

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Theoretische Grundlagen	3
2.1 Alternstheorien	3
2.1.1 Molekulare Theorien.....	3
2.1.2 Zelluläre Theorien	4
2.1.3 Systemische Theorien.....	6
2.2 Alternsprozesse.....	7
2.2.1 Allgemeine Alternsprozesse	7
2.2.2 Altersassoziierte Veränderungen der Muskulatur (Sarkopenie)	11
2.2.2.1 Definition und Ursache der Sarkopenie.....	11
2.2.2.2 Auswirkungen der Sarkopenie auf den allgemeinen Gesundheitszustand und die Lebensqualität.....	17
2.3 Der Protein- und Aminosäurenstoffwechsel des älteren Menschen	20
2.3.1 Proteinstoffwechsel und Aminosäurenpool	20
2.3.2 Netto-Muskelprotein-Balance	23
2.3.3 Der Homocystein-Stoffwechsel im Methionin-Homocystein-Glutathion-System.....	23
2.3.4 Bedeutung der Proteine für die Energiebereitstellung unter Belastung	29
2.3.4.1 Die Biosynthese von Kreatin und das ATP-Kreatinphosphat-System.....	29
2.3.4.2 Der Glucose-Alanin-Zyklus.....	30
2.3.5 Verknüpfung des Methionin-Homocystein-Glutathion-System mit der Kreatinsynthese.....	31
2.3.6 Für den Muskelstoffwechsel bedeutsame Aminosäuren und Aminosäuregruppen	32
2.4 Beeinflussbarkeit durch Training	37
3 Beschreibung der PATRAS-Studie und der Methoden.....	41
3.1 Das PATRAS-Trainingsprogramm	41
3.1.1 Aufbau einer Trainingseinheit.....	41
3.1.2 Die Trainingsgeräte	42
3.1.3 Die Kräftigungsübungen	43
3.2 Untersuchungsdesign.....	48
3.3 Untersuchungsmethoden	49
3.3.1 Methoden zur Ermittlung der körperlichen Situation.....	49
3.3.1.1 Motorische Tests (Testbatterie).....	49
3.3.1.2 Klinisch-chemische Untersuchung (Blutentnahme).....	54
3.3.1.3 Anthropometrische Untersuchungen	56
3.3.1.4 Ernährungsprotokolle	57

3.3.1.5	Befragungen.....	58
3.3.2	Methode zur Erfassung der psychischen und gesundheitlichen Situation der Probanden.....	59
3.4	Datenverarbeitung und statistische Methoden	59
3.5	Beschreibung des Probandenkollektivs	60
3.5.1	Die Senioreneinrichtungen und ihr Gesamtbewohnerkollektiv (inklusive Teilnehmer)	60
3.5.2	Ein- und Ausschlusskriterien zur Teilnahme an der PATRAS-Studie.....	61
3.5.3	Die Teilnehmer der PATRAS-Studie	62
3.5.3.1	Anthropometrische Daten.....	63
3.5.3.2	Gesundheitszustand	64
3.5.3.3	Soziodemographische Daten	67
4	Ergebnisse	71
4.1	Trainingsteilnahme und Trainingsbelastung.....	71
4.2	Testergebnisse.....	73
4.2.1	Motorische Tests (Testbatterie).....	74
4.2.1.1	Maximale Gehgeschwindigkeit.....	74
4.2.1.2	Zwei-Minuten-Gehen.....	75
4.2.1.3	Five-chair-stand	76
4.2.1.4	Gleichgewicht.....	77
4.2.1.5	Maximalkraft.....	78
4.2.2	Metabolische, biologische und anthropometrische Parameter.....	83
4.2.2.1	Klinisch-chemische Untersuchungen	83
4.2.2.2	Körperzusammensetzung	87
4.2.2.3	Körpergewichtsveränderungen, Body-Mass-Index (BMI) ...	88
4.2.2.4	Ernährungsdaten.....	90
4.3	Ergebnisse Fragebogen.....	92
4.3.1	Gesundheit.....	92
4.3.2	Körperliche Leistungsfähigkeit	95
4.3.2.1	Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs).....	95
4.3.2.2	Freizeitaktivitäten	99
4.3.2.3	Stürze.....	99
5	Diskussion.....	101
5.1	Einleitung	101
5.2	Diskussion der Methode.....	103
5.2.1	Diskussion der Tests / Messungen	103
5.2.2	Diskussion des Trainingsprogramms	105
5.3	Diskussion der Ergebnisse.....	105
5.3.1	Übersicht über die wichtigsten Studien der letzten Jahre.....	105
5.3.2	Trainingsteilnahme und Trainingsbelastung.....	110
5.3.3	Metabolische, biologische und anthropometrische Parameter.....	111

5.3.3.1	Die Körperzusammensetzung	111
5.3.3.2	Body-Mass-Index, Körpergewicht und Ernährungsdaten .	113
5.3.3.3	Die Auswirkungen des Krafttrainings auf die Aminosäuren-Konzentration im Blutplasma	116
5.3.3.4	Routine-Blutparameter	123
5.3.3.5	Krankheiten, Medikation, Gesundheit und Schmerzen....	124
5.3.4	Motorische und funktionelle Parameter	125
5.3.4.1	Motorische Tests (Testbatterie).....	126
5.3.4.2	Aktivitäten des täglichen Lebens	133
5.3.4.3	Sturzhäufigkeit.....	135
5.3.4.4	Freizeitaktivitäten	135
5.3.5	Diskussion der Gesamtergebnisse.....	136
6	Zusammenfassung	139
7	Literatur	141
8	Anhang	151
8.1	Tabellen	151
8.1.1	Zu den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs).....	151
8.1.2	Zur Bioelektrischen Impedanz-Analyse (BIA), Körpergewichtsveränderung, Body-Mass-Index (BMI)	154
8.1.3	Zu den Ergebnissen der motorischen Tests (Testbatterie).....	155
8.1.4	Zu den Ergebnissen der Fragebögen	158
8.1.4.1	Gesundheit.....	158
8.1.4.2	Ernährung	160
8.1.4.3	Körperliche Leistungsfähigkeit.....	161
8.2	Instrumente zur Datenerhebung (Fragebogen)	162
8.2.1	Bewohner des Betreuten Wohnens (T1)	162
8.2.2	Bewohner des Betreuten Wohnens (T4)	162
8.2.3	Altenheimbewohner (T1).....	162
8.2.4	Altenheimbewohner (T4).....	162
8.2.5	Betreuer (T1).....	162
8.2.6	Betreuer (T4).....	162

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Zahl der Einwohner in Deutschland, die 80 Jahre und älter sind	1
Abbildung 2-1:	Potentielle Mechanismen, die zur Sarkopenie führen	12
Abbildung 2-2:	Folgen der Sarkopenie	18
Abbildung 2-3:	Der Aminosäurenpool im Proteinstoffwechsel	21
Abbildung 2-4:	Aminosäuren und ihre vielfältigen Funktionen.....	22
Abbildung 2-5:	Das Methionin-Homocystein-Glutathion-System	25
Abbildung 2-6:	Die Biosynthese von Kreatin	30
Abbildung 2-7:	Glucose-Alanin-Zyklus	31
Abbildung 3-1:	Zeitstrahl mit Testzeitpunkten und den entsprechenden Tests	48
Abbildung 3-2:	Zum Kraftmessgerät entwickelter und umgebauter Rollstuhl	53
Abbildung 3-3:	Zeichnung der Bewegungsrichtung und der entsprechenden Kraftaufnehmer des Rollstuhls	54
Abbildung 3-4:	Anzahl der angegebenen Krankheiten je Teilnehmer.....	65
Abbildung 3-5:	Anzahl der ärztlich verschriebenen Medikamente	66
Abbildung 4-1:	Hand-Trainingsbelastung der Gruppen TG-AH und TG-BW	73
Abbildung 4-2:	Fuß-Trainingsbelastung der Gruppen TG-AH und TG-BW	73
Abbildung 4-3:	Mittelwerte der Testleistung „maximale Gehgeschwindigkeit“ an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16) der verschiedenen Gruppen	74
Abbildung 4-4:	Mittelwerte der innerhalb von 2 Minuten zurückgelegten Strecke der verschiedenen Gruppen an den 4 Messzeitpunkten	75
Abbildung 4-5:	Mittelwerte der Testleistung „Five-chair-stand“ der verschiedenen Gruppen an den 4 Messzeitpunkten	76
Abbildung 4-6:	Gleichgewicht im Stand an den vier Messzeitpunkten der Trainingsgruppe (TG-alle)	77
Abbildung 4-7:	Mittelwerte der maximalen Handkraft der linken Hand der verschiedenen Gruppen an den 4 Messzeitpunkten	78
Abbildung 4-8:	Mittelwerte der maximalen Handkraft der rechten Hand der verschiedenen Gruppen an den 4 Messzeitpunkten	79
Abbildung 4-9:	Mittelwerte der Maximalkraft der Altenheimbewohner (AH) an T ₃ (Woche 10) und T ₄ (Woche 16)	80
Abbildung 4-10:	Mittelwerte der Maximalkraft der Trainingsgruppe der Altenheim- bewohner (TG-AH) an T ₃ (Woche 10) und T ₄ (Woche 16)	81
Abbildung 4-11:	Mittelwert der Maximalkraft der Bewohner des Betreuten Wohnens (BW) an T ₂ (Woche 4) und T ₄ (Woche 16)	82
Abbildung 4-12:	Maximalkraft der Trainingsgruppe des Betreuten Wohnens (TG-BW) an T ₂ (Woche 4) und T ₄ (Woche 16)	82

Abbildung 4-13: Ergebnisse der Fettmasse-, Magermasse-, Körperzellmasse- und Extrazellulärmasse-Messung der Trainingsgruppe (TG-alle, TG-AH, TG-BW) an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16).....	87
Abbildung 4-14: Veränderungen des durchschnittlichen Körperwassers der Gruppen TG-alle, TG-AH und TG-BW an den Messzeitpunkten T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16).....	87
Abbildung 4-15: Durchschnittliche Körpergewichtsveränderungen der Teilnehmer der verschiedenen Gruppen im Verlauf der Intervention.....	89
Abbildung 4-16: Durchschnittliche Veränderung des BMI der Teilnehmer der verschiedenen Gruppen im Verlauf der Intervention.....	90
Abbildung 4-17: Subjektive Einschätzung des Gesundheitszustandes aller Teilnehmer vor und nach der Intervention.....	92
Abbildung 4-18: Beurteilung der Aktivitäten des täglichen Lebens der Gesamt-Trainingsgruppe (TG-alle) an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16) ...	96
Abbildung 4-19: Beurteilung der Aktivitäten des täglichen Lebens von TG-AH an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16).....	97
Abbildung 4-20: Beurteilung der Aktivitäten des täglichen Lebens von TG-BW an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16).....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Primäre und sekundäre (krankheitsbedingte) Altersprozesse	9
Tabelle 3-1:	Methoden zur Ermittlung der körperlichen Situation der Probanden	49
Tabelle 3-2:	Die motorischen Tests und die dazugehörigen Untersuchungsziele.....	50
Tabelle 3-3:	Blut-Routineparameter und deren Bestimmungsmethoden.....	55
Tabelle 3-4:	Gehhilfen aller Bewohner der Einrichtungen	61
Tabelle 3-5:	Körpergröße, Körpergewicht und BMI der Probanden	63
Tabelle 3-6:	Pflegestufen aller Teilnehmer.....	64
Tabelle 3-7:	Angegebene Diagnosen aller Teilnehmer an T ₁ (Woche 0)	65
Tabelle 3-8:	Art der angegebenen, ärztlich verordneten Medikamente und Anzahl der Teilnehmer	66
Tabelle 3-9:	Familienstand der Teilnehmer	67
Tabelle 3-10:	Schulabschluss der Teilnehmer	68
Tabelle 3-11:	Soziale Kontakte zu Verwandten und Freunden	68
Tabelle 3-12:	Von den Senioren früher regelmäßig betriebene Sportarten und Anzahl der Teilnehmer	69
Tabelle 3-13:	Gründe, die dazu geführt haben, mit dem Sporttreiben aufzuhören, und Anzahl der Teilnehmer	70
Tabelle 4-1:	Die Trainingshäufigkeit der Teilnehmer unterteilt in die Gruppen..	71
Tabelle 4-2:	Gründe für die Nichtteilnahme an den Trainingseinheiten.....	72
Tabelle 4-3:	Trainingsengagement der Teilnehmer unterteilt in die Gruppen ...	72
Tabelle 4-4:	Blutwerte der Teilnehmer unterteilt in die Trainingsgruppen TG-AH und TG-BW an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16)	83
Tabelle 4-5:	Blutwerte der Teilnehmer der Gesamt-Trainingsgruppe TG-alle an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16).....	84
Tabelle 4-6:	Aminosäurenwerte der Teilnehmer unterteilt in die Trainingsgruppen TG-AH und TG-BW an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16)	85
Tabelle 4-7:	Aminosäurenwerte der Teilnehmer der Gesamt-Trainingsgruppe TG-alle an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16).....	86
Tabelle 4-8:	Gewichtsveränderungen der Teilnehmer	88
Tabelle 4-9:	Appetit der Teilnehmer vor der Intervention an T ₁ (Woche 0)	91
Tabelle 4-10:	Energiezufuhr der Teilnehmer der Trainingsgruppen an T ₁ (Woche 0) und T ₄ (Woche 16)	91

Tabelle 4-11:	Subjektive Einschätzung des Gesundheitszustandes aller Teilnehmer und der Trainingsgruppe unterteilt in AH und BW vor und nach der Intervention.....	93
Tabelle 4-12:	Gesundheit im Vergleich zu Gleichaltrigen aller Teilnehmer und der Trainingsgruppe vor der Intervention (T ₁ / Woche 0)	93
Tabelle 4-13:	Häufigkeit und Art der Schmerzen, unter denen die Teilnehmer an T ₁ (Woche 0) litten.....	94
Tabelle 4-14:	Veränderung der Schmerzsituation von T ₁ (Woche 0) zu T ₄ (Woche 16).....	94
Tabelle 4-15:	Soziale Kontakte durch das Training.....	95
Tabelle 4-16:	Subjektiver Eindruck über die Verbesserung der Beweglichkeit der Teilnehmer nach der Intervention im Gegensatz zum Zeitpunkt vor Beginn des Trainingsprogramms.....	98
Tabelle 4-17:	Subjektive Eindrücke einzelner Teilnehmer über Veränderungen ihrer Beweglichkeit	98
Tabelle 4-18:	Sturzhäufigkeit der Mitglieder der Trainingsgruppe in den letzten 12 Monaten vor Beginn der Trainingsintervention an T ₁ (Woche 0)	99
Tabelle 4-19:	Sturzhäufigkeit der Trainingsgruppe im Zeitraum von T ₁ (Woche 0) bis T ₄ (Woche 16).....	100
Tabelle 5-1:	Tabellarische Übersicht der Mittelwertveränderungen von T ₁ (Woche 0) zu T ₄ (Woche 16) der motorischen und funktionellen Tests der Gruppen TG-AH, TG-BW und TG-alle.....	101
Tabelle 5-2:	Tabellarische Übersicht über die Mittelwertveränderungen von T ₁ (Woche 0) zu T ₄ (Woche 16) der metabolischen und biologischen Tests der Gruppen TG-AH, TG-BW und TG-alle....	102
Tabelle 5-3:	Krafttrainingsstudien mit institutionalisiert lebenden Senioren I ..	106
Tabelle 5-4:	Krafttrainingsstudien mit institutionalisiert lebenden Senioren II .	107
Tabelle 5-5:	Krafttraining mit selbständig lebenden Senioren I	108
Tabelle 5-6:	Krafttraining mit selbständig lebenden Senioren II	109