L. J., 3rd. (2005). Prevalence of and risk factors for sarcopenia in elderly Chinese men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(2), 213-216.
- Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., . . . Ferrucci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* (1985), 95(5), 1851-1860. doi: 10.1152/jappphysiol.00246.2003
- LeBrasseur, N. K., Bhasin, S., Miciek, R., & Storer, T. W. (2008). Tests of muscle strength and physical function: reliability and discrimination of performance in younger and older men and older men with mobility limitations. *J Am Geriatr Soc*, 56(11), 2118-2123. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01953.x
- Lee, W. J., Liu, L. K., Peng, L. N., Lin, M. H., Chen, L. K., & Group, I. R. (2013). Comparisons of sarcopenia defined by IWGS and EWGSOP criteria among older people: results from the I-Lan longitudinal aging study. *J Am Med Dir Assoc*, 14(7), 528 e521-527. doi: 10.1016/j.jamda.2013.03.019
- Leon, D. A. (2011). Trends in European life expectancy: a salutary view. *Int J Epidemiol*, 40(2), 271-277. doi: 10.1093/ije/dyr061
- Li, R. C., Jasiewicz, J. M., Middleton, J., Condie, P., Barriskill, A., Hebnes, H., & Purcell, B. (2006). The development, validity, and reliability of a manual muscle testing device with integrated limb position sensors. *Arch Phys Med Rehabil*, 87(3), 411-417. doi: 10.1016/j.apmr.2005.11.011
- Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., . . . Memish, Z. A. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 380(9859), 2224-2260. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61766-8
- Ling, C. H., de Craen, A. J., Slagboom, P. E., Gunn, D. A., Stokkel, M. P., Westendorp, R. G., & Maier, A. B. (2011). Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clin Nutr*, 30(5), 610-615. doi: 10.1016/j.clnu.2011.04.001
- Löllgen, H. (2004). Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg- Skala). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55(11), 299-300.
- Malmberg, J. J., Miilunpalo, S. I., Vuori, I. M., Pasanen, M. E., Oja, P., & Haapanen-Niemi, N. A. (2002). A health-related fitness and functional performance test battery for middle-aged and older adults: feasibility and health-related content validity. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(5), 666-677.
- Manor, B., Topp, R., & Page, P. (2006). Validity and reliability of measurements of elbow flexion strength obtained from older adults using elastic bands. *J Geriatr Phys Ther*, 29(1), 18-21.
- Martin, H. J., Yule, V., Syddall, H. E., Dennison, E. M., Cooper, C., & Aihie Sayer, A. (2006). Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps

- strength in older people? A comparison with the gold standard Bodex dynamometry. *Gerontology*, 52(3), 154-159. doi: 10.1159/000091824
- Mathias, S., Nayak, U. S., & Isaacs, B. (1986). Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil*, 67(6), 387-389.
- McLean, R. R., & Kiel, D. P. (2015). Developing consensus criteria for sarcopenia: an update. *J Bone Miner Res*, 30(4), 588-592. doi: 10.1002/jbmr.2492
- Melanson, E. L., Knoll, J. R., Bell, M. L., Donahoo, W. T., Hill, J. O., Nysse, L. J., . . . Levine, J. A. (2004). Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. *Prev Med*, 39(2), 361-368. doi: 10.1016/j.ypmed.2004.01.032
- Melton, L. J., 3rd, Khosla, S., Crowson, C. S., O'Connor, M. K., O'Fallon, W. M., & Riggs, B. L. (2000). Epidemiology of sarcopenia. *J Am Geriatr Soc*, 48(6), 625-630.
- Mijnarends, D. M., Meijers, J. M., Halfens, R. J., ter Borg, S., Luiking, Y. C., Verlaan, S., . . . Schols, J. M. (2013). Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*, 14(3), 170-178. doi: 10.1016/j.jamda.2012.10.009
- Milanovic, Z., Pantelic, S., Trajkovic, N., Sporis, G., Kostic, R., & James, N. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clin Interv Aging*, 8, 549-556. doi: 10.2147/CIA.S44112
- Miljkovic, N., Lim, J. Y., Miljkovic, I., & Frontera, W. R. (2015). Aging of skeletal muscle fibers. *Ann Rehabil Med*, 39(2), 155-162. doi: 10.5535/arm.2015.39.2.155
- Mitsiopoulos, N., Baumgartner, R. N., Heymsfield, S. B., Lyons, W., Gallagher, D., & Ross, R. (1998). Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol (1985)*, 85(1), 115-122.
- Moylan, J. S., & Reid, M. B. (2007). Oxidative stress, chronic disease, and muscle wasting. *Muscle Nerve*, 35(4), 411-429. doi: 10.1002/mus.20743
- Müller, C., Winter, C., & Rosenbaum, D. (2010). Aktuelle objektive Messverfahren zur Erfassung körperlicher Aktivität im Vergleich zu subjektiven Erhebungsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61(1), 11-18.
- Murphy, S. L. (2009). Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: considerations for research design and conduct. *Prev Med*, 48(2), 108-114. doi: 10.1016/j.ypmed.2008.12.001
- NationalStrengthandConditioningAssociation. (2012). *NSCA's Guide to Tests and Assessments*. United States: Human Kinetics.
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E., Goodpaster, B., Nevitt, M., . . . Health, A. B. C. S. I. (2003). Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function. *J Am Geriatr Soc*, 51(11), 1602-1609.

- Orri, J. C., & Darden, G. F. (2008). Technical report: Reliability and validity of the iSAM 9000 isokinetic dynamometer. *J Strength Cond Res*, 22(1), 310-317. doi: 10.1519/JSC.0b013e31815fa2c8
- Ortlieb, S., Dias, A., Gorzelniak, L., Nowak, D., Karrasch, S., Peters, A., . . . Group, K. S. (2014). Exploring patterns of accelerometry-assessed physical activity in elderly people. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 11(1), 28. doi: 10.1186/1479-5868-11-28
- Ostchega, Y., Harris, T. B., Hirsch, R., Parsons, V. L., Kington, R., & Katzoff, M. (2000). Reliability and prevalence of physical performance examination assessing mobility and balance in older persons in the US: data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *J Am Geriatr Soc*, 48(9), 1136-1141.
- Ostir, G. V., Volpato, S., Fried, L. P., Chaves, P., Guralnik, J. M., Women's, H., & Aging, S. (2002). Reliability and sensitivity to change assessed for a summary measure of lower body function: results from the Women's Health and Aging Study. *J Clin Epidemiol*, 55(9), 916-921.
- Ottenbacher, K. J., Branch, L. G., Ray, L., Gonzales, V. A., Peek, M. K., & Hinman, M. R. (2002). The reliability of upper- and lower-extremity strength testing in a community survey of older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(10), 1423-1427.
- Pagotto, V., & Silveira, E. A. (2014). Methods, diagnostic criteria, cutoff points, and prevalence of sarcopenia among older people. *ScientificWorldJournal*, 2014, 231312. doi: 10.1155/2014/231312
- Paterson, D. H., Cunningham, D. A., Koval, J. J., & St Croix, C. M. (1999). Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. *Med Sci Sports Exerc*, 31(12), 1813-1820.
- Patt, P. L., Agena, S. M., Vogel, L. C., Foley, S., & Anderson, C. J. (2007). Estimation of resting energy expenditure in children with spinal cord injuries. *J Spinal Cord Med*, 30 Suppl 1, S83-87.
- Pedersen, B. K. (2011). Exercise-induced myokines and their role in chronic diseases. *Brain Behav Immun*, 25(5), 811-816. doi: 10.1016/j.bbi.2011.02.010
- Pelclova, J., Gaba, A., Tlucakova, L., & Pospiech, D. (2012). Association between physical activity (PA) guidelines and body composition variables in middle-aged and older women. *Arch Gerontol Geriatr*, 55(2), e14-20. doi: 10.1016/j.archger.2012.06.014
- Peolsson, A., Hedlund, R., & Oberg, B. (2001). Intra- and inter-tester reliability and reference values for hand strength. *J Rehabil Med*, 33(1), 36-41.
- Phillips, J. E., Ajrouch, K. J., & Hillcoat-Nalletamby, S. (2010). *Key Concepts in Social Gerontology*. Los Angeles: SAGE Publications Ltd
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 39(2), 142-148.

- Proctor, D. N., O'Brien, P. C., Atkinson, E. J., & Nair, K. S. (1999). Comparison of techniques to estimate total body skeletal muscle mass in people of different age groups. *Am J Physiol*, 277(3 Pt 1), E489-495.
- Pruitt, L. A., Glynn, N. W., King, A. C., Guralnik, J. M., Aiken, E. K., Miller, G., & Haskell, W. L. (2008). Use of accelerometry to measure physical activity in older adults at risk for mobility disability. *J Aging Phys Act*, 16(4), 416-434.
- Rech, C. R., Cordeiro, B. A., Petroski, E. L., & Vasconcelos, F. A. (2008). Validation of bioelectrical impedance for the prediction of fat-free mass in Brazilian elderly subjects. *Arq Bras Endocrinol Metabol*, 52(7), 1163-1171.
- Reed, R. L., Den Hartog, R., Yochum, K., Pearlmutter, L., Ruttinger, A. C., & Mooradian, A. D. (1993). A comparison of hand-held isometric strength measurement with isokinetic muscle strength measurement in the elderly. *J Am Geriatr Soc*, 41(1), 53-56.
- Reeves, N. D., Maganaris, C. N., & Narici, M. V. (2004). Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *Eur J Appl Physiol*, 91(1), 116-118. doi: 10.1007/s00421-003-0961-9
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and Validation of a Functional Fitness Test for Community- Residing Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7, 129-161.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2002). Measuring Functional Fitness Of Older Adults. *The Journal on Active Aging*, 1-30.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist*, 53(2), 255-267. doi: 10.1093/geront/gns071
- Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., Patel, H. P., Syddall, H., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing*, 40(4), 423-429. doi: 10.1093/ageing/afr051
- Rockwood, K., Awalt, E., Carver, D., & MacKnight, C. (2000). Feasibility and measurement properties of the functional reach and the timed up and go tests in the Canadian study of health and aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(2), M70-73.
- Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan Van Kan, G., Morley, J. E., Cesari, M., Onder, G., . . . Vellas, B. (2008). Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging*, 12(7), 433-450.
- Rolland, Y. M., Cesari, M., Miller, M. E., Penninx, B. W., Atkinson, H. H., & Pahor, M. (2004). Reliability of the 400-m usual-pace walk test as an assessment of mobility limitation in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 52(6), 972-976. doi: 10.1111/j.1532-5415.2004.52267.x
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr*, 127(5 Suppl), 990S-991S.

- Roubenoff, R., Baumgartner, R. N., Harris, T. B., Dallal, G. E., Hannan, M. T., Economos, C. D., . . . Kiel, D. P. (1997). Application of bioelectrical impedance analysis to elderly populations. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *52*(3), M129-136.
- Rütten, A., Abu-Omar, K., Lampert, T., & Ziese, T. (2005). *Körperliche Aktivität*. Berlin: Robert Koch Institut.
- Sallinen, J., Stenholm, S., Rantanen, T., Heliovaara, M., Sainio, P., & Koskinen, S. (2010). Hand-grip strength cut points to screen older persons at risk for mobility limitation. *J Am Geriatr Soc*, *58*(9), 1721-1726. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.03035.x
- Samitz, G., Egger, M., & Zwahlen, M. (2011). Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol*, *40*(5), 1382-1400. doi: 10.1093/ije/dyr112
- Samuel, D., & Rowe, P. (2012). An investigation of the association between grip strength and hip and knee joint moments in older adults. *Arch Gerontol Geriatr*, *54*(2), 357-360. doi: 10.1016/j.archger.2011.03.009
- Santos, D. A., Silva, A. M., Baptista, F., Santos, R., Vale, S., Mota, J., & Sardinha, L. B. (2012). Sedentary behavior and physical activity are independently related to functional fitness in older adults. *Exp Gerontol*, *47*(12), 908-912. doi: 10.1016/j.exger.2012.07.011
- Sardinha, L. B., Santos, D. A., Marques, E. A., & Mota, J. (2015). Criterion-referenced fitness standards for predicting physical independence into later life. *Exp Gerontol*, *61*, 142-146. doi: 10.1016/j.exger.2014.12.012
- Sattelmair, J., Pertman, J., Ding, E. L., Kohl, H. W., 3rd, Haskell, W., & Lee, I. M. (2011). Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease: a meta-analysis. *Circulation*, *124*(7), 789-795. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.010710
- Sayers, S. P., Guralnik, J. M., Newman, A. B., Brach, J. S., & Fielding, R. A. (2006). Concordance and discordance between two measures of lower extremity function: 400 meter self-paced walk and SPPB. *Aging Clin Exp Res*, *18*(2), 100-106.
- Schakman, O., Gilson, H., & Thissen, J. P. (2008). Mechanisms of glucocorticoid-induced myopathy. *J Endocrinol*, *197*(1), 1-10. doi: 10.1677/JOE-07-0606
- Schindler, K., & Ludvik, B. (2004). [Assessment of body composition--methods and practical aspects]. *Wien Med Wochenschr*, *154*(13-14), 305-312.
- Schoenborn, C. A., Adams, P. F., Barnes, P. M., Vickerie, J. L., & Schiller, J. S. (2004). Health Behaviors of Adults: United States, 1999–2001. *National Center for Health Statistics*, *10*(219).
- Seeman, T. E., Charpentier, P. A., Berkman, L. F., Tinetti, M. E., Guralnik, J. M., Albert, M., . . . Rowe, J. W. (1994). Predicting changes in physical performance in a high-functioning elderly cohort: MacArthur studies of successful aging. *J Gerontol*, *49*(3), M97-108.

- Shepard, R. J. (1995). Physical Activity, Fitness, and Health: The Current Consensus. *American Academy of Kinesiology and Physical Education*, 47, 288-303.
- Shih, R., Wang, Z., Heo, M., Wang, W., & Heymsfield, S. B. (2000). Lower limb skeletal muscle mass: development of dual-energy X-ray absorptiometry prediction model. *J Appl Physiol* (1985), 89(4), 1380-1386.
- Singh, M. A. (2002). Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(5), M262-282.
- Sipila, S., & Suominen, H. (1996). Quantitative ultrasonography of muscle: detection of adaptations to training in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil*, 77(11), 1173-1178.
- Sirard, J. R., & Pate, R. R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med*, 31(6), 439-454.
- Southard, V., & Gallagher, R. (2013). The 6MWT: will different methods of instruction and measurement affect performance of healthy aging and older adults? *J Geriatr Phys Ther*, 36(2), 68-73. doi: 10.1519/JPT.0b013e318264b5e8
- Spornitz, U. M. (2007). *Anatomie und Physiologie: Lehrbuch und Atlas für Pflege- und Gesundheitsfachberufe*. Heidelberg: Springer Medizin.
- Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Fejer, R., & Beck, R. (2011). Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R*, 3(5), 472-479. doi: 10.1016/j.pmrj.2010.10.025
- Statistik Austria. (2011). Bevölkerungspyramide 1869-2011. Zugriff am 17.5.2015 unter http://www.statistik.at/web_de/downloads/webkarto/bevoelkerungspyramide_1869_2011/
- Statistik Austria. (2015). Bevölkerung nach Alter und Geschlecht. Zugriff am 16.5.2015 unter http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/bevoelkerung_nach_alter_geschlecht/index.html
- Statistik Austria (2015). Bevölkerungsprognosen. Zugriff am 16.5.2015 unter http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html
- Statistik Austria. (2015). Österreich: Zahlen. Daten. Fakten. Zugriff am 17.5.2015 unter http://www.statistik.at/web_de/services/oesterreich_zahlen_daten_fakten/index.html
- Statistik Austria. (2015). Sterbetafeln. Zugriff am 18.5.2015 unter http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/sterbetafeln/index.html
- Steffen, T. M., Hacker, T. A., & Mollinger, L. (2002). Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther*, 82(2), 128-137.

- Strandberg, S., Wretling, M. L., Wredmark, T., & Shalabi, A. (2010). Reliability of computed tomography measurements in assessment of thigh muscle cross-sectional area and attenuation. *BMC Med Imaging*, *10*, 18. doi: 10.1186/1471-2342-10-18
- Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., Inzitari, M., . . . Guralnik, J. (2011). Gait speed and survival in older adults. *JAMA*, *305*(1), 50-58. doi: 10.1001/jama.2010.1923
- Sullivan, S. J., Chesley, A., Hebert, G., McFaull, S., & Scullion, D. (1988). The validity and reliability of hand-held dynamometry in assessing isometric external rotator performance. *J Orthop Sports Phys Ther*, *10*(6), 213-217.
- Suzuki, T., Bean, J. F., & Fielding, R. A. (2001). Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc*, *49*(9), 1161-1167.
- Tager, I. B., Swanson, A., & Satariano, W. A. (1998). Reliability of physical performance and self-reported functional measures in an older population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *53*(4), M295-300.
- Tiedemann, A., Shimada, H., Sherrington, C., Murray, S., & Lord, S. (2008). The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people. *Age Ageing*, *37*(4), 430-435. doi: 10.1093/ageing/afn100
- Titze, S., Ring-Dimitriou, S., Schober, P. H., Halbwachs, C., Samitz, G., Miko, H. C., . . . Dorner, T. E. (2010). *Österreichische Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung*. Wien: Eigenverlag.
- Trost, S. G., McIver, K. L., & Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc*, *37*(11 Suppl), S531-543.
- Tucker, J. M., Welk, G. J., & Beyler, N. K. (2011). Physical activity in U.S.: adults compliance with the Physical Activity Guidelines for Americans. *Am J Prev Med*, *40*(4), 454-461. doi: 10.1016/j.amepre.2010.12.016
- Tudor-Locke, C., Schuna, J. M., Jr., Barreira, T. V., Mire, E. F., Broyles, S. T., Katzmarzyk, P. T., & Johnson, W. D. (2013). Normative steps/day values for older adults: NHANES 2005-2006. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *68*(11), 1426-1432. doi: 10.1093/gerona/glt116
- Tuna, H. D., Edeer, A. O., Malkoc, M., & Aksakoglu, G. (2009). Effect of age and physical activity level on functional fitness in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, *6*(2), 99-106. doi: 10.1007/s11556-009-0051-z
- Verdijk, L. B., van Loon, L., Meijer, K., & Savelberg, H. H. (2009). One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *J Sports Sci*, *27*(1), 59-68. doi: 10.1080/02640410802428089
- Vermeulen, J., Neyens, J. C., Spreeuwenberg, M. D., van Rossum, E., Hewson, D. J., & de Witte, L. P. (2015). Measuring grip strength in older adults: comparing the grip-

- ball with the Jamar dynamometer. *J Geriatr Phys Ther*, 38(3), 148-153. doi: 10.1519/JPT.0000000000000034
- Visser, M. (2009). Towards a definition of sarcopenia--results from epidemiologic studies. *J Nutr Health Aging*, 13(8), 713-716.
- Visser, M., Deeg, D. J., Lips, P., Harris, T. B., & Bouter, L. M. (2000). Skeletal muscle mass and muscle strength in relation to lower-extremity performance in older men and women. *J Am Geriatr Soc*, 48(4), 381-386.
- Visser, M., Fuerst, T., Lang, T., Salamone, L., & Harris, T. B. (1999). Validity of fan-beam dual-energy X-ray absorptiometry for measuring fat-free mass and leg muscle mass. Health, Aging, and Body Composition Study--Dual-Energy X-ray Absorptiometry and Body Composition Working Group. *J Appl Physiol* (1985), 87(4), 1513-1520.
- Voorrips, L. E., Ravelli, A. C., Dongelmans, P. C., Deurenberg, P., & Van Staveren, W. A. (1991). A physical activity questionnaire for the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 23(8), 974-979.
- Wagner, D. R. (2013). Ultrasound as a tool to assess body fat. *J Obes*, 2013, 280713. doi: 10.1155/2013/280713
- Wang, C. Y., & Chen, L. Y. (2010). Grip strength in older adults: test-retest reliability and cutoff for subjective weakness of using the hands in heavy tasks. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(11), 1747-1751. doi: 10.1016/j.apmr.2010.07.225
- Wang, C. Y., Olson, S. L., & Protas, E. J. (2002). Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(6), 811-815.
- Washburn, R. A. (2000). Assessment of physical activity in older adults. *Res Q Exerc Sport*, 71(2 Suppl), S79-88.
- Washburn, R. A., Smith, K. W., Jette, A. M., & Janney, C. A. (1993). The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. *J Clin Epidemiol*, 46(2), 153-162.
- Weineck, J. (2009). *Optimales Training*. Balingen: Spitta.
- Wen, X., Wang, M., Jiang, C. M., & Zhang, Y. M. (2011). Are current definitions of sarcopenia applicable for older Chinese adults? *J Nutr Health Aging*, 15(10), 847-851.
- Westerterp, K. R., & Plasqui, G. (2004). Physical activity and human energy expenditure. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 7(6), 607-613.
- Westerterp, M. R. (2008). Physical activity as determinant of daily energy expenditure. *Physiology & Behavior*, 93(4-5), 1039-1043. doi: 10.1016/j.physbeh.2008.01.021
- WHO. (2010) *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva.

- Willimczik, K. (1983). *Forschungsmethoden in der Sportwissenschaft II. Grundkurs Statistik*. Limpert Verlag.
- Wilson, T. M., & Tanaka, H. (2000). Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 278(3), H829-834.
- Woo, J., Leung, J., Sham, A., & Kwok, T. (2009). Defining sarcopenia in terms of risk of physical limitations: a 5-year follow-up study of 3,153 chinese men and women. *J Am Geriatr Soc*, 57(12), 2224-2231. doi: 10.1111/j.1532-5415.2009.02566.x
- Woods, J. L., Iuliano-Burns, S., King, S. J., Strauss, B. J., & Walker, K. Z. (2011). Poor physical function in elderly women in low-level aged care is related to muscle strength rather than to measures of sarcopenia. *Clin Interv Aging*, 6, 67-76. doi: 10.2147/CIA.S16979
- Zamboni, M., Armellini, F., Harris, T., Turcato, E., Micciolo, R., Bergamo-Andreis, I. A., & Bosello, O. (1997). Effects of age on body fat distribution and cardiovascular risk factors in women. *Am J Clin Nutr*, 66(1), 111-115.
- Zamboni, M., Fantin, F., & Sepe, A. (2009). Sarkopenische Adipositas. *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin*, 17-22.

EIDESSTAATLICHE ERKLÄRUNG

„Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde daher weder an anderer Stelle eingereicht, noch von anderen Personen vorgelegt.“

ANHANG

STUDIENPROTOKOLL (SKIZZE)

VORERHEBUNG ZUR TEILNAHME AN DER STUDIE „MUSKELMASSE UND MUSKELFUNKTION IM ALTER- ERHEBUNG VON REFERENZWERTEN“

FRAGEBOGEN ZUM AKTUELLEN GESUNDHEITZUSTAND UND KÖRPERLICHEN AKTIVITÄTSVERHALTEN

LEBENS LAUF

STUDIENPROTOKOLL (SKIZZE)

STUDIENDESIGN	ZIELGRUPPE	STUDIENABLAUF
Querschnittsstudie	ältere, gesunde Personen (Alter 65+)	Eingangsuntersuchung mittels Anamnesegespräch
n=1000	Voranamnese (Ein- und Ausschlusskriterien) mittels eines kurzen Fragebogen	Folgeuntersuchung: <ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung der Muskelkraft (Handgriffkraft, Aufstehetest und Armbeugetest) und Muskelfunktion (Gehgeschwindigkeit) - Zusätzliche Tests zur Bestimmung der körperlichen Fitness: 6 Minuten Gehetest (aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit), TUG (Beweglichkeit & Gleichgewicht)
		Optional (bei Bedarf): Bestimmung der Muskelmasse mittels BIA
		Bestimmung des körperlichen Aktivitätsniveaus mittels Schrittzähler + Bestimmung von Kovariaten (Erhebung des Gesundheitszustandes)

Vorerhebung zur Teilnahme an der Studie „Muskelmasse und -funktion im Alter – Erhebung von Referenzwerten“

**SELBST-
AUSFÜLLER**

Name						
Vorname						
Geburtsdatum	<i>T</i>	<i>T</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>
Geschlecht	m			w		

Heutiges Datum	<i>T</i>	<i>T</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Der vorliegende Fragebogen dient grundsätzlich dazu, um beurteilen zu können, ob Sie an der wissenschaftlichen Studie teilnehmen können. Diesbezüglich werden Ihnen **9 unterschiedliche Fragen** gestellt. Bitte beantworten Sie jede Frage, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten jenes Kästchen bzw. jene Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

	ja	nein
1. Leben Sie in einem Pensionisten- bzw. Pflegeheim?	1	0

	ausgezeichnet	sehr gut	gut	weniger gut	schlecht
2. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?	1	2	3	4	5

	derzeit viel besser	derzeit etwas besser	gut	weniger gut	schlecht
3. Im Vergleich zur vergangenen Woche, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?	1	2	3	4	5

	schlechter	weiß ich nicht	gleich gut	besser
4. Im Vergleich mit gleichaltrigen Personen schätzen Sie ihren Gesundheitszustand folgendermaßen ein:	1	2	3	4

5. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei folgenden Tätigkeiten eingeschränkt?	ja, eingeschränkt	nein, nicht eingeschränkt
5.a Einkaufstaschen heben oder tragen	1	0
5.b einen Treppenabsatz steigen	1	0
5.c eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	0
5.d sich baden oder anziehen	1	0

	ja	nein
6. Falls Sie bei den oben genannten Tätigkeiten eingeschränkt sind, verwenden Sie dabei eine Gehhilfe? (keine Einschränkung → Frage 7)	1	0

7. Hatten Sie innerhalb der letzten 12 Monate einen oder mehrere Krankenhausaufenthalt(e)? <input type="checkbox"/> ja → Wie lange (für den längsten)? <input type="checkbox"/> nein	Wie lange?	
	unter 1 Woche	1
	7 - 14 Tage	2
	mehr als 14 Tage	3

	ja	nein
8. Können Sie zur Fuß eine Strecke von 10 Metern ohne persönliche Assistenz oder Gehhilfen zurücklegen?	1	0

		Therapie?		
		nein	ja	
9. Hat Ihnen jemals ein Arzt gesagt, dass Sie eine oder mehrere der folgenden Krankheiten haben? Wenn ja: Sind Sie MOMENTAN in Therapie/ Behandlung? [Zutreffende Zahl(en) bitte ankreuzen!]	Krebs	1	0	1
	Diabetes (Zuckerkrankheit)	2	0	1
	Durchblutungsstörungen am Herzen, Angina pectoris (Brustenge)	3	0	1
	Herzinsuffizienz	4	0	1
	Herzinfarkt	5	0	1
	Hypertonie (hoher Blutdruck)	6	0	1

VIELEN DANK FÜR IHRE TEILNAHME!

Bitte geben Sie uns Ihre Telefonnummer und/oder E-Mail Adresse bekannt. Nur so können wir mit Ihnen Kontakt aufnehmen, um die weitere Vorgehensweise zu besprechen.

Telefon-Nummer: _____

E-Mail Adresse: _____

Fragebogen zum aktuellen Gesundheitszustand und körperlichen Aktivitätsverhalten

**SELBST-
AUSFÜLLER**

ID Nummer	<i>bitte nicht ausfüllen</i>					
Name						
Vorname						
Geburtsdatum	T	T	M	M	J	J
Geschlecht	m				w	

Testdatum	T	T	M	M	J	J
-----------	---	---	---	---	---	---

Im ersten Teil des Fragebogens werden Ihnen grundlegende Einstiegsfragen zu Ihrer Person gestellt. Bitte beantworten Sie jede Frage, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten jenes Kästchen ankreuzen, das am besten auf Sie zutrifft. Bei offenen Fragen schreiben Sie bitte die Antworten in das leere Kästchen rechts daneben.

1. In welchem Bundesland leben Sie? (+ PLZ)						
	ledig	verheiratet	geschieden	verwitwet		
2. Welchen Familienstand haben Sie?	1	2	3	4		
	Pflichtschule	Pflichtschule mit Lehre	AHS, BHS ohne Matura	Fach- bzw. Handelsschule	Matura	Hochschule
3. Welche höchste abgeschlossene Schulbildung haben Sie?	1	2	3	4	5	6
	ja			nein		
4. Leben Sie in einem Pensionisten- bzw. Pflegeheim?	1			0		
	allein	mit Partner/in, Ehepartner/in, Lebensgefährte/Lebensgefährtin	in einer Wohngemeinschaft (Verwandte, Kinder, Freunde, etc.)			
5. Mit wem leben Sie zusammen in einem Haushalt?	1	2	3			
6. Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt, Sie selbst eingeschlossen?						
	ja, zurzeit erwerbstätig	nein, zurzeit nicht erwerbstätig, aber früher erwerbstätig	nein, zurzeit nicht erwerbstätig und auch früher nie erwerbstätig			
7. Sind Sie zurzeit berufstätig?	1	2	3			
	Vollzeit (35h und mehr/Wo)	Teilzeit (15-34 h/Wo)	Teilzeit od. stundenweise erwerbstätig (unter 15 h/Wo)	arbeitslos	Hausfrau/Hausmann	
8. Welcher Status hat bzw. hatte Ihre Berufstätigkeit?	1	2	3	4	5	
	Arbeiter	Angestellter	Selbstständig			
9. In welchem Arbeitsverhältnis stehen bzw. standen Sie?	1	2	3			

Im zweiten Teil des Fragebogens geht es um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen. Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

	ausgezeichnet	sehr gut	gut	weniger gut	schlecht
10. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?	1	2	3	4	5

	derzeit viel besser	derzeit etwas besser	gut	weniger gut	schlecht
11. Im Vergleich zur vergangenen Woche, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?	1	2	3	4	5

	schlechter	weiß ich nicht	gleich gut	besser
12. Im Vergleich mit gleichaltrigen Personen schätzen Sie ihren Gesundheitszustand folgendermaßen ein:	1	2	3	4

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? (ja/teilweise/ nein)

	ja, stark eingeschränkt	teilweise eingeschränkt	nein, überhaupt nicht eingeschränkt
13.a anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
13.b mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
13.c Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
13.d mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
13.e einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
13.f sich beugen, knien, bücken	1	2	3
13.g mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
13.h mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
13.i eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
13.j sich baden oder anziehen	1	2	3

Hatten Sie in der vergangenen Woche aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

	ja	nein
14.a Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	1	2
14.b Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	1	2
14.c Ich konnte nur bestimmte Dinge tun.	1	2
14.d Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung.	1	2

Hatten Sie in der vergangenen Woche aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

	ja	nein
15.a Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein.	1	2
15.b Ich habe weniger geschafft als ich wollte.	1	2
15.c Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten.	1	2

	überhaupt nicht	etwas	mäßig	ziemlich	sehr
16. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in der vergangenen Woche Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

	keine Schmerzen	sehr leicht	leicht	mäßig	stark	sehr stark
17. Wie stark waren Ihre Schmerzen in der vergangenen Woche?	1	2	3	4	5	6

	überhaupt nicht	ein bisschen	mäßig	ziemlich	sehr
18. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in der vergangenen Woche bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?	1	2	3	4	5

In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in der vergangenen Woche gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht)

Wie oft waren Sie in der vergangenen Woche ...

	immer	meistens	ziemlich oft	manchmal	selten	nie
19.a ...voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
19.b ...sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
19.c ...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitem konnte?	1	2	3	4	5	6
19.d ...ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
19.e ...voller Energie?	1	2	3	4	5	6
19.f ...entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
19.g ...erschöpft?	1	2	3	4	5	6
19.h ...glücklich?	1	2	3	4	5	6
19.i ...müde?	1	2	3	4	5	6

	immer	meistens	manchmal	selten	nie
20. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in der vergangenen Woche Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

	ja	nein
21. Hatten Sie psychischen Stress während der letzten 3 Monate?	1	0

	schwere Demenz oder Depression	leichte Demenz oder Depression	keine Probleme
22. Wie schätzen sie ihre derzeitige psychische Situation ein?	1	2	3

Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

	trifft ganz zu	trifft weitgehend zu	weiß nicht	trifft weitgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
23.a Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden.	1	2	3	4	5
23.b Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne.	1	2	3	4	5
23.c Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt.	1	2	3	4	5
23.d Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit.	1	2	3	4	5

Im Folgenden werden Ihnen weitere Fragen zu Ihrem Gesundheitszustand gestellt.
(Bitte zutreffendes Kästchen bzw. die zutreffende Zahl ankreuzen)

24. Hatten Sie Krankenhausaufenthalte innerhalb der letzten 12 Monate? <input type="checkbox"/> ja → wie lange? <input type="checkbox"/> nein	Wie lange?	
	unter 1 Woche	1
	7 - 14 Tage	2
	mehr als 14 Tage	3

	ja	nein
25. Nehmen Sie mehr als 3 Medikamente/ Tag?	1	0

26. Verwenden Sie zurzeit eine Gehhilfe? <input type="checkbox"/> ja → welche Art von Gehhilfe? <input type="checkbox"/> nein	Welche Art von Gehhilfe?	
	Rollator	1
	Gehstock	2
	beides	3

	Mobilität nur vom Bett zum Stuhl möglich	Mobilität nur in der Wohnung	Mobilität auch außerhalb der Wohnung möglich
27. Wie schätzen Sie ihre derzeitige Mobilität/ Beweglichkeit ein?	1	2	3

	ja	nein
28. Können Sie zur Fuß eine Strecke von 10 Metern ohne persönliche Assistenz oder Gehhilfen zurücklegen?	1	0

29. Haben Sie Bewegungseinschränkungen? <input type="checkbox"/> ja → wo und seit wann? <input type="checkbox"/> nein	wo?		seit wann?	
	Knie, Hüfte oder Sprunggelenk	1	maximal 3 Monaten	1
			länger als 3 Monate	2
	Schulter, Hand oder Ellbogen	2	maximal 3 Monaten	3
			länger als 3 Monate	4
	Wirbelsäule	3	maximal 3 Monaten	5
länger als 3 Monate			6	

30. Leiden Sie zum jetzigen Zeitpunkt unter einer oder mehrerer der folgenden Krankheiten? [Zutreffende Zahl(en) bitte ankreuzen!]	Allergien, Heuschnupfen	1
	Gelenkrheumatismus, Arthrose, Arthritis	2
	Rückenschmerzen, Ischias, Bandscheibenschaden	3
	Taubheit oder Schwerhörigkeit auf einem oder beiden Ohren	4
	Sehstörungen bei einem oder beiden Augen	5
	chronische Erkrankungen (Magen, Darm)	6
	chronische Erkrankungen (Niere, Blase, Harnwege)	7
	Behinderungen der Arme od. Beine (fehlende Gliedmaßen, Lähmungen, Schwäche)	8
	chronische Lungenerkrankungen (z.B. Asthma, Bronchitis)	9
	andere chronische Krankheit, die Ihr Befinden beeinträchtigt	10
	chronische Hautkrankheiten, Dermatitis	11

			Therapie?	
			nein	ja
31. Hat Ihnen jemals ein Arzt gesagt, dass Sie eine oder mehrere der folgenden Krankheiten haben? Wenn ja: Sind Sie MOMENTAN in Therapie/Behandlung? [Zutreffende Zahl(en) bitte ankreuzen!]	Krebs	1	0	1
	Diabetes (Zuckerkrankheit)	2	0	1
	Durchblutungsstörungen am Herzen, Angina pectoris (Brustenge)	3	0	1
	Herzinsuffizienz	4	0	1
	Herzinfarkt	5	0	1
	Hypertonie (hoher Blutdruck)	6	0	1

	ja	nein
32. Hatten Sie irgendeine akute Krankheit während der letzten 3 Monate?	1	0

Im dritten Teil werden Ihnen Fragen zu Ihrem Ernährungszustand, Rauchverhalten und Alkoholkonsum gestellt. Bitte beantworten Sie jede Frage, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten das Kästchen ankreuzen, das am besten auf Sie zutrifft.

	ja	nein
33. Haben Sie einen verminderten Appetit?	1	0

	ja	nein
34. Hatten Sie während der letzten 3 Monate wegen Appetitverlust, Verdauungsproblemen, Schwierigkeiten beim Kauen oder Schlucken weniger gegessen (Anorexie)?	1	0

	Gewichtsverlust mehr als 3kg	weiß ich nicht	Gewichtsverlust zwischen 1 und 3 kg	kein Gewichtsverlust
35. Hatten Sie einen Gewichtsverlust in den letzten 3 Monaten?	1	2	3	4

	1 Mahlzeit	2 Mahlzeiten	3 Mahlzeiten
36. Wie viele Hauptmahlzeiten essen Sie/ Tag (Frühstück, Mittag- u. Abendessen)?	1	2	3

37. Essen Sie...	ja	nein
...mindestens einmal pro Tag Milchprodukte?	1	0
...mindestens ein- bis zweimal pro Woche Hülsenfrüchte oder Eier?	1	0
...jeden Tag Fleisch, Fisch oder Geflügel?	1	0
...mindestens zweimal pro Tag Obst und Gemüse?	1	0

	weniger als 3 Gläser/Tassen	3- 5 Gläser/Tassen	mehr als 5 Gläser/Tassen
38. Wie viel trinken Sie pro Tag?	1	2	3

	Hilfe beim Essen notwendig	ohne Hilfe, aber mit Schwierigkeiten	ohne Hilfe und keine Schwierigkeiten
39. Können Sie ihr Essen mit oder ohne Hilfe zu sich nehmen?	1	2	3

	ja, gut ernährt	weiß ich nicht oder leichte Unter/Mangel- ernährung	schwerwiegende Unter/Mangel- ernährung
40. Glauben Sie, dass Sie gut ernährt sind?	1	2	3

41. Rauchen Sie zurzeit? <input type="checkbox"/> ja → wie viele und seit wann? <input type="checkbox"/> nein	wie viele Zigaretten pro Tag?		seit wie vielen Jahren?	
	unter 20 Zigaretten	1	seit <u>weniger</u> als 10 Jahren	1
	über 20 Zigaretten	2	seit <u>mehr</u> als 10 Jahren	2

42. Trinken Sie Alkohol? <input type="checkbox"/> ja → wie oft und wie viele Gläser? <input type="checkbox"/> nein	wie oft?		Wie viele Gläser pro Tag? (1 Glas= 1/8 Wein od. 1 Seidel Bier)	
	einmal im Monat od. seltener	1	1-2	1
	2- 4-mal im Monat	2	3-4	2
	2- 3-mal pro Woche	3	5-6	3
	4-mal oder öfters pro Woche	4	mehr als 6	4

Im vierten und letzten Teil werden Ihnen Fragen zu Ihrem körperlichen Aktivitätsverhalten gestellt. Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft. Bei offenen Fragen schreiben Sie die Antworten bitte auf den leeren Strich.

43. In den letzten 7 Tagen, wie oft haben Sie Aktivitäten im Sitzen wie Lesen, Fernsehen, Basteln, Stricken etc. verbracht?			
0	nie	→	Weiter zu Frage #44.
1	selten (1-2 Tage)	→	a. Welche Aktivitäten waren das? _____ b. Wie viele Stunden <u>pro Tag</u> haben Sie durchschnittlich sitzend verbracht? [1] unter 1 Stunde [2] 1-2 Stunden [3] 2-4 Stunden [4] über 4 Stunden
2	manchmal (3-4 Tage)		
3	oft (5-7 Tage)		

44. In den letzten 7 Tagen, wie oft haben Sie leichte Sport- oder Freizeitaktivitäten wie Kegeln, Golfen (mit Golfwagen), Billard, Angeln oder ähnliche Tätigkeiten ausgeübt?			
0	nie	→	Weiter zu Frage #45.
1	selten (1-2 Tage)	→	a. Welche Aktivitäten waren das? _____ b. Wie viele Stunden pro Tag haben Sie in diesen leichten Sport- oder Freizeitaktivitäten verbracht? [1] unter 1 Stunde [2] 1-2 Stunden [3] 2-4 Stunden [4] über 4 Stunden
2	manchmal (3-4 Tage)		
3	oft (5-7 Tage)		

45. In den letzten 7 Tagen, wie oft haben Sie mäßig anstrengende Sport- oder Freizeitaktivitäten wie Tennis, Tanzen, Eislaufen, Golfen (ohne Golfwagen) oder ähnliche Tätigkeiten ausgeübt?			
0	nie	→	Weiter zu Frage #46.
1	selten (1-2 Tage)	→	a. Welche Aktivitäten waren das? _____ b. Wie viele Stunden pro Tag haben Sie durchschnittlich in diesen mäßig anstrengenden Sport- oder Freizeitaktivitäten verbracht? [1] unter 1 Stunde [2] 1-2 Stunden [3] 2-4 Stunden [4] über 4 Stunden
2	manchmal (3-4 Tage)		
3	oft (5-7 Tage)		

46. In den letzten 7 Tagen, wie oft haben Sie sehr anstrengende Sport- oder Freizeitaktivitäten wie Laufen, Schwimmen, Radfahren, Aerobic, Skifahren, Langlaufen oder ähnliche Tätigkeiten ausgeübt?			
0	nie	→	Weiter zu Frage #47.
1	selten (1-2 Tage)	→	a. Welche Aktivitäten waren das? _____ b. Wie viele Stunden pro Tag haben Sie durchschnittlich in diesen anstrengenden Sport- oder Freizeitaktivitäten verbracht? [1] unter 1 Stunde [2] 1-2 Stunden [3] 2-4 Stunden [4] über 4 Stunden
2	manchmal (3-4 Tage)		
3	oft (5-7 Tage)		

47. In den letzten 7 Tagen, wie oft haben Sie Übungen zur Steigerung der Muskelkraft gemacht, wie zum Beispiel Gewichte heben, Liegestütz, etc.?			
0	nie	→	Weiter zu Frage #48.
1	selten (1-2 Tage)	→	a. Welche Aktivitäten waren das? _____
2	manchmal (3-4 Tage)		b. Wie viele Stunden pro Tag haben Sie mit diesen Übungen verbracht? [1] unter 1 Stunde [2] 1-2 Stunden [3] 2-4 Stunden [4] über 4 Stunden
3	oft (5-7 Tage)		

	nein	ja
48. Haben Sie in den vergangenen 7 Tagen eine leichte Hausarbeit erledigt, wie Staubwischen oder Geschirr abwaschen?	1	2
49. Haben Sie in den vergangenen 7 Tagen eine schwere Hausarbeit erledigt, wie Staubsaugen, Bodenwischen, Fenster putzen oder Holz tragen?	1	2
50. Haben Sie in den vergangenen 7 Tagen Reparaturen zu Hause gemacht (Tapezieren, Malereien, Elektroarbeiten)?	1	2
51. Haben Sie in den vergangenen 7 Tagen Aktivitäten wie Rasenmähen, Gartenpflege, einschließlich Schneeschaukeln, Laubrechen, Holzhacken, etc. gemacht?	1	2
52. Haben Sie in den vergangenen 7 Tagen Outdoor- Gartenarbeit gemacht?	1	2
53. Haben Sie in den vergangenen 7 Tagen Fürsorge für andere Personen (z.B. Kind, Lebensgefährtin/Lebensgefährte) oder andere Erwachsene übernommen?	1	2
54. Wie viele Stunden pro Woche wenden Sie insgesamt für Tätigkeiten im und rund ums Haus auf?		

55. Haben Sie in den vergangenen 7 Tagen entgeltliche oder ehrenamtliche Arbeit geleistet?		
[1] Nein	→	Fragebogen ist zu Ende
[2] Ja	→	<p>a. Wie viele Stunden pro Woche? _____</p> <p>b. Welche der folgenden Kategorien beschreibt am besten das Ausmaß der körperlichen Aktivität auf Ihre entgeltliche oder ehrenamtliche Arbeit bezogen? Bitte ankreuzen.</p> <p>[1] hauptsächlich sitzend mit leichten Armbewegungen</p> <p>[2] sitzend oder stehend mit ein wenig Gehen</p> <p>[3] Transport von Material bis zu 20kg</p> <p>[4] Transport und schwere körperliche Arbeit mit über 20kg schweren Material</p>

VIELEN DANK FÜR IHRE TEILNAHME!

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE DATEN

Name	Simone Mann
Anschrift	Pfarrgasse 16 3462 Absdorf
Geburtsdatum	5.3.1991
Geburtsort	Stockerau
Staatsbürgerschaft	Österreich
Kontakt	E-mail: simonee_mann@yahoo.de Tel: 0650/5619361
Familienstand	ledig

SCHULISCHER WERDEGANG

1997-2001	Volksschule I Tulln
2001-2009	BG/BRG Tulln (AHS Matura Juni 2009)

UNIVERSITÄRER WERDEGANG

9/2009	erfolgreiche Absolvierung der Ergänzungsprüfung für das Studium „Sportwissenschaft“ am ZSU Wien
2009- 2012	Bakkalaureatsstudium Sportwissenschaft am ZSU Wien
seit 10/2013	Masterstudium Sportwissenschaft am ZSU Wien (Schwerpunkt: Trainingstherapie)
7/2015	Akkreditierung zur Trainingstherapeutin (Bescheid vom Bundesministerium für Gesundheit)

AUS- UND FORTBILDUNG

12/2009 und 12/2010	USI- Skilehrerausbildung (Saalbach- Hinterglemm)
10/2010	Massagegrundausbildung (ZSU Wien): Berufsausbildung zum diplomierten Masseur
11/2010	Teilnahme an einem Ernährungsworkshop (ZSU Wien)
9/2014	Teilnahme an einem Sling Refresherkurs 2014 (ZSU Wien)
11/2014	Teilnahme am Praxisseminar Slackline in der Physiotherapie I (Wien)

BERUFSPRAXIS

7/2011	PROMOTION Job- Mrs. Sporty Brünner Straße (1 Monat), 1210 Wien
8/2012	SPORTUNION Bewegter-Leben: Ferialjob als pädagogische und sportliche Betreuerin von Kindern (1Monat), 1030 Wien
seit 11/2012	Trainingstherapeutin bei PAIN CARE - Schmerzforschungsinstitut (seit November 2012), Werkvertrag 10-15 Std/Woche, 1060 Wien
2013& 2014	Skibegleitlehrerin HS Großweikersdorf, BG/BRG Tulln

SPPRACH- KENNTNISSE

Deutsch, Englisch, Französisch, Latein

INTERESSEN

Sport/Fitness: Fußball (NÖ Frauen- Landesliga)
Skifahren (Skilehrer- Anwärterprüfung)
Krafttraining, Schwimmen, Radfahren

ZUR PERSON

Stärken: zielstrebig/ ehrgeizig, zuverlässig, pünktlich,
sportlich, teamfähig, hilfsbereit, kontaktfreudig

Schwächen: sensibel, ungeduldig