



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Einfluss der Summe der täglichen körperlichen Aktivität auf die
Körperzusammensetzung bei Erwachsenen

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag^a. rer. nat.)

Verfasserin:	Eveline Posch
Matrikelnummer:	0203354
Studienrichtung (lt. Studienblatt):	Ernährungswissenschaften
Betreuerin/Betreuer:	o. Univ.-Prof. Dr. Ibrahim Elmadfa

Wien, im Dezember 2008

VORWORT

Für die Bereitstellung dieses Themas bedanke ich mich bei Herrn o. Univ. Prof. Dr. Ibrahim Elmadfa. Besonderer Dank gilt Herrn Dr. Heinz Freisling, der mich während der gesamten Arbeit betreut hat und für Fragen immer ein offenes Ohr hatte. Danke auch an Herrn Mag. Peter Putz, der ebenfalls eine Hilfe bei auftauchenden Hürden war.

Ich bedanke mich bei allen Familienmitgliedern, Freunden, Studienkollegen und Bekannten, dass sie sich als Probanden zur Verfügung gestellt haben.

Außerdem möchte ich mich bei allen meinen Freunden für die stets aufbauenden Worte bedanken.

Ganz besonders dankbar bin ich meinen Eltern Brigitte und Franz, die mir immer emotionale Stütze waren und sind! Sie haben mich stets bestärkt und standen in meinen Entscheidungen immer hinter mir.

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	V
ABBILDUNGEN.....	VIII
TABELLEN.....	IX
ABKÜRZUNGEN.....	X
1 EINLEITUNG.....	1
2 LITERATURÜBERSICHT	3
2.1 Körperliche Aktivität (Physical Activity, PA)	3
2.1.1 Grundlagen	3
2.1.2 Inaktivität als Risikofaktor	5
2.1.3 Empfehlungen zur körperlichen Aktivität	5
2.1.4 Einteilung der körperlichen Aktivität nach der Intensität	7
2.1.5 Messen der körperlichen Aktivität	8
2.1.5.1 „Self-Report Instruments“	8
2.1.5.2 Metabolische Methoden	9
2.2 Körperzusammensetzung.....	10
2.2.1 Kompartimentmodelle.....	10
2.2.1.1 Fettmasse (FM)	12
2.2.1.2 Fettfreie Körpermasse (FFM).....	12
2.2.1.3 Gesamtkörperwasser (TBW), Extrazelluläres Wasser (ECW) und Intrazelluläres Wasser (ICW)	13
2.2.1.4 Körperzellmasse (BCM).....	13
2.2.1.5 Extrazelluläre Masse (ECM)	13
2.2.1.6 ECM/BCM Index.....	14
2.2.1.7 Zellanteil in %.....	15
2.2.2 Messung und Beurteilung der Körperzusammensetzung	15
2.3 Zusammenhang von PA und Körperzusammensetzung	17
2.3.1 Bei Kindern.....	17

2.3.2	Bei Jugendlichen	18
2.3.3	Bei Erwachsenen	18
2.3.4	Bei älteren Menschen.....	19
2.3.5	Unterschiede zwischen den Geschlechtern	19
2.3.6	Umwelteinflüsse.....	20
2.3.7	Situation in der Europäischen Union.....	21
3	PROBANDEN UND METHODEN.....	22
3.1	Probanden.....	22
3.2	Methoden	23
3.2.1	Anthropometrische Messungen	23
3.2.2	Bioelektrische Impedanzanalyse.....	23
3.2.2.1	Grundlagen	23
3.2.2.2	Methoden der BIA.....	26
3.2.2.2.1	Monofrequenz BIA (SF-BIA).....	26
3.2.2.2.2	Multifrequenz BIA (MF-BIA)	26
3.2.2.3	Messung	26
3.2.2.4	Fehler der BIA	27
3.2.3	Akzelerometer	28
3.2.3.1	Grundlagen	28
3.2.3.2	Messung	29
3.2.3.3	Fehler des Akzelerometers.....	31
3.2.4	7 Tage Aktivitäts-Protokoll	31
3.2.5	Statistik	32
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	34
4.1	Deskriptive Datenanalyse	34
4.1.1	Geschlechterverteilung im Gesamtkollektiv.....	34
4.1.2	Altersverteilung im Gesamtkollektiv	34
4.1.3	BMI im Gesamtkollektiv	35
4.1.4	Physical Activity Level (PAL) nach Geschlecht.....	36
4.1.5	Körperfettanteil bzw. Magermasse nach Geschlecht	37
4.1.6	Phasenwinkel im Gesamtkollektiv.....	38

4.1.7	Zellanteil in % im Gesamtkollektiv.....	39
4.1.8	ECM/BCM Index im Gesamtkollektiv.....	40
4.2	Explorative Datenanalyse	40
4.2.1	Auswirkung der körperlichen Aktivität auf den Körperfettanteil...40	
4.2.1.1	Unterschied zwischen den Geschlechtern.....	41
4.2.2	Auswirkungen der körperlichen Aktivität auf den BMI.....	45
4.2.2.1	Unterschied zwischen den Geschlechtern.....	45
4.2.3	Auswirkung der körperlichen Aktivität auf die magere Körpermasse	47
4.2.3.1	Unterschied zwischen den Geschlechtern.....	48
4.2.4	Zusammenhang PAL und Phasenwinkel.....	49
4.2.5	Zusammenhang Phasenwinkel und Körperfett (%).....	49
4.2.6	Zusammenhang Phasenwinkel und magere Körpermasse (%).....	50
4.2.7	Zusammenhang PAL und ECM/BCM Index.....	50
4.2.8	Zusammenhang PAL und Zellanteil in %	51
5	SCHLUSSBETRACHTUNG	52
6	ZUSAMMENFASSUNG	55
7	SUMMARY	57
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	59
9	ANHANG.....	67
	7 Tage Aktiviäts-Protokoll	68
	Curriculum Vitae	75

ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Übersicht über die Kompartimentmodelle (nach MÜLLER, 2007)	11
Abbildung 2: Phasenwinkel [BAUMGARTNER et al., 1988]	24
Abbildung 3: Liegeposition BIA [MEDICAL HEALTHCARE, 2008]	26
Abbildung 4: Positionierung der Elektroden [MEDICAL HEALTHCARE, 2008]	27
Abbildung 5: Akzelerometer [www.actigraph.com, 2008]	28
Abbildung 6: Beispiel einer ActiLife Lifestyle Datei (Summary File)	30
Abbildung 7: BMI Verteilung im Kollektiv (n=102)	35
Abbildung 8: PAL bei Erwachsenen getrennt nach Geschlecht (n=102)	36
Abbildung 9: Körperfettanteil in % bei Erwachsenen getrennt nach Geschlecht (n=102)	37
Abbildung 10: Magermasse in % bei Erwachsenen getrennt nach Geschlecht (n=102)	38

TABELLEN

Tabelle 1: Terminologie der Körperzusammensetzung (nach MÜLLER, 2007)	11
Tabelle 2: Beurteilung ECM/BCM Index [Data Input, 2008]	14
Tabelle 3: Einteilung BMI	15
Tabelle 4: Beurteilung Phasenwinkel [Data Input, 2008]	25
Tabelle 5: Kategorisierung der Counts in Activity Levels [nach ACTIGRAPH, LLC, 2007]	29
Tabelle 6: Interpretation des Koeffizienten [nach BROSIUS, 2006]	32
Tabelle 7: Probanden eingeteilt in zwei Altersgruppen (n=102)	34
Tabelle 8: BMI Gruppen der Probanden (n=102)	35
Tabelle 9: Phasenwinkel bei Erwachsenen im Gesamtkollektiv (n=102)	39
Tabelle 10: Zellanteil in % bei Erwachsenen im Gesamtkollektiv (n=102)	39
Tabelle 11: ECM/BCM Index bei Erwachsenen im Gesamtkollektiv (n=102)	40
Tabelle 12: Korrelation PAL und Körperfettanteil in % bei Erwachsenen (n=102)	41
Tabelle 13: Korrelation TEEges und Körperfettanteil in % bei Erwachsenen (n=102)	41
Tabelle 14: Vergleich Physical Activity Level bei Männern und Frauen (n=102)	42
Tabelle 15: Korrelation PAL und Körperfett in % bei Frauen (n=53)	42
Tabelle 16: Korrelation PAL-Gruppen und Körperfettanteil in % bei Frauen (n=53) ...	43
Tabelle 17: Korrelation PAL-Gruppen und Körperfettanteil in % bei Männern (n=49)	44
Tabelle 18: Korrelation PAL und BMI beim Gesamtkollektiv (n=102)	45
Tabelle 19: Korrelation PAL und BMI getrennt nach Geschlecht (n=102)	46
Tabelle 20: Korrelation PAL-Gruppen und BMI bei Frauen (n=53)	47
Tabelle 21: Korrelation PAL und magere Körpermasse in % (n=102)	48
Tabelle 22: Korrelation von PAL und MM in % getrennt nach Geschlecht (n=102)	48
Tabelle 23: Korrelation PAL und Phasenwinkel im Gesamtkollektiv (n=102)	49
Tabelle 24: Korrelation Phasenwinkel und Körperfett (%) im Gesamtkollektiv (n=102)	49
Tabelle 25: Korrelation Phasenwinkel und magere Körpermasse (%) im Gesamtkollektiv (n=102)	50
Tabelle 26: Korrelation PAL und ECM/BCM Index im Gesamtkollektiv (n=102)	50
Tabelle 27: Korrelation PAL und Zellanteil in % im Gesamtkollektiv (n=102)	51

ABKÜRZUNGEN

BCM	Body Cell Mass, Körperzellmasse
BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
BMI	Body Mass Index
ECM	Extracellular Mass, extrazelluläre Körpermasse
ECW	Extracellular Water, extrazelluläres Wasser
FFM	Fat Free Mass, fettfreie Körpermasse
FM	Fat Mass, Körperfettmasse
GU	Grundumsatz
ICW	Intracellular Water, intrazelluläres Wasser
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
LBM	Lean Body Mass, Magermasse
LU	Leistungsumsatz
MET	Metabolisches Äquivalent, metabolische Einheit
PA	Physical Activity, körperliche Bewegung
PAEE	Physical Activity Energy Expenditure, Leistungsumsatz
PAL	Physical Activity Level
TBW	Total Body Water, Gesamtkörperwasser
TEE	Total Energy Expenditure, Gesamtenergieumsatz
TRU	Trainingsumsatz

1 EINLEITUNG

Das körperliche Erscheinungsbild ist in der heutigen Leistungsgesellschaft von großer Bedeutung. Übergewicht und auch Untergewicht sind allerdings nicht nur eine Frage der Optik sondern vor allem der Gesundheit und Leistungsfähigkeit.

Übergewicht und Fettleibigkeit werden mit erhöhter Mortalität und chronischen Erkrankungen in Verbindung gebracht. Geringe körperliche Aktivität steht in Zusammenhang mit erhöhter Gesamtmortalität. Regelmäßige Bewegung vermindert oder verhindert Gewichtszunahme. [KYLE et al., 2004]

Körperliche Aktivität ist ein wichtiger Faktor in der Prävention von verschiedensten Krankheiten. Geringe körperliche Aktivität steht in engem Zusammenhang mit der Entstehung von koronaren Herzerkrankungen, Bluthochdruck und Diabetes Mellitus Typ II. [LOHMAN et al., 2008]

Der Body Mass Index (BMI) gilt als gutes Maß für die Klassifizierung von Übergewicht und Fettleibigkeit, allerdings gibt er keine Auskunft über das absolute Körperfett und unterscheidet auch nicht zwischen Fett und fettfreier Körpermasse. [EKELUND et al., 2005] Mit Hilfe der Bioelektrischen Impedanzanalyse kann man Körperzellmasse und extrazelluläre Masse, Gesamtkörperwasser und FFM ermitteln. Durch die Subtraktion der FFM vom Gesamtkörpergewicht ergibt sich die Fettmasse.

Die beiden zweckmäßigsten Messmethoden für PA sind sogenannte „Self-report Instruments“ (wie Fragebögen, Protokolle) und Bewegungsmesser (wie Schrittzähler, Beschleunigungsmesser). [MESTEK et al., 2008]

Zahlreiche Studien beschäftigten sich mit dem Zusammenhang von körperlicher Aktivität und der Körperzusammensetzung. Ein Großteil davon hat sich aber entweder nur mit dem Freizeitverhalten beschäftigt oder es wurde nur eine bestimmte Alterskategorie untersucht.

Primäres Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, herauszufinden, in wie weit die Körperzusammensetzung von Erwachsenen von der gesamten körperlichen Aktivität beeinflusst wird. Hier werden sämtliche Aktivitäten des Alltags (Beruf und Freizeit) miteinbezogen. Außerdem wird durch das Aktivitätsprotokoll eine ergänzende Erfassung jener Daten ermöglicht, die der Akzelerometer nicht oder nicht in vollem Umfang aufzeichnet.

Weiters soll nicht nur Körperfett und Magermasse sondern auch die Zellbeschaffenheit in Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität untersucht werden.

Gibt es Unterschiede in der Zellgesundheit vergleicht man aktive mit inaktiven Menschen?

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Körperliche Aktivität (Physical Activity, PA)

Unser Leben hat sich in den letzten Jahrzehnten durch den technischen Fortschritt wesentlich vereinfacht. Frühere Generation hatten weit mehr körperliche Arbeit zu leisten, als dies jetzt der Fall ist. Der Trend geht zu mehr geistiger und immer weniger körperlicher Anstrengung. Diese Erleichterung mag zwar angenehm erscheinen, hat aber sehr negative Auswirkungen auf die Gesundheit.

2.1.1 Grundlagen

Körperliche Aktivität („physical activity“ (PA)) wird definiert als körperliche Bewegung, die zum Verbrauch von Energie führt und durch die Skelettmuskulatur verursacht wird. Sie ist eng verknüpft und doch zu unterscheiden von geplanten und strukturierten sportlichen Übungen, welche die körperliche Fitness erhalten oder erhöhen sollen. [WHO, 2008]

Der Gesamtenergieumsatz (TEE) kann in drei Teile gegliedert werden: Grundumsatz (GU), Leistungsumsatz (LU) und bei Trainierenden noch der Trainingsumsatz (TRU).

Unter Grundumsatz versteht man den basalen Energieumsatz eines Menschen bei Ruhe und Entspannung, welcher zur Aufrechterhaltung von Körperstrukturen, Körperwärme, Atmung und Herztätigkeit benötigt wird. Dieser wird durch die aktive Körpermasse bestimmt, da Körperfett keinen eigenen Energiebedarf hat und ist bei Frauen und Männern unterschiedlich. Bei Männern beträgt der Grundumsatz 1 kcal (4,18 kJ)/kg/Stunde und bei Frauen 0,9 kcal (3,76 kJ)/kg/Stunde. [TOMASITS, HABER, 2008]

Leistungsumsatz ist der Mehrbedarf an Energie, der für die verschiedenen körperlichen Aktivitäten des Alltags zum Grundumsatz dazukommt. Er kann als Vielfaches des GU

angegeben werden. Er repräsentiert den normalen Alltag und ist somit relativ konstant, während der Trainingsumsatz ausschließlich die Trainingszeit betrifft und deshalb eine enorme Variabilität aufweisen kann. [HABER, 2004]

$$TEE = GU + LU$$

Der „Physical Activity Level“ (PAL) ist ein Aktivitätsfaktor, der den Leistungsumsatz als Vielfaches des Grundumsatzes ausdrückt. [HASKELL et al., 2007] Das heißt, dass durch den PAL der Grundumsatz um einen bestimmten Faktor erhöht wird. Multipliziert man den GU mit dem PAL, erhält man den täglichen Energieverbrauch.

Bei ausschließlich sitzender oder liegender Lebensweise erhöht sich der GU um den Faktor 1,2. Bei ausschließlich sitzender Tätigkeit mit wenig oder keiner Bewegung multipliziert man den GU mit dem Wert 1,4-1,5. Für sitzende Tätigkeit mit zeitweiser Aktivität wird ein PAL von 1,6-1,7 veranschlagt. Überwiegend gehende oder stehende Arbeit (Hausfrauen, Verkäufer etc.) hat einen PAL von 1,8-1,9. Nur körperlich anstrengende Tätigkeiten wie Leistungssport und Arbeit auf dem Bau haben einen PAL von 2 und darüber. [DGE, 2008]

Das metabolische Äquivalent oder metabolische Einheit (MET) entspricht dem Grundumsatz und wird ausgedrückt als Sauerstoffaufnahme pro Minute pro kg Körpergewicht in Ruhe.

$$MET = \text{VO}_2/\text{kg Körpergewicht}/3,5 \text{ (beim Mann) bzw. } 3,1 \text{ (bei der Frau)}.$$

Mit Hilfe der METs kann der Energieverbrauch verschiedener Aktivitäten verglichen werden und Tätigkeitsintensitäten unabhängig von anthropometrischen Eigenschaften definiert werden. [TOMASITS, HABER, 2008]

2.1.2 Inaktivität als Risikofaktor

Es gibt zahlreiche Studien, welche die Prävalenz von Übergewicht und Fettleibigkeit bei jungen Menschen belegen. Übergewicht ist von den Faktoren Genetik und Verhalten abhängig. Die Verhaltenskomponente beinhaltet körperliche Aktivität und Ernährungsgewohnheiten. [EKLUND et al., 2005]

Übergewicht und Fettleibigkeit werden mit erhöhter Mortalität und chronischen Erkrankungen in Verbindung gebracht. Geringe körperliche Aktivität steht in Zusammenhang mit erhöhter Gesamtmortalität. Regelmäßige Bewegung vermindert oder verhindert Gewichtszunahme. [KYLE et al., 2004]

Wenig körperliche Aktivität und geringe körperliche Fitness stehen in Zusammenhang mit erhöhter Gesamtmortalität. Fettleibigkeit erhöht das Risiko von kardiovaskulären, respiratorischen und metabolischen Erkrankungen sowie einigen Krebsarten. Da es über 200 Millionen übergewichtige Erwachsene weltweit gibt (Übergewicht ist mit einem BMI von $>25 \text{ kg/m}^2$ definiert), ist dieses Problem weit verbreitet. [KYLE et al., 2001]

Prospektive Studien konnten zeigen, dass geringe körperliche Fitness stark mit der Entwicklung von koronaren Herzerkrankungen, Bluthochdruck und Diabetes Mellitus Typ II zusammenhängt. Ein sitzender Lebensstil in der Jugend wird oft im Erwachsenenalter beibehalten. Daher ist der geringe Fitnesslevel in der Jugend sowohl eine Bedrohung für die momentane als auch für die zukünftige Gesundheit von jungen Menschen. [LOHMAN et al., 2008]

2.1.3 Empfehlungen zur körperlichen Aktivität

Bei den Empfehlungen wird zwischen jungen Menschen (5-18 Jahre), Erwachsenen (18-65 Jahre) und älteren Erwachsenen (65+ Jahre) unterschieden.

Junge Menschen sollen sich mindestens 60 Minuten am Tag moderat bis intensiv körperlich betätigen.

Erwachsenen wird empfohlen, sich mindestens 30 Minuten an mindestens fünf Tagen der Woche mit moderater Intensität zu bewegen ODER sich mindestens 20 Minuten an mindestens drei Tagen der Woche mit starker Intensität zu bewegen ODER eine äquivalente Kombination aus beiden. Weiters sollen mindestens 8-10 Wiederholungen muskelstärkender Übungen an mindestens 2 Tagen/Woche durchgeführt werden.

Die Empfehlungen für ältere Erwachsene unterscheiden sich grundsätzlich nicht von denen für Erwachsene. Zusätzlich wird allerdings empfohlen, Übungen zur Erhaltung der Flexibilität und Gleichgewichtsübungen zu machen. [WHO, 2008]

Im Jahr 1995 veröffentlichten das „Center for Disease Control and Prevention“ und das „American College of Sports Medicine“ die Empfehlung, dass jeder erwachsene US Bürger an den meisten Tagen der Woche, vorzugsweise an allen Tagen der Woche, 30 Minuten moderate körperliche Aktivität durchführen sollte. Diese klaren und präzisen Angaben sollten die Bevölkerung ermutigen, mehr Bewegung in ihren Alltag einfließen zu lassen.

2007 konnten durch neuere wissenschaftliche Methoden und durch die Klassifizierung der Bewegung nach Häufigkeit, Intensität und Dauer die damaligen Empfehlungen spezifiziert werden.

Eine der Erweiterungen war, die Dauer von 30 Minuten moderater bzw. 20 Minuten anstrengender körperlicher Aktivität auf MINDESTENS 30 bzw. MINDESTENS 20 Minuten zu erhöhen. Außerdem waren anstrengende Aktivitäten ODER moderate Aktivität empfohlen. Heute sind anstrengende Aktivitäten ein wesentlichen Teil der Empfehlungen.

Der Umfang der empfohlenen sportlichen Aktivität soll zusätzlich zu Alltagsaktivitäten ausgeführt werden, wenn diese Alltagsaktivitäten von leichter Intensität sind bzw. weniger als 10 Minuten dauern. Aktivitäten, die länger als 10 Minuten durchgeführt werden, können durchaus zur Aktivität gezählt werden.

Die neuen Empfehlungen betonen auch, dass diese nur ein Minimum darstellen und mehr Bewegung noch mehr gesundheitlichen Nutzen und Vorteile bringt.

Empfehlungen zur Muskelstärkungen fanden ebenfalls ihren Weg in die aktuelle Version. [HASKELL et al., 2007]

2.1.4 Einteilung der körperlichen Aktivität nach der Intensität

- Leichte körperliche Aktivität < 3 METs
- Moderate körperliche Aktivität 3 bis 6 METs
- Anstrengende körperliche Aktivität > 6 METs

[HAGSTRÖMER et al., 2006]

Man kann auch eine Einteilung der Personen in 3 Kategorien vornehmen:

Kategorie 1

Hierbei handelt es sich um den Level der niedrigsten körperlichen Aktivität. Personen, auf die weder Merkmale von Kategorie 2 noch Kategorie 3 zutreffen, werden als inaktiv bezeichnet.

Kategorie 2

Eine der drei folgenden Bedingungen muss zutreffen:

- 3 oder mehr Tage mit mindestens 20 Minuten anstrengender Aktivität ODER
- 5 oder mehr Tage mit mindestens 30 Minuten moderater Aktivität ODER
- 5 oder mehr Tage eine Kombination aus beidem, wobei mindestens 600 MET-mins/Woche erreicht werden müssen.

Kategorie3

Eine der zwei folgenden Bedingungen muss zutreffen:

- Anstrengende Aktivität an mindestens 3 Tagen pro Woche mit insgesamt mindestens 1500 MET-mins/Woche ODER
- an 7 Tagen eine Kombination aus den genannten Aktivitäten mit insgesamt mindestens 3000 MET-mins/Woche.
-

MET-minutes/Woche = MET Level x Aktivität in Minuten x Anzahl pro Woche

[SJÖSTRÖM et al., 2005]

2.1.5 Messen der körperlichen Aktivität

Es gibt mehr als 30 verschiedene Möglichkeiten, körperliche Aktivität zu messen. Trotz der relativ großen Auswahl an Methoden, ist die optimale noch nicht gefunden, denn jede hat ihre Vor- und Nachteile. Keine erfüllt alle der folgenden Anforderungen: präzise, objektiv, einfach anzuwenden, robust, zeiteffizient, geringer Einfluss auf die normalen Bewegungsmuster, sozial akzeptiert, ermöglicht kontinuierliche und detaillierte Aufzeichnung der Bewegung und anwendbar auf große Bevölkerungsgruppen. [VALANOU et al., 2006]

Körperliche Aktivität kann subjektiv mittels Fragebogen bzw. Bewegungsprotokollen, oder objektiv mittels metabolischer Methoden bzw. mit Hilfe von tragbaren Messgeräten erfasst werden.

2.1.5.1 „Self-Report Instruments“

Bei den sogenannten „Self-Report Instruments“, also den Methoden, bei denen sich Probanden selbst beurteilen bzw. einschätzen, gibt es Unterschiede beim zeitlichen Rahmen (letzter Tag, Woche, Monat etc.), bei der Dimension der PA (Art, Intensität, Häufigkeit, Dauer), bei der Handhabung (persönliche Interviews, Telefoninterviews, Fragebogen etc.), bei den Bedingungen, unter denen die körperliche Aktivität statt findet (Beruf, Haushalt, Transport, Freizeit) und auch bei der Auswertung. Zu diesen „Self-Report Instruments“ gehört auch das Bewegungsprotokoll und die Fragebogenmethode. Sie werden vor allem bei Studien mit großem Stichprobenumfang verwendet. [VALANOU et al., 2006]

Der Fragebogen ist die üblichste Methode die körperliche Aktivität zu messen. [HARRO et al., 2006] Sie sind einfach zu handhaben, relativ kostengünstig, meist von nur sehr geringer Belastung für den Probanden und vor allem beeinflussen sie den normalen Tagesablauf nicht. Andererseits darf man nicht vergessen, dass diese Methoden auf das Gedächtnis der Versuchspersonen angewiesen sind, wobei es zu

Ungenauigkeiten kommen kann. Weiters besteht natürlich die Möglichkeit, dass Fragen nicht oder falsch verstanden werden. [VALANOU et al., 2006]

Mit dem International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) wurde ein Fragebogen entwickelt, der international verwendet werden kann, um die körperliche Aktivität der Bevölkerung einzuschätzen. Der Großteil der existierenden Fragebögen konzentrierte sich entweder auf die Freizeitaktivität oder Aktivität am Arbeitsplatz. Mit dem IPAQ gelang es, alle Bereiche der körperlichen Aktivität abzudecken. 2003 wurde eine Validierung des IPAQ in 12 Ländern durchgeführt. Dabei entstanden reproduzierbare Daten für alle getesteten Versionen des Fragebogens. [HAGSTRÖMER et al., 2006]

2.1.5.2 *Metabolische Methoden*

Unter metabolischen Methoden versteht man die direkte sowie die indirekte Kalorimetrie und auch die „Double-labeled water method“ (Messung mit doppelt stabil markiertem Wasser).

Bei der direkten Kalorimetrie wird die Wärmeabgabe des Körpers und der Sauerstoffverbrauch gemessen. Die Wärmeabgabe wird in Form von Strahlung, Leitung und Konvektion registriert, außerdem kann durch die Veränderung der Luftfeuchtigkeit die Wärmeabgabe durch Verdunstung indirekt gemessen werden. Der Gesamtenergieverbrauch wird aus der Wärmeabgabe berechnet. Für die Dauer dieser Messung muss sich der Proband in einer von der Umwelt abgeschlossenen Kammer aufhalten. Daher ist diese Methode sehr belastend für den Probanden und außerdem sehr aufwendig und kostenintensiv. [MÜLLER, 2007]

Die indirekte Kalorimetrie misst den Sauerstoffverbrauch, die Kohlendioxidproduktion und es wird außerdem eine Harn-Stickstoffbestimmung durchgeführt. Aus diesen Parametern kann der Energieverbrauch und der Respiratorische Quotient berechnet werden. Bei dieser Messung trägt der Proband lediglich ein Mundstück, über welches der Gasaustausch gemessen wird. [MÜLLER, 2007]

Bei der Messung mit doppelt stabil markiertem Wasser wird dem Proband eine bestimmte Menge von doppelt stabil markiertem Wasser ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$) oral verabreicht. Deuterium wird nur mit dem Urin ausgeschieden, ^{18}O mit Urin und mit der Atemluft. Aus der Differenz der Konzentrationen dieser Isotope im Urin und dem Respiratorischen Quotienten kann der Energieverbrauch ermittelt werden. [YAO et al., 2003]

Mittels der Herzfrequenzmethode kann der Energieumsatz auch ermittelt werden. Hierbei misst ein tragbares Messgerät die Herzfrequenz, von der auf den Sauerstoffverbrauch und somit auf den Energieumsatz geschlossen werden kann. [LOF et al., 2003]

Der Akzelerometer (=Beschleunigungsmesser) registriert die Bewegungseinheiten als Counts. Er misst die vertikale Beschleunigung. Je mehr Counts gemessen werden, umso rascher erfolgt die Beschleunigung und umso mehr Energie wird verbraucht. [VALANOU et al., 2006] Eine ausführliche Beschreibung dieser Methode erfolgt im Kapitel „3.2.3 Akzelerometer“.

2.2 Körperzusammensetzung

Kenntnisse der genauen Körperzusammensetzung erlauben einen differenzierten Blick auf den Gesundheits- und Ernährungszustand, als es durch das Körpergewicht allein möglich ist.

2.2.1 Kompartimentmodelle

Der Körper besteht chemisch gesehen aus Wasser, Triglyzeriden, Eiweiß und Mineralien. Man unterscheidet verschiedene Modelle der Körperzusammensetzung.

Abbildung 1: Übersicht über die Kompartimentmodelle (nach MÜLLER, 2007)

I	Körpergewicht			
II	Fettfreie Masse (FFM)			Fett (FM)
III	Körperzellmasse (BCM)		Extrazelluläre Masse (ECM)	Fett (FM)
IVa	Skelett	Skelettmuskel		übrige Gewebe
IVb	Mineralien	Protein	Wasser	
				Triglyceride

Beim 2-Kompartiment Modell gliedert man den Körper lediglich in Gesamtkörperfett und fettfreie Masse.

Das 3-Kompartiment Modell teilt die fettfreie Masse noch in Körperzellmasse und in extrazelluläre Masse.

Beim 4-Kompartiment Modell a) besteht der Körper aus Skelett, Skelettmuskulatur, den übrigen Geweben und Fett und beim 4-Kompartiment Modell b) aus Knochenmineralien, Protein, Wasser und Fett.

Wesentlicher Bestandteil der FFM ist das Gesamtkörperwasser, wobei noch zwischen extra- und intrazellulärem Wasser unterschieden wird. Plasmavolumen und interstitielle Flüssigkeit ergeben die ECM. 60% des erwachsenen menschlichen Körpers bestehen aus Wasser. [MÜLLER, 2007]

Tabelle 1: Terminologie der Körperzusammensetzung (nach MÜLLER, 2007)

Körperfettmasse	Menge der Triglyceride im Körper
Fettgewebe	Fett plus zelluläres und extrazelluläres Gewebe (83% Fett, 2% Eiweiß, 15% Wasser)
„Lean body mass“ (LBM)	Magermasse oder „Nicht-Fettgewebs-Körpermasse“
Fettfreie Masse (FFM)	LBM plus „Nicht-Fettanteile“ des Fettgewebes
Muskelmasse	Summe der Muskeln

Körperzellmasse (BCM)	Zellen inklusive des intrazellulären Wassers (LBM minus extrazelluläres Wasser plus feste extrazelluläre Bestandteile)
Extrazelluläre Masse (ECM)	Extrazelluläres Wasser plus feste extrazelluläre Bestandteile
Feste extrazelluläre Bestandteile	Knochenmasse plus Faszien und Knorpel

2.2.1.1 Fettmasse (FM)

Bei 10% des Körperfetts handelt es sich um Strukturlipide. Die 90% sind der Energiespeicher des Körpers und befinden sich unter der Haut bzw. um die inneren Organe. Das Depotfett wird bei fortgeschrittenem Hungerzustand fast vollständig verbraucht. Auch die Körperflüssigkeit, besonders die intrazelluläre nimmt stark ab, während sich die extrazellulären Gewebe nur wenig verändern. [ELMADFA, LEITZMANN, 2004]

2.2.1.2 Fettfreie Körpermasse (FFM)

Zur FFM gehört alles, was nicht Fett ist. Sie besteht also hauptsächlich aus der Muskulatur, den Organen, dem Skelettsystem und dem ZNS. Die morphologisch unterschiedlichen Organsysteme bestehen aus Zellen, in denen Stoffwechselarbeit und Syntheseleistungen durchgeführt werden. Sie sind funktionell identisch aufgebaut. Weiters gehören extrazelluläre Flüssigkeit und Matrixsubstanz dazu, mit deren Hilfe der Substrattransport und Stoffaustausch stattfindet.

Manchmal wird auch von der „Lean Body Mass“ (LBM) gesprochen. Diese enthält im Gegensatz zur FFM noch Strukturfett. Der Unterschied zwischen den beiden Werten ist äußerst gering. [KYLE et al., 2004]

2.2.1.3 Gesamtkörperwasser (TBW), Extrazelluläres Wasser (ECW) und Intrazelluläres Wasser (ICW)

Die Menge des Körperwassers wird in erster Linie durch die BCM und damit über die Muskelmasse bestimmt. Die Durchschnittswerte bei Frauen für TBW liegen bei 50 % - 60 %, bei Männern etwas höher bei 55 % - 65 %. Das Gesamtkörperwasser kann man in extrazelluläres Wasser (43 % des TBW; Lymphe, interstitiell, transzellulär, Plasma) und intrazelluläres Wasser (57 % des TBW) teilen. Getrunkenes Wasser kann bei der Impedanzmessung erst erfasst werden, wenn es bereits absorbiert wurde. [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

Bei der Messung der Körperwassers stößt die BIA auf Schwierigkeiten, wenn der Wasserhaushalt nicht stimmt. Gleichungen, die bei der Messung von normalhydrierten Personen aufgestellt werden, zeigen sich nicht valide bei Personen mit verändertem Hydratisierungszustand. [KYLE et al., 2004]

2.2.1.4 Körperzellmasse (BCM)

Die Körperzellmasse ist aktives Gewebe und verantwortlich für alle physiologischen Funktionen des Körpers. Dazu gehören zum Beispiel die Respiration, physikalische und chemische Arbeit und auch mitotische Aktivitäten. Jede Art von Gewebe des menschlichen Körpers enthält BCM. Das Bindegewebe relativ wenig und das zellreiche Muskelgewebe enthält den Hauptanteil der BCM. [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

2.2.1.5 Extrazelluläre Masse (ECM)

Die ECM unterscheidet sich von der BCM. Dabei handelt es sich um jenen Teil der mageren Körpermasse, der sich außerhalb der Zellen befindet. Sie ist tragendes und versorgendes Gewebe für die aktive Zellmasse. Sie beinhaltet unter anderem die extrazelluläre Flüssigkeit, Mineralien und Proteinfasern des Skeletts. Durch die Körperzellmasse können kurzfristige Veränderungen der Körperzusammensetzung

erkannt werden. Sie beträgt beim gesunden Menschen rund 57% der LBM. [ELMADFA, LEITZMANN, 2004]

Die festen Bestandteile der ECM sind Collagen, Elastin, Haut, Sehnen, Faszien, und Knochen. Zum flüssigen Teil gehören Plasma und interstitielles und transzelluläres Wasser. [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

2.2.1.6 ECM/BCM Index

Dieser Index stellt einen sehr wichtigen Parameter zur Beurteilung des Ernährungs- und Trainingszustands dar. Bei gesunden Menschen muss der ECM/BCM Index stets kleiner als 1 sein, da die BCM einen größeren Anteil ausmacht als die ECM.

Tabelle 2: Beurteilung ECM/BCM Index [Data Input, 2008]

Frauen/Männer	Beurteilung
0,6	Solche extrem niedrigen Werte findet man meist nur im Leistungssport und bei Bodybuilding.
0,8 und 0,7	„Sehr gut“. Solch niedrige Werte sind ein Zeichen für einen ausgezeichneten Ernährungs- und Trainingszustand.
0,9	„Gut“. Werte in diesem Bereich sind meist ein Hinweis auf regelmäßige sportliche Aktivität. Ausreichende Versorgung mit den wichtigsten Makronährstoffen ist sehr wahrscheinlich.
1,0	„Befriedigend“. Dies sind die häufigsten Werte für den Großteil der Bevölkerung. Sie sind Hinweis auf mäßige körperliche Aktivität. Die Grundversorgung mit den wichtigsten Makronährstoffen ist wahrscheinlich.
1,1	„Ausreichend“. Mäßiger Ernährungs- und Trainingszustand. Typisch für Patienten im mittleren Alter mit zum Teil einseitiger Ernährung und wenig körperlicher Betätigung
1,2	„Mangelhaft“. Diese Werte sind ein Hinweis auf einen schlechten Ernährungs- und Trainingszustand, sowie auf eingeschränkte Nahrungszufuhr und Beweglichkeit.

1,3	„Ungenügend“. Werte in diesem Bereich sind ein Hinweis auf einen sehr schlechten Ernährungszustand und auf Mangelernährung.
>1,3	Solche Werte sind am ehesten ein Hinweis auf Wassereinlagerungen und/oder Katabolie oder entstehen bei anderen, schweren Störungen des Wasserhaushalts.

2.2.1.7 Zellanteil in %

Beim Zellanteil handelt es sich um den prozentualen Anteil der Zellen der BCM in der Magermasse. Der Normalbereich des Zellanteils bei den Frauen liegt zwischen 50 % - 56 % und bei den Männern zwischen 53 % - 59 %. Dieser Parameter ermöglicht eine Beurteilung der Magermasse. Liegt der Zellanteil unter dem Grenzwert und liegen keine Ödeme vor, kann von einer Malnutrition ausgegangen werden. Ein hohes Maß an körperlicher Bewegung erhöht den Zellanteil. Hierbei handelt es sich allerdings um einen äußerst langsamen Prozess. [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

2.2.2 Messung und Beurteilung der Körperzusammensetzung

Mit Hilfe anthropometrischer Messmethoden werden Körpergröße, Körpergewicht, Hautfaltendicken etc. gemessen und daraus können Kennzahlen wie der Broca-Index (Normalgewicht in kg = Körpergröße in cm – 100) und der Body Mass Index berechnet werden. Durch diese Kennzahlen kann eine Abschätzung des Normal- und Idealgewichts vorgenommen werden.

BMI = Körpergewicht in kg/Körpergröße in Metern zum Quadrat (m²)

Tabelle 3: Einteilung BMI

		Frauen	Männer
Normalgewicht	BMI	19-24	20-25
Übergewicht	BMI	24-30	25-30
Adipositas	BMI	>30	>30

Der BMI gilt als gutes Maß für die Klassifizierung von Übergewicht und Fettleibigkeit. Auskunft über das absolute Körperfett und Unterscheidung zwischen Fett und fettfreier Körpermasse bietet er allerdings nicht. [EKELUND et al., 2005]

Mit Hilfe des Waist-To-Hip-Ratio kann die Fettverteilung bestimmt werden. Hierbei dividiert man den Bauchumfang durch den Hüftumfang. Bei einem Ergebnis von $>0,85$ bei Frauen und >1 bei Männern ist ein erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und das metabolische Syndrom gegeben, da es sich dann um eine Erhöhung des viszeralen Fettanteils (um die Organe) handelt. [ELMADFA, 2004]

Hautfaltendickenmessungen werden mit einer Messzange (Kaliper) durchgeführt. Hautfalten werden an bestimmten Stellen des Körpers gemessen und die Ergebnisse in Formeln eingesetzt, wodurch man den Körperfettgehalt berechnen kann. Die Berechnungen basieren auf der Annahme, dass rund 50 % des Körperfetts subkutan zu finden sind. [BAUMGARTNER, 2000]

Bei der Bioelektrische Impedanzanalyse misst den Spannungsabfalls des schwachen Wechselstroms, der mittels mehrerer Elektroden durch den Körper des Probanden geleitet wird. Eine ausführliche Beschreibung dieser Methode erfolgt im Kapitel „3.2.2 Bioelektrische Impedanzanalyse“.

Die Messung der Gesamtkörperkonduktivität (total body electrical conductivity, TOBEC) unterscheidet sich von der BIA dadurch, dass nicht die Impedanz sondern die Leitfähigkeit gemessen wird. [ELMADFA, LEITZMANN, 2004]

Die Infrarotspektroskopie basiert auf dem Prinzip der Lichtabsorption und -reflexion. Fett und magere Körpermasse haben unterschiedliche Spektren und so kann das Verhältnis der beiden berechnet werden. [PÖCKL, 2004]

Mehr als drei Kompartimente des Körpers können zum Beispiel mittels Neutronenaktivierung (In-vivo-Neutronenaktivierungsanalyse, IVNAA), Computertomographie (computer assisted tomography, CAT), Nuclear-Magnetic-Resonance-

Technik (NMR) bzw. Magnetresonanztomographie (MRT) oder mittels Dual-Photonenabsorptionsmetrie (DPA bzw. dual energy X-ray absorptiometry, DEXA) bestimmt werden. [ELMADFA, LEITZMANN, 2004]

2.3 Zusammenhang von PA und Körperzusammensetzung

Ursache für eine Gewichtszunahme ist eine positive Energiebilanz durch entweder eine zu hohe Energiezufuhr oder einen zu geringen Energieverbrauch oder beides. Es gibt viele Gründe, warum Adipositas in den letzten Jahrzehnten so drastisch zugenommen hat. Die Ernährungsgewohnheiten haben sich stark verändert. Für einen großen Teil der Bevölkerung besteht ein Überangebot an Nahrungsmitteln, was eine Konsumzunahme nach sich zieht. Der Fettanteil in der Nahrung ist deutlich gestiegen; es werden oft Softdrinks statt Wasser konsumiert; häufig gibt es keine fixen Essenszeiten mehr, was zum häufigen Essen verleitet. Außerdem hat der mittlere Energieumsatz in den letzten 25 Jahren um rund 500 kcal pro Tag abgenommen, da die körperliche Schwerarbeit weniger wurde und sitzende Tätigkeiten laufend mehr geworden sind. Das Freizeitverhalten hat sich ebenso geändert. [TOMASITS, HABER, 2008]

2.3.1 Bei Kindern

LAZAAR et al. (2007) vergleicht in einer Interventionsstudie das Ausmaß der Änderung der Körperzusammensetzung von übergewichtigen und nicht übergewichtigen Kindern im Alter von 6-10 Jahren. Am Ende der 6monatigen Studie kann gezeigt werden, dass die übergewichtigen Kinder, die am Sportprogramm teilgenommen haben, weitaus mehr positive Veränderungen in BMI, Hüftumfang und FFM zu verzeichnen haben, als diejenigen, die nicht am Sportprogramm teilgenommen haben. Zwischen Mädchen und Jungen gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Reaktion auf die Sportintervention, allerdings werden bei übergewichtigen Kindern größere Erfolge erzielt als bei normalgewichtigen Kindern. [LAZAAR et al., 2007]

2.3.2 Bei Jugendlichen

Junge Männer sind nach EKELEND et al. (2005) signifikant aktiver als junge Frauen. Die PA korreliert signifikant und negativ mit der FM und dem BMI bei männlichen Jugendlichen, nicht aber bei weiblichen. Es gibt also einen deutlichen Unterschied zwischen den Geschlechtern, beobachtet man den Zusammenhang von PA und FM. [EKELEND et al., 2005]

Unter sehr sportlichen Jugendlichen steigt die Menge von FFM und TBW an, während die FM sinkt. Die Abnahme des Körperfetts ist bei Mädchen laut GODINE et al. (2007) stärker ausgeprägt als bei Jungen.

Ein geringer Level an körperlicher Aktivität kann bei Jugendlichen direkt mit Übergewicht in Verbindung gebracht werden. Trotzdem ist nicht klar, ob regelmäßige Aktivität vor Gewichtszunahme schützt. [LOHMANN et al., 2006]

2.3.3 Bei Erwachsenen

Betrachtet man das Ausmaß der Bewegung bei jungen Erwachsenen, kann festgestellt werden, dass junge Männer aktiver sind als junge Frauen. Der Großteil beider Geschlechter sollte ihren Bewegungsanteil trotzdem erhöhen, um die Empfehlungen zu erreichen. [MESTEK et al., 2008]

Laut einer Studie von KYLE et al. (2001) gibt es weder bei Männern noch bei Frauen einen positiven Effekt, sprich eine Steigerung der FFM durch sportliche Aktivität. Dies ist wahrscheinlich auf das höhere Körpergewicht von Inaktiven zurückzuführen, da ja Übergewicht sowohl aus einer Zunahme von magerer Körpermasse als auch einer Zunahme von Fettmasse resultiert. Diese Studie zeigt auch, dass bei gleichem BMI inaktive Männer und Frauen nur eine etwas höhere FM haben als aktive Männer und Frauen. Der Vorteil von körperlicher Bewegung scheint also in der Erhaltung des BMI oder Vorbeugung gegen eine Zunahme des BMI zu sein. [KYLE et al., 2001]

2.3.4 Bei älteren Menschen

Die Bevölkerung in Europa wird immer älter, da die Lebenserwartung ständig steigt und im Gegensatz dazu die Geburtenrate sinkt. Körperliche Bewegung und ausgewogene Ernährung kann das Risiko für viele Erkrankungen reduzieren. Trotzdem beteiligen sich etwa 80 % der über 65jährigen Menschen nicht an anstrengenden körperlichen Aktivitäten und rund 55 % davon haben nicht einmal moderate körperliche Aktivität vorzuweisen. Daraus resultiert, dass dem geringeren Energieverbrauch durch geringes Maß an Bewegung eine verminderte Energieaufnahme folgen muss, da ansonst eine Gewichtszunahme mit allen ihren nachteiligen Konsequenzen zu erwarten ist. [SCHUIT, 2006]

Aktive Männer und Frauen haben ein geringeres Gewicht, einen niedrigeren BMI und weniger Körperfett. Kleinerer BMI und weniger Körpergewicht resultiert bei aktiven Menschen daraus, dass die FFM im Vergleich zu inaktiven Menschen höher ist. Aktiven Menschen neigen außerdem weniger dazu, zu geringe FFM zu haben und auch seltener hohen oder sehr hohen Körperfettanteil zu haben. Die Wahrscheinlichkeit bei Inaktiven mehr als 13 kg in 10 Jahren zuzunehmen, ist 3,8 mal höher als bei Aktiven.

Laut KYLE et al. (2004) nimmt die FFM im Gegensatz zu bisherigen Behauptungen bis zum 74 Lebensjahr nicht ab. Der Fettanteil ist bei älteren Menschen im Vergleich zu jüngeren höher. [KYLE et al., 2004]

2.3.5 Unterschiede zwischen den Geschlechtern

Schon 1997 finden WESTERTERP und GORAN heraus, dass Frauen bei sportlicher Aktivität im Gegensatz zu Männern ihre Fettreserven behalten. Dieses Ergebnis impliziert, dass für Frauen ein höheres Level an sportlicher Aktivität nicht die Methode der Wahl ist, wenn eine Gewichtsreduktion angestrebt wird. Bei Männern gibt es allerdings sehr wohl einen direkten Zusammenhang zwischen mehr sportlicher Aktivität und geringerem Körperfett. [WESTERTERP, GORAN, 1997]

OPPERT et al. (2006) hat Indikatoren für PA und Indikatoren für sitzenden Lebensstil gesucht und diese mit dem Körperfettanteil verglichen. Indikatoren für PA sind Freizeitaktivität und berufliche Aktivität. Zu den Indikatoren für den sitzenden Lebensstil während der Freizeit zählen unter anderem TV, Computer und das Lesen. Bei Frauen kann eine negative Korrelation zwischen Freizeitaktivität und Körperfett festgestellt werden, das heißt, je höher der Level der körperlichen Aktivität ist, desto geringer ist der Anteil an Körperfett. Eine positive Korrelation bei Frauen ergibt die verbrachte Zeit vor dem TV/Computer und dem Körperfett. Die Lesezeit kann hier nicht miteinbezogen werden. Bei den Männern mit höherem Bildungsstand gibt es eine negative Beziehung zwischen der Lesezeit und dem Körperfett. Die Korrelation zwischen Fernsehzeit und Körperfett ist bei Frauen stärker ausgeprägt als bei Männern und auch bei Mädchen stärker als bei Jungen. [OPPERT et al., 2006]

Laut PAUL et al. (2004) ist der Gesamtenergieumsatz bei Männern größer als bei Frauen, bei der Energieaufnahme gibt es allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Bei Männern liegt keine positive Korrelation von Körperfett und der aufgenommenen Menge an Makronährstoffen vor, bei Frauen schon. Insgesamt kann gesagt werden, dass der Zusammenhang von PAEE und Körperfett nicht sehr stark und nur bei Männern signifikant ist. Die Studie deutet darauf hin, dass aktive Männer dazu tendieren, weniger Körperfett zu haben, was auf Frauen nicht zutrifft. Eine mögliche Erklärung für die Unterschiede könnte in der Kohlenhydrat- und Fettaufnahme der Frauen sein. [PAUL et al., 2004]

2.3.6 Umwelteinflüsse

Einige Studien analysiert und zusammengefasst, kann man die Umweltfaktoren in mehrere Gruppen einteilen: Erreichbarkeit von Sportanlagen, Gelegenheiten zur Aktivität, Wetter, Sicherheit und Ästhetik der Umgebung. In wie weit diese einzelnen Faktoren im Zusammenhang mit PA stehen, hat HUMPEL et al. (2002) untersucht. Am stärksten konnte die Erreichbarkeit und Zugänglichkeit zu Fahrradwegen, Wanderwegen, Fitnesszentren und Schwimmbädern mit körperlicher Aktivität assoziiert werden. In der Gruppe „Gelegenheiten“ kann laut dieser Studie das eigene Equipment

zu Hause wie Ergometer oder Laufband zum Sport motivieren. Das Wetter und die Sicherheit spielen anscheinend eine kleinere Rolle, wenn es um PA geht. Die ansprechende Umgebung ist wiederum von größerer Bedeutung in diesem Zusammenhang. [HUMPEL et al., 2002]

Mehr als zwei Drittel (70 %) der befragten europäischen Bevölkerung sind der Meinung, dass ihre Umgebung ausreichend Möglichkeiten zur sportlichen Aktivität bietet. Österreich liegt hier europaweit mit 80 % an 2. Stelle hinter Dänemark mit 87 %. Schlusslicht bildet Portugal mit lediglich 49 % zufriedener Befragter hinsichtlich der Möglichkeiten, sich sportlich zu betätigen. [EUROPEAN OPINION RESEARCH GROUP, 2003]

2.3.7 Situation in der Europäischen Union

„An wie vielen der letzten sieben Tagen haben Sie anstrengende körperliche Aktivität ausgeübt?“ Auf diese Fragen antworten mehr als die Hälfte (57 %) der befragten Europäer 2002 mit: „Gar nicht.“. Schlusslicht der Mitgliedstaaten bei dieser Frage ist Spanien mit 71 %, am besten abgeschnitten haben die Niederlande mit 43 %. Österreich liegt mit 59 % knapp über den EU-Durchschnitt von 57 %. Knapp über 60 % geben an, nie anstrengende Tätigkeiten zu unternehmen. [EUROPEAN OPINION RESEARCH GROUP, 2003]

3 PROBANDEN UND METHODEN

3.1 Probanden

Diese Studie wurde an 102 gesunden, adulten Personen aus Österreich vorgenommen. Die Probanden setzten sich aus 53 weiblichen und 49 männlichen Berufstätigen bzw. StudentInnen zusammen. Die Rekrutierung der Teilnehmer erfolgte im Freundes- und Bekanntenkreis. Es handelte sich außerdem um eine „zweckbezogene“ Stichprobe.

Die Studienteilnehmer wurden gebeten, 12 Stunden vor der BIA keinen Ausdauersport zu betreiben und 24 Stunden vorher keinen Alkohol zu trinken. Weiters sollten sie innerhalb der letzten vier Stunden vor der Untersuchung keine ausgiebige Mahlzeit und nicht zuviel Flüssigkeit zu sich genommen haben.

Nur gesunde Personen (nach Angabe der Probanden) wurden zur Studie zugelassen.

Die Probanden bekamen nach der Messung eine kurze Einschulung für das korrekte Tragen des Akzelerometers und das Ausfüllen des Bewegungsprotokolls. Der Akzelerometer wurde jeweils für Mitternacht initialisiert und von da an war er sieben Tage lang ständig, außer beim Schlafen, zu tragen. Ebenso sollte das Protokoll für die nächsten sieben Tage ausgefüllt werden.

Der Zeitraum der Untersuchungen betrug etwa drei Monate. Die anfängliche Skepsis, die einige Probanden an den Tag legten, wandelte sich meist schon während der Messung. Viele der Versuchspersonen konnten dann sogar eigene Freunde und Bekannte für die Studie gewinnen.

Zum größten Teil waren die Probanden normalgewichtig, nur bei einem kleinen Prozentsatz konnte Über- oder Untergewicht festgestellt werden.

Bei der gesamten Untersuchung wurde auf strenge Einhaltung des Datenschutzes geachtet. Sämtliche Daten wurden anonymisiert.

3.2 Methoden

3.2.1 Anthropometrische Messungen

Zur Ermittlung der Körpergröße zogen die Probanden die Schuhe aus. Dann wurde mittels eines Stadiometers (Marke: Seca 214) auf den Millimeter genau gemessen. Die Messvorrichtung bestand aus einem Fußteil, auf dem die Probanden mit dem Rücken zur Messstange standen. Der verschiebbare Kopfteil wurde bis zum Scheitel des Probanden bewegt, so konnte die Körperhöhe auf 1 mm genau abgelesen werden.

Zur Ermittlung des Körpergewichts wurde eine geeichte Personenwaage (Marke: Seca bella 840) benutzt. Die Probanden wurden ohne Schuhe oder Überkleidung gewogen. Für die verbleibende Kleidung wurde 1 kg abgezogen.

3.2.2 Bioelektrische Impedanzanalyse

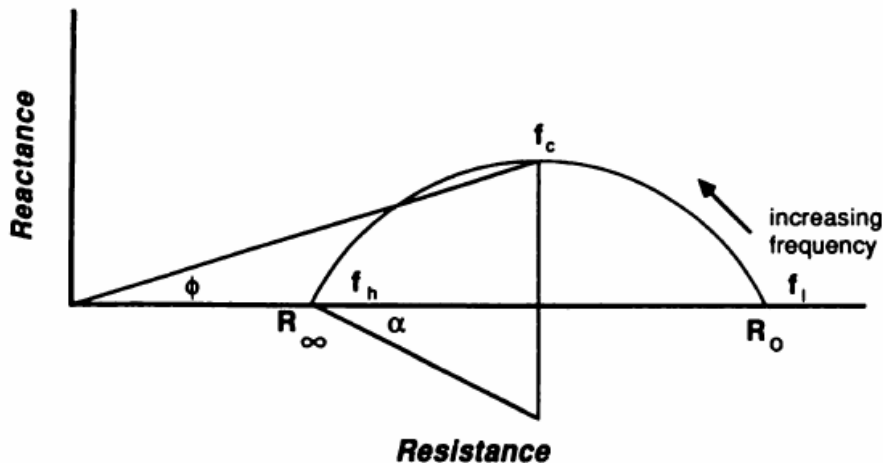
3.2.2.1 Grundlagen

Bei der BIA wird der elektrische Widerstand des Körpers gemessen, indem schwacher Wechselstrom über Elektroden an Hand und Fuß durch den Körper geleitet wird. Die verschiedenen Gewebe fungieren dabei wie Leiter oder wie Isolatoren. Resistance (R; Wasserwiderstand bzw. Ohm'scher Widerstand) und Reactance (Xc; Widerstand der Zellmembranen bzw. kapazitiver Widerstand) werden gemessen. Eine Kombination der beiden Werte bezeichnet man als Impedanz. [KYLE et al., 2004]

Den Umfang der Reactance in einem Leiter im Verhältnis zur Resistance beschreibt der sogenannte Phasenwinkel. Den geometrischen Zusammenhang zwischen Resistance (R), Reactance (Xc) und Phasenwinkel (Φ) erkennt man in Abbildung 2. Der

Phasenwinkel für einen biologischen Leiter erreicht bei einer kritischen Frequenz (f_c) das Maximum. [BAUMGARTNER et al., 1988]

Abbildung 2: Phasenwinkel [BAUMGARTNER et al., 1988]



Der Phasenwinkel ist ein wichtiger Parameter zur Interpretation des Ernährungs- und Trainingszustandes. Er entsteht, wenn der Wechselstrom auf die Zellen der BCM trifft. Sind die Zellen gut genährt und haben eine stabile Membran, haben sie einen hohen Phasenwinkel. Fehlt die sportliche Betätigung bzw. sind die Zellen schlecht ernährt, sinkt der Phasenwinkel.

Durch R und X_c kann eine Unterteilung der Magermasse in Körperzellmasse und Extrazelluläre Masse getroffen werden. R und X_c bilden die Grundlagen zur Berechnung von Gesamtkörperwasser, FFM, BCM und ECM. Aus ECM und BCM kann man den ECM/BCM-Index berechnen, der auch einen sehr wichtigen Parameter für die Beurteilung des Ernährungszustandes darstellt. Die BCM ist beim gesunden Menschen immer höher als die ECM, der Index liegt beim Gesunden also unter 1. Liegt der Index über 1, kann das ein Hinweis auf Mangelernährung oder Wassereinlagerungen sein, allerdings kann es auch ein Indiz für mangelndes sportliches Training sein.

Durch die Subtraktion der FFM vom Gesamtkörpergewicht ergibt sich die Fettmasse. [BAUMGARTNER, 2000] [LUKASI, 1987] [MÜLLER, 2007]

Tabelle 4: Beurteilung Phasenwinkel [Data Input, 2008]

Frauen	Männer	Beurteilung
>7,5	>7,9	Solche extrem hohen Werte findet man meist nur im Leistungssport und bei Bodybuilding.
6,5-7,5	7,0-7,9	„Sehr gut“. Solch hohe Werte sind ein Zeichen für einen ausgezeichneten Ernährungs- und Trainingszustand.
6,0-6,4	6,5-6,9	„Gut“. Werte in diesem Bereich sind meist ein Hinweis auf regelmäßige sportliche Aktivität. Ausreichende Versorgung mit den wichtigsten Makronährstoffen ist sehr wahrscheinlich.
5,5-5,9	6,0-6,4	„Befriedigend“. Dies sind die häufigsten Werte für den Großteil der Bevölkerung. Sie sind Hinweis auf mäßige körperliche Aktivität. Die Grundversorgung mit den wichtigsten Makronährstoffen ist wahrscheinlich.
5,0-5,4	5,5-5,9	„Ausreichend“. Mäßiger Ernährungs- und Trainingszustand. Typisch für Patienten im mittleren Alter mit zum Teil einseitiger Ernährung und wenig körperlicher Betätigung
4,0-4,9	4,5-5,4	„Mangelhaft“. Diese Werte sind ein Hinweis auf einen schlechten Ernährungszustand, sowie auf eingeschränkte Nahrungszufuhr und Beweglichkeit.
<4,0	<4,5	„Ungenügend“. Phasenwinkel in diesem Bereich sind ein Hinweis auf einen sehr schlechten Ernährungszustand und auf Mangelernährung.
<2,0	<2,5	Nur bei Inaktivitätsatrophie mit Muskelschwund (z.B. bei apallischen Patienten).

Bei dem verwendeten Gerät handelte es sich um ein Multifrequenz-Gerät (Marke: Nutriguard-M), das heißt, dass die Impedanz nicht nur bei 50 kHz, sondern auch bei 5 kHz und 100 kHz gemessen wurde. Nur so kann man das Gesamtkörperwasser weiter in intra- und extrazelluläres Wasser teilen.

3.2.2.2 Methoden der BIA

3.2.2.2.1 Monofrequenz BIA (SF-BIA)

Bei einer Frequenz von 50 kHz kann man streng genommen nicht von einer Messung des TBW sprechen, sondern es handelt sich um die gewichtete Summe der Widerstände von ECW und ICW. Die Monofrequenz-Impedanzanalyse ermöglicht es, die FFM und das TBW abzuschätzen, allerdings kann hier kein Unterschied beim ICW gemacht werden. [KYLE et al., 2004]

3.2.2.2.2 Multifrequenz BIA (MF-BIA)

Wie der Name schon sagt, wird hier bei verschiedenen Frequenzen (0, 1, 5, 50, 100, 200 bis 500 kHz) gemessen, um FFM, TBW, ICW und ECW berechnen zu können. Bei Frequenzen unter 5 kHz und über 200 kHz werden nur schlecht reproduzierbare Ergebnisse erzielt. Die MF-BIA ist im Vergleich zur SF-BIA genauer und weniger verzerrt, wenn es darum geht, das ECW zu bestimmen. Allerdings ist die SF-BIA genauer, wenn man das TBW bei Kranken messen will. [KYLE et al., 2004]

3.2.2.3 Messung

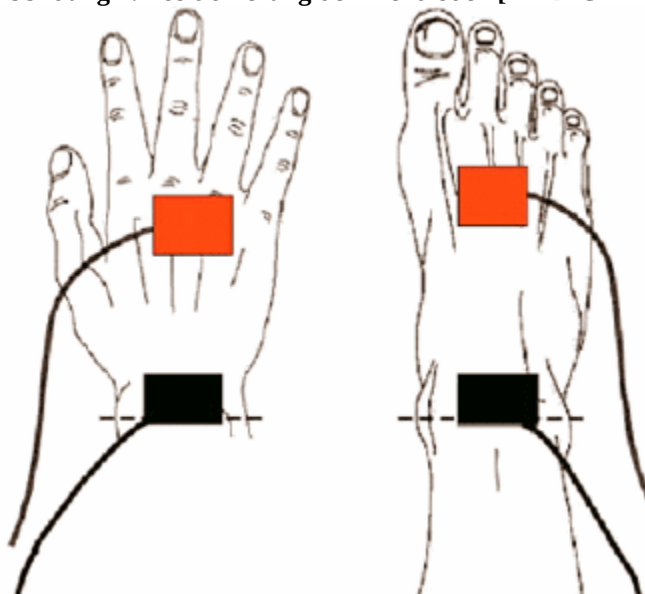
Die Probanden wurden angewiesen, sich flach hinzulegen und zu entspannen. Während der Messung sollten sie sich so gut wie möglich nicht bewegen. Die Liegeposition wurde so eingenommen, dass die Beine soweit gespreizt waren, dass sie sich nicht berührten und auch die Arme durften den Körper nicht berühren. Außerdem wurde darauf geachtet, dass kein Kontakt mit leitendem Material bestand.

Abbildung 3: Liegeposition BIA [MEDICAL HEALTHCARE, 2008]



Die Haut an der rechten Hand und am rechten Fuß wurde mit Isopropylalkohol gereinigt, sodass die Elektroden aufgeklebt werden konnten.

Abbildung 4: Positionierung der Elektroden [MEDICAL HEALTHCARE, 2008]



Der Abstand der Elektroden muss mindestens 5 cm voneinander betragen.

Dann wurde bei den drei Frequenzen 5 kHz, 50 kHz und 100 kHz gemessen. Die Werte R , X_c bei 100 kHz, R , X_c , s (Prüfsumme), HWS (Handwiderstand), FWS (Fußwiderstand) bei 50 kHz und R , X_c bei 5 kHz wurden in eine Tabelle eingetragen.

Ausgewertet wurde mit dem Softwareprogramm NutriPlus. Zunächst war hier Geburtsdatum, Geschlecht, Körpergröße und Körpergewicht einzutragen und danach die oben genannten Werte. Das Programm berechnet aus den eingegebenen Daten BMI, Körperfett in kg, Körperfett in %, Körperwasser, Magermasse in kg, ECM, BCM, ECM/BCM-Index, %-Zellanteil, Grundumsatz, Phasenwinkel, extrazelluläres Wasser sowie intrazelluläres Wasser.

3.2.2.4 Fehler der BIA

Da die Bioelektrische Impedanzanalyse empfindlich auf Veränderungen des Wasserhaushalts reagiert, kann bei Veränderungen durch zum Beispiel Erkrankungen

oder Einnahme von Diuretika das Messergebnis fehlerhaft sein. Für korrekte Messwerte ist ein normaler Hydrierungszustand des Körpers erforderlich.

Bei Personen mit extremen BMI (<16 bzw. >34 kg/m²) kann es auch zu ungenauen Ergebnissen kommen. [KYLE et al., 2004]

3.2.3 Akzelerometer

3.2.3.1 Grundlagen

Abbildung 5: Akzelerometer [www.actigraph.com, 2008]



Der Akzelerometer ist ein Beschleunigungsmesser. Er funktioniert mit einem Piezoelement.

Wird eine mechanische Spannung angelegt, wird diese durch das Piezoelement als elektrische Polarisation beschrieben. Wenn das Piezoelement Druck von einer Seite misst (gerichteter Druck), kommt es zu einer Verformung des Elements, was wiederum als elektrische Spannung messbar ist. Der piezokeramische Sensor kann somit Druckveränderungen in elektrische Signale umwandeln, die dann als Counts ausgewertet werden. [Lexikon Bertelsmann, 1972]

Je mehr elektrische Signale wahrgenommen werden, desto mehr Counts werden aufgezeichnet. Die Counts repräsentieren eine quantitative Aktivitätsmessung während einer bestimmten Zeitperiode. Counts stehen in linearem Zusammenhang mit der Intensität der Bewegung der Probanden. [ACTIGRAPH, LLC, 2007]

Die gemessenen Counts werden laut folgender Tabelle kategorisiert:

Tabelle 5: Kategorisierung der Counts in Activity Levels [nach ACTIGRAPH, LLC, 2007]

Leicht	Bis zu inklusive 1952 Counts (< 2,99 METS)
Moderat	1953 bis 5724 Counts (3,0 bis 5,99 METS)
Schwer	5725 bis 9498 Counts (6,0 bis 8,99 METS)
Sehr schwer	> 9498 Counts (> 9,0 METS)

Der Akzelerometer misst nicht nur die Beschleunigung sondern auch die Intensität, Dauer und Häufigkeit. [VANALOU et al., 2006]

3.2.3.2 Messung

Bei dem verwendeten Gerät handelte es sich um den „Actigraph GT1M“. Die Initialisierung des Akzelerometers erfolgte mit der ActiLife Lifestyle Software. Hier wurde der genaue Zeitpunkt zum Start der Messung festgelegt und die ID (Identifikation) des Probanden eingegeben.

Die Probanden bekamen auch eine Einweisung in die richtige Trageweise des Akzelerometers:

- Den Akzelerometer in der schwarzen Schutztasche entweder an einem Gürtel oder dem schwarzen elastischen Band seitlich an der Hüfte tragen.
- Der Akzelerometer soll gut fixiert sein, damit er nicht verrutschen kann.
- Der Akzelerometer ist nicht wasserfest und darf daher nicht mit Wasser in Berührung kommen.
- Der Akzelerometer muss während der Studienlaufzeit (7 Tage) ständig getragen werden, abgesehen von Schlafen, Schwimmen, Duschen etc.
- Ob der Akzelerometer über oder unter der Kleidung getragen wird, spielt keine Rolle.

Nach einer Laufzeit von sieben Tagen wurden die Daten wieder mit der ActiLife Lifestyle Software downgeloadet und gespeichert.

Probanden, die das Tragen des Akzelerometers einen Tag vergessen hatten, wurden gebeten, einen Tag zu verlängern. So konnten die Daten dennoch zur Auswertung verwendet werden.

Pro Proband gibt es je ein Activity File und ein Summary File. Beim Activity File sieht man jede Minute eines jeden Tages aufgelistet. Dieses File diente hier lediglich zur Überprüfung der Tragezeit. Das Summary File hingegen bietet zusammengefasst Information über die Anzahl der Counts jeder Intensität eines jeden Tages der Laufzeit, die Anzahl der Schritte eines jeden Tages und auch die durch die Bewegung verbrauchten kcal (LU). Außerdem sind sämtliche Werte nicht nur pro Tag sondern auch in Stunden zusammengefasst ersichtlich.

Abbildung 6: Beispiel einer ActiLife Lifestyle Datei (Summary File)

Data File Created By ActiGraph GT1M							
Serial Number: LYN2B39064041							
Start Time 23:59:00							
Start Date 05/31/2008							
Cycle Period (hh:mm:ss) 00:01:00							
Download Time 10:06:31							
Download Date 06/08/2008							
Current Memory Address: 21370							
Current Battery Voltage: 3.88 Mode = 1							
Option 3 was used to estimate kcals							
A body mass of 70kg was used to estimate kcals							
Daily Activity Summary							
Date	Light	Moderate	Hard	Very Hard	Counts	Steps	KCALs
5/31/2008	1	0	0	0	0	4	0
6/1/2008	1309	69	60	2	831537	16735	1102.9587
6/2/2008	1364	76	0	0	489452	13962	700.37866
6/3/2008	1304	134	2	0	658042	17715	971.91735
6/4/2008	1324	115	1	0	598898	17016	884.19408
6/5/2008	1243	196	1	0	968262	25723	1400.5609
6/6/2008	1355	84	1	0	471855	12581	680.44358
6/7/2008	1296	94	48	2	854968	17842	1148.4827
6/8/2008	606	1	0	0	5300	35	7.705911
Date	Light	Moderate	Hard	Very Hard	Counts	Steps	KCALs
5/31/2008	1	0	0	0	0	4	0
6/1/2008	60	0	0	0	0	0	0
6/1/2008	60	0	0	0	0	0	0

3.2.3.3 Fehler des Akzelerometers

Der Akzelerometer unterschätzt teilweise den Energieumsatz, da er Bewegungen, die nur der Oberkörper macht, nicht misst, sofern das Gerät an der Hüfte getragen wird. Auch nicht gemessen werden horizontale Bewegungen wie Stiegensteigen, Gewichte heben und tragen, Wassersportarten (da der Akzelerometer hier nicht getragen werden kann) und Rad fahren. Aus diesem Grund scheint die Kombination mit anderen Instrumenten zur Messung der PA sinnvoll. [VALANOU et al., 2006]

Die Akzelerometer-Daten wurden mit den Daten aus dem Aktivitäts-Protokoll ergänzt. So konnte eine lückelose Erfassung gewährleistet werden.

3.2.4 7 Tage Aktivitäts-Protokoll

Das konstruierte Bewegungsprotokoll umfasst eine ausführliche Liste verschiedenster Aktivitäten. Jeder Aktivität ist ein MET-Wert zugeteilt. Der Proband muss lediglich die Dauer der jeweiligen Aktivität in Stunden und Minuten eintragen. Um die Genauigkeit zu verbessern, gibt es zusätzlich eine Spalte mit „Netto-Belastungszeit“, in welcher rein die aktive Zeit eingetragen wird. Jeden Tag (am besten vor dem Schlafen gehen) sollte das Protokoll ausgefüllt werden. Für jeden Tag gibt es eine eigene Tabelle. So ist es möglich die Art, Dauer und Häufigkeit von Bewegung zu erfassen.

Dieses Aktivitätsprotokoll ist einfach zu handhaben und belastet den Probanden nur wenig.

Nachteil von Protokollen eher aber von Bewegungstagebüchern kann sein, dass der Ausfüllaufwand die Probanden dazu veranlasst, verschiedene Aktivitäten zu unterlassen. Je länger die Laufzeit der Studie ist, umso ungenauer werden die Angaben gegen Ende. [VANALOU et al., 2006]

Da es bei dieser Methode auf das Gedächtnis der Versuchspersonen ankommt, kann es leider auch vorkommen, dass etwas vergessen wird. Zur Eigenkontrolle und auch bei

der Dateneingabe kann man daher überprüfen, ob jeder ausgefüllte Tag in Summe wirklich 24 Stunden hat.

3.2.5 Statistik

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS 14 durchgeführt.

Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden Mittelwert, Maximum, Minimum, Median und Standardabweichung berechnet.

Bei der vergleichenden Statistik wurde mit Pearsons Korrelationskoeffizienten bzw. Spearmans Rho verwendet.

Der Korrelationskoeffizient stellt zwei lineare Zusammenhänge dar. Die Stärke des Zusammenhangs wird mit Hilfe einer Maßzahl zwischen +1 und -1 ausgedrückt. Ein positives Ergebnis deutet auf einen positiven Zusammenhang hin, während ein negativer Wert einen negativen linearen Zusammenhang darstellt. [BROSIUS, 2006]

Tabelle 6: Interpretation des Koeffizienten [nach BROSIUS, 2006]

Betrag des Korrelationskoeffizienten	Mögliche Interpretation
0	Keine Korrelation
> 0 bis 0,2	Sehr schwache Korrelation
0,2 bis 0,4	Schwache Korrelation
0,4 bis 0,6	Mittlere Korrelation
0,6 bis 0,8	Starke Korrelation
0,8 bis <1	Sehr starke Korrelation
1	Perfekte Korrelation

Wichtig ist, zu prüfen, ob der Zusammenhang auch signifikant ist.

Unter Signifikanz versteht man die Wahrscheinlichkeit, dass sich in einer Stichprobe ein Korrelationskoeffizient ergibt, wenn es in der Grundgesamtheit eigentlich keinen

linearen Zusammenhang gibt. [BROSIUS, 2006] Die statistische Signifikanz gibt also Auskunft darüber, ob das Ergebnis repräsentativ für die Grundgesamtheit ist.

Um zu prüfen, ob zwischen zwei zu testen Gruppen hinsichtlich einer Variable ein signifikanter Unterschied besteht, wurde der Mann-Whitney-Test verwendet.

Hinsichtlich Normalverteilung wurde mittels Kolmogorov-Smirnov bzw. Shapiro-Wilk getestet und zusätzlich wurden Q-Q-Diagramme erstellt.

Um die gesammelten Daten auswerten zu können, mussten zuvor einige Berechnungen angestellt werden.

Zunächst wurden die Werte aus dem Protokoll verwendet:

TEEprotoPT (ohne postprandiale Thermogenese) [ckal/week] =

$$\text{Aktivität1Tag1} * \text{Faktor} + \text{Aktivität2Tag} * \text{Faktor} + \dots \text{Aktivität1} \\ \text{Tag7} + \text{Faktor} + \dots) * \text{BMR pro Stunde}$$

TEEprot (korrigiert um postprandiale Thermogenese) [ckal/week] =

$$\text{TEEprotoPT} * 1,11^{\circ}$$

$$\text{PALprot} = \text{TEEprot} / (\text{GU} * 7)$$

Dann wurden die Aktivitäten, die vom Akzelerometer nicht in vollem Umfang erfasst werden, zum AEEadd zusammengefasst. Dies waren Krafttraining, Schwimmen, In-Line Skating, Radfahren moderat und Radfahren sportlich.

$$\text{AEEges} = \text{AEEprot} + \text{AEEadd}$$

$$\text{TEEges} = (\text{AEEges} + \text{GU} * 7) * 1,11^{\circ}$$

$$\text{PALges} = \text{TEEges} / (\text{GU} * 7)$$

4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

4.1 Deskriptive Datenanalyse

4.1.1 Geschlechterverteilung im Gesamtkollektiv

In die vorliegende Studie waren 102 Probanden eingeschlossen, 53 weibliche und 49 männliche Teilnehmer. Das entspricht einer prozentuellen Verteilung von 52% zu 48 %.

4.1.2 Altersverteilung im Gesamtkollektiv

Das Alter der Probanden reicht von 19 bis 60 Jahren und liegt im Mittel bei $28,15 \pm 7,56$. Zur übersichtlicheren Darstellung wurden die Probanden dem Alter nach beim Median von 26 Jahren in zwei Gruppen eingeteilt.

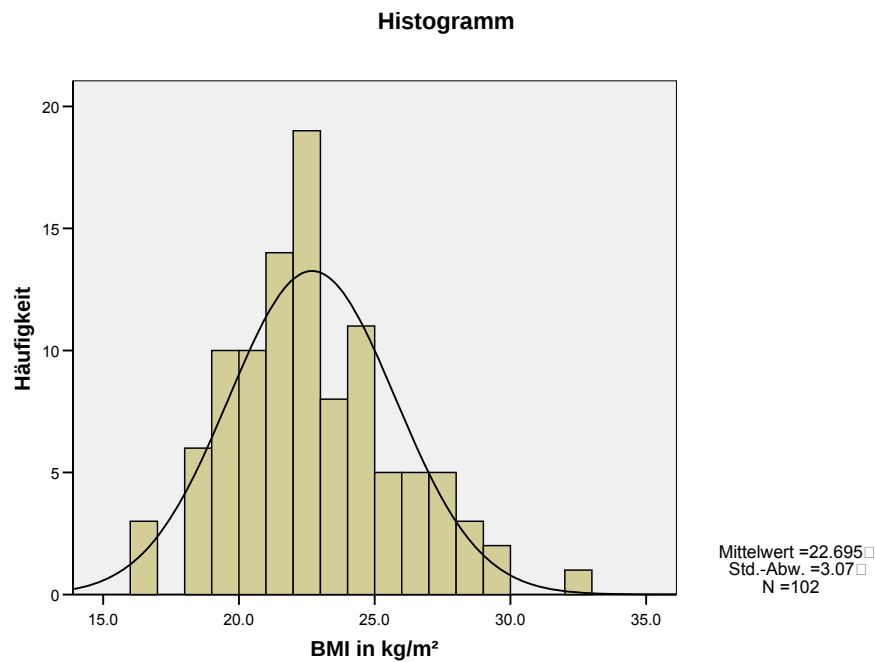
Tabelle 7: Probanden eingeteilt in zwei Altersgruppen (n=102)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 19 - 26 Jahre	58	56.9	56.9	56.9
27 - 60 Jahre	44	43.1	43.1	100.0
Gesamt	102	100.0	100.0	

4.1.3 BMI im Gesamtkollektiv

Anhand der Grafik kann man erkennen man die BMI Verteilung im Gesamtkollektiv.

Abbildung 7: BMI Verteilung im Kollektiv (n=102)



Getrennt nach Geschlecht und eingeteilt in die Gruppen Unter-, Normal-, Übergewicht und adipös ergibt sich folgendes Bild (Tabelle 6). 56,6 % der Frauen sind normalgewichtig und 69,4 % der Männer.

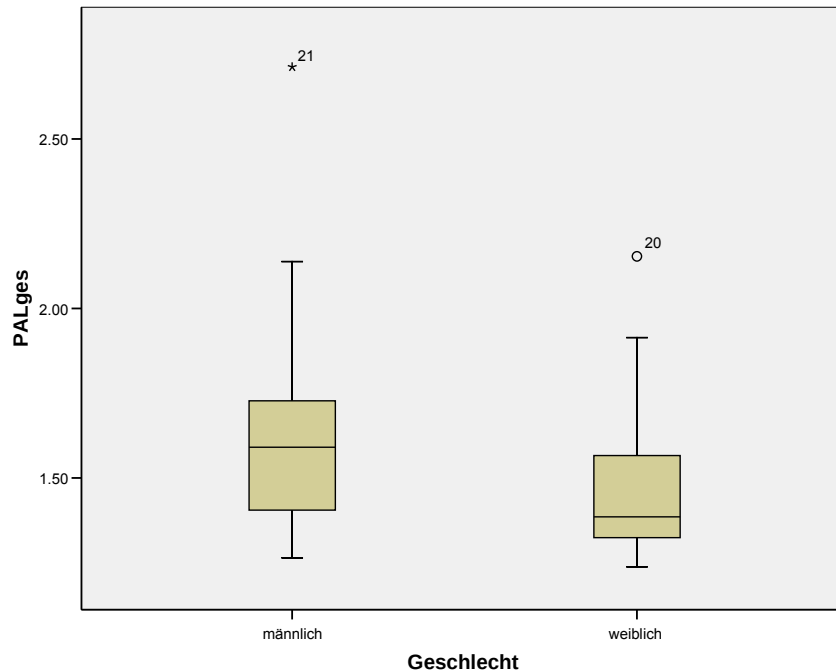
Tabelle 8: BMI Gruppen der Probanden (n=102)

	Frauen		Männer	
	%	Anzahl	%	Anzahl
Untergewicht	18,9	10	8,2	4
Normalgewicht	56,6	30	69,4	34
Übergewicht	22,6	12	22,4	11
Adipös	1,9	1	0,0	0

4.1.4 Physical Activity Level (PAL) nach Geschlecht

Das Männer im Schnitt einen höheren PAL aufweisen, konnte bereits in zahlreichen Studien gezeigt werden. Dies trifft auch auf das Kollektiv dieser Studie zu. Der PAL der Männer liegt bei $1,61 \pm 0,28$, bei den Frauen beträgt der PAL $1,46 \pm 0,19$.

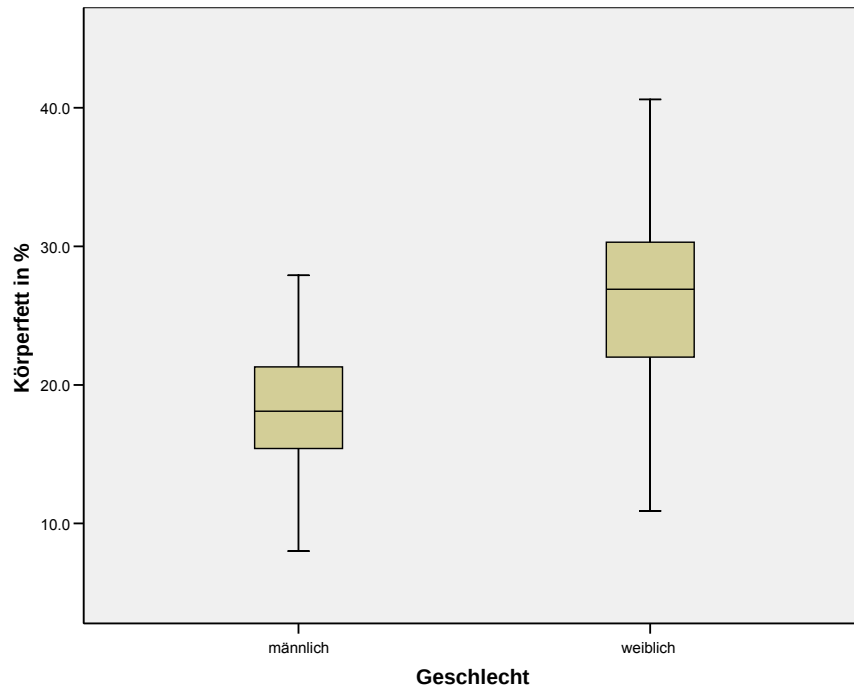
Abbildung 8: PAL bei Erwachsenen getrennt nach Geschlecht (n=102)



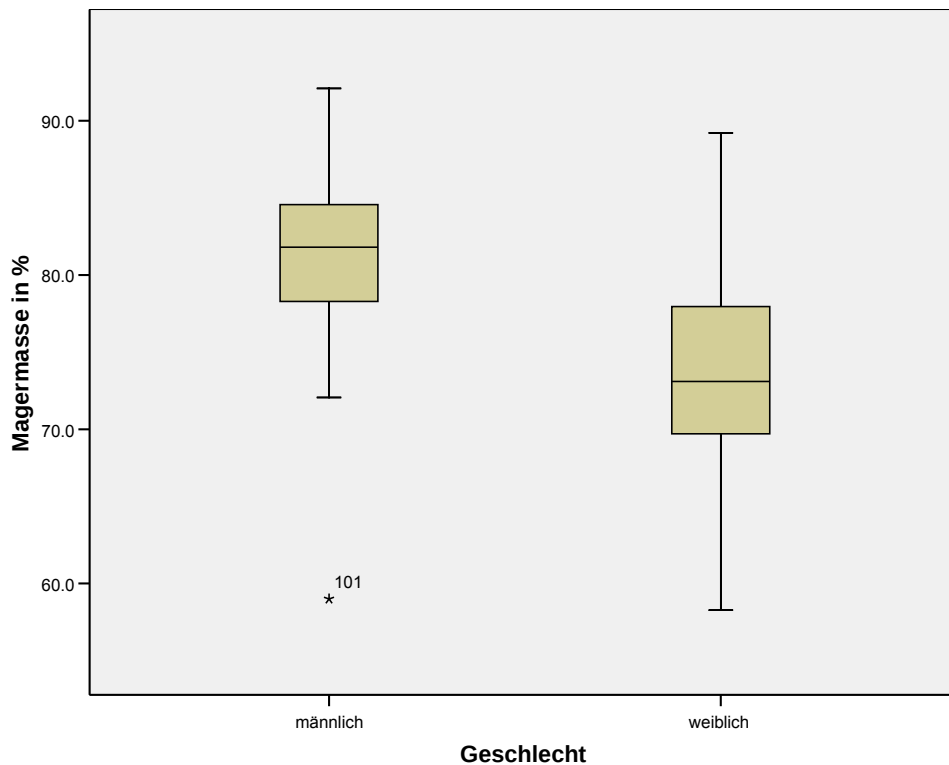
4.1.5 Körperfettanteil bzw. Magermasse nach Geschlecht

Der Körperfettanteil in % des Gesamtgewichts ist bei den weiblichen Teilnehmern mit $26,31 \% \pm 6,46 \%$ deutlich höher als bei den männlichen Probanden, die einen Körperfettanteil von $18,18 \% \pm 4,97 \%$ aufweisen.

Abbildung 9: Körperfettanteil in % bei Erwachsenen getrennt nach Geschlecht (n=102)



Betrachtet man nun die magere Körpermasse, kommt man zu dem Resultat, dass Männer einen höheren Anteil an Magermasse aufweisen als Frauen. Bei den männlichen Teilnehmern liegt der Mittelwert der Magermasse bei $81,31 \% \pm 5,94 \%$, das Mittel der weiblichen Versuchspersonen befindet sich bei $73,54 \% \pm 6,75 \%$.

Abbildung 10: Magermasse in % bei Erwachsenen getrennt nach Geschlecht (n=102)

4.1.6 Phasenwinkel im Gesamtkollektiv

Der Phasenwinkel liegt bei den Männern im Schnitt bei $6,9^\circ$, das Minimum bei $5,4^\circ$ und das Maximum bei $7,9^\circ$. Der Mittelwert ist hier als „Gut“ zu bezeichnen. Dieser Wert deutet auf regelmäßige sportliche Betätigung und eine gute Versorgung der Zellen hin. Die untere Grenze in diesem Kollektiv mit $5,4^\circ$ ist bereits als „Mangelhaft“ zu bezeichnen. Werte in diesem Bereich deuten auf eine Mangelernährung und/oder zu wenig Bewegung hin.

Bei den Frauen in diesem Kollektiv liegt das Mittel bei $5,9^\circ$, das Minimum bei $4,5^\circ$ und das Maximum bei $7,4^\circ$. Der Mittelwert von $5,9^\circ$ ist nur als „Befriedigend“ zu bezeichnen. In diesem Bereich ist der Großteil der Bevölkerung angesiedelt. Dieser Wert deutet auf mäßige körperliche Bewegung hin und die Versorgung mit den wichtigsten Makronährstoffen scheint gegeben. Das Minimum $4,5^\circ$ ist als „Ungenügend“ zu beurteilen, was ein Hinweis für Mangelernährung ist. Das Maximum

von 7,9° ist bei den Frauen als „Sehr gut“ einzustufen. Das ist ein Wert für einen ausgezeichneten Ernährungs- und Trainingszustand.

Tabelle 9: Phasenwinkel bei Erwachsenen im Gesamtkollektiv (n=102)

Geschlecht		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
männlich	Phasenwinkel in °	49	5.4	7.9	6.880	.6181
	Gültige Werte (Listenweise)	49				
weiblich	Phasenwinkel in °	53	4.5	7.4	5.923	.5567
	Gültige Werte (Listenweise)	53				

4.1.7 Zellanteil in % im Gesamtkollektiv

Der Normalbereich des Zellanteils bei den Frauen liegt zwischen 50 % - 56 % und bei den Männern zwischen 53 % - 59 %. Dieser Parameter ermöglicht eine Beurteilung der Magermasse. Liegt der Zellanteil unter dem Grenzwert und liegen keine Ödeme vor, kann von einer Malnutrition ausgegangen werden. Ein hohes Maß an körperlicher Bewegung erhöht den Zellanteil. [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

Die Mittelwerte beider Geschlechter liegen im normalen Bereich. Allerdings gibt es sowohl bei den Männern und auch bei den Frauen Werte die ober- und unterhalb der Norm liegen, was auf der einen Seite auf ein hohes Maß an körperlicher Betätigung hindeutet und auf der anderen Seite auf ein Nahrungs- oder Nährstoffmangel.

Tabelle 10: Zellanteil in % bei Erwachsenen im Gesamtkollektiv (n=102)

Geschlecht		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
männlich	Zellanteil in %	49	49.1	59.9	55.841	2.6545
	Gültige Werte (Listenweise)	49				
weiblich	Zellanteil in %	53	43.9	57.9	51.458	2.7095
	Gültige Werte (Listenweise)	53				

4.1.8 ECM/BCM Index im Gesamtkollektiv

Der ECM/BCM Index liegt bei den männlichen Probanden des Kollektivs im Mittel bei 0,797, das Minimum bei 0,67 und das Maximum bei 1,04. Das Mittel hier fällt bereits in die Kategorie „Sehr gut“. Dies deutet auf einen ausgezeichneten Ernährungs- und Trainingszustand hin. Das Maximum mit 1,04 stellt bereits das andere Ende der Beurteilungstabelle dar. Werte $>1,3$ können ein Hinweis auf Wassereinlagerungen und/oder Katabolie sein oder Hinweis auf andere schwere Störungen des Wasserhaushalts.

Bei den weiblichen Probanden haben wir hier einen Mittelwert von 0,95, ein Minimum von 0,73 und ein Maximum von 1,28. Der Mittelwert liegt im Bereich der Bewertung „Gut“, weist somit auf regelmäßige sportliche Betätigung hin und eine ausreichende Versorgung mit den wichtigsten Makronährstoffen scheint wahrscheinlich. Das Minimum fällt in den Bereich „Sehr gut“ und das Maximum in den Bereich „Ungenügend“. Dies deutet auf einen schlechten Ernährungszustand hin.

Tabelle 11: ECM/BCM Index bei Erwachsenen im Gesamtkollektiv (n=102)

Geschlecht		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
männlich	ECM/BCM Index	49	.67	1.04	.7971	.08655
	Gültige Werte (Listenweise)	49				
weiblich	ECM/BCM Index	53	.73	1.28	.9483	.10436
	Gültige Werte (Listenweise)	53				

4.2 Explorative Datenanalyse

4.2.1 Auswirkung der körperlichen Aktivität auf den Körperfettanteil

Trotz der weit verbreiteten Auffassung, dass das Reduzieren oder Beibehalten des Körpergewichts oder Körperfettanteils durch erhöhte körperliche Aktivität erreicht werden kann, ist der Zusammenhang zwischen PAEE und Körperzusammensetzung im Allgemeinen nicht sehr stark. [PAUL et al., 2004]

Betrachtet man die folgende Tabelle (Tabelle 7), ist zu erkennen, dass das Ausmaß der körperlichen Aktivität, nur sehr schwach negativ mit dem Körperfettanteil korreliert ($r = -0,08$). Außerdem kann hier keine Signifikanz festgestellt werden ($p > 0,05$).

Tabelle 12: Korrelation PAL und Körperfettanteil in % bei Erwachsenen (n=102)

		PALges	Körperfett in %
PALges	Korrelation nach Pearson	1	-.082
	Signifikanz (2-seitig)		.411
	N	102	102
Körperfett in %	Korrelation nach Pearson	-.082	1
	Signifikanz (2-seitig)	.411	
	N	102	102

Bei der Ermittlung des Zusammenhangs von TEEges (Gesamtenergieumsatz) und dem Körperfettanteil (Tabelle 8) konnte eine schwache negative Korrelation ($r = -0,28$) gezeigt werden, welche auch signifikant ist ($p = 0,05$). Daraus kann man schließen, dass ein höherer Gesamtenergieumsatz mit geringerem Körperfettanteil einhergeht.

Tabelle 13: Korrelation TEEges und Körperfettanteil in % bei Erwachsenen (n=102)

			Körperfett in %	TEEges
Spearman-Rho	Körperfett in %	Korrelationskoeffizient	1.000	-.276(**)
		Sig. (2-seitig)	.	.005
		N	102	102
	TEEges	Korrelationskoeffizient	-.276(**)	1.000
		Sig. (2-seitig)	.005	.
		N	102	102

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

4.2.1.1 Unterschied zwischen den Geschlechtern

Zahlreiche Studien bestätigen, dass Männer in der Regel einen höheren PAL aufweisen als Frauen ($p < 0,001$). [HOED und WESTERTEP, 2008]

So ist auch in dieser Studie zu erkennen, dass Männer mit einem PAL von $1,61 \pm 0,28$ sportliche aktiver sind als Frauen mit einem PAL von $1,46 \pm 0,19$. Dieser Unterschied stellte sich auch als signifikant heraus ($p = 0,001$).

Tabelle 14: Vergleich Physical Activity Level bei Männern und Frauen (n=102)

Geschlecht		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
männlich	PALges	49	1.26	2.71	1.6118	.27521
	Gültige Werte (Listenweise)	49				
weiblich	PALges	53	1.24	2.15	1.4557	.18536
	Gültige Werte (Listenweise)	53				

Vergangene Studien haben eine Verbindung zwischen Körperzusammensetzung und körperlicher Aktivität bei Männern gezeigt, bei Frauen allerdings nicht. [PAUL et al., 2004]

Wie bereits erwähnt, konnte oft bei Frauen kein signifikanter Zusammenhang von Körperfett und körperlicher Aktivität gezeigt werden. WESTERTERP und GORAN (2004) schlossen daraus, dass Frauen mehr als Männer ihre körperliche Aktivität mit erhöhter Energieaufnahme kompensieren.

Laut vorliegender Studie gibt es eine signifikante positive Korrelation ($p = 0,006$) zwischen dem PAL und dem Körperfettanteil bei Frauen (Tabelle 10). Dies könnte auf die These von WESTERTERP und GORAN (2004) zurückzuführen sein.

Tabelle 15: Korrelation PAL und Körperfett in % bei Frauen (n=53)

			PALges	Körperfett in %
Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	.372(**)
		Sig. (2-seitig)	.	.006
		N	53	53
	Körperfett in %	Korrelationskoeffizient	.372(**)	1.000
		Sig. (2-seitig)	.006	.
		N	53	53

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Um dieses Ergebnis besser erläutern zu können, wurde in drei PAL-Gruppen nach Tertilen geteilt. In Tabelle 16 kann man sehen, dass bei der niedrigsten PAL-Gruppe (1,24-1,35) noch eine positive Korrelation zwischen PAL und Körperfett herrscht ($r = 0,72$) ($p = 0,001$). In der zweiten Gruppe (PAL 1,36-1,44) ist diese Korrelation schon wesentlich schwächer ($r = 0,16$) und auch nicht mehr signifikant ($p > 0,05$). In

der Gruppe mit dem höchsten PAL (1,45-2,15) ist bereits eine negative Korrelation zu verzeichnen ($r = -0,006$), wenn auch nicht signifikant ($p > 0,05$).

Aus diesen Werten ist eine Tendenz erkennbar, dass innerhalb der Gruppen 1 und 2, also der inaktiveren Frauen, kein verminderter Körperfettgehalt mit körperlicher Bewegung in Verbindung gebracht werden kann. Betrachtet man allerdings die 3. Gruppe, sprich diese mit dem höchsten PAL, so sieht man eine sehr schwache negative Korrelation zwischen PAL und Körperfettgehalt ($r = -0,006$), was bedeuten würde, dass der Körperfettanteil mit vermehrter sportlicher Betätigung abnimmt.

PAUL et al. (2004) fanden auch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Körperfettgehalt und körperlicher Aktivität. Eine Möglichkeit die schwache Korrelation zu erklären, ist dass es sich bei der Gewichtszunahme grundsätzlich um einen Langzeitprozess handelt und das Bewegungsausmaß für den Zeitraum der Studie nicht repräsentativ war.

Tabelle 16: Korrelation PAL-Gruppen und Körperfettanteil in % bei Frauen (n=53)

PAL Tertilen				PALges	Körperfett in %
1.24-1.35 PAL	Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	.716(**)
			Sig. (2-seitig)	.	.001
			N	17	17
		Körperfett in %	Korrelationskoeffizient	.716(**)	1.000
			Sig. (2-seitig)	.001	.
			N	17	17
1.36-1.44 PAL	Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	.162
			Sig. (2-seitig)	.	.521
			N	18	18
		Körperfett in %	Korrelationskoeffizient	.162	1.000
			Sig. (2-seitig)	.521	.
			N	18	18
1.45-2.15 PAL	Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	-.006
			Sig. (2-seitig)	.	.981
			N	18	18
		Körperfett in %	Korrelationskoeffizient	-.006	1.000
			Sig. (2-seitig)	.981	.
			N	18	18

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

In dieser Studie kann auch bei den Männern kein signifikanter Zusammenhang zwischen PAL und Körperfettgehalt gezeigt werden. Daher wurde auch hier eine Aufteilung in PAL-Gruppen nach Tertilen getroffen (Tabelle 12). Wie bei den Frauen scheint es hier so zu sein, dass geringe körperliche Aktivität keinen niedrigeren Fettgehalt bewirkt. Erst in der 3. Gruppe (PAL 1, 68-2,71) ist eine negative Korrelation ($r = -0,28$) zu verzeichnen ($p > 0,05$). Woraus man auf verminderten Körperfettanteil durch körperliche Aktivität schließen könnte.

Diese äußerst schwache Korrelation könnte wieder darauf zurückzuführen sein, dass es sich bei der Gewichtszunahme und einen Langzeitprozess handelt und das Bewegungsausmaß für den Zeitraum der Studie nicht repräsentativ war. [PAUL et al., 2004]

Tabelle 17: Korrelation PAL-Gruppen und Körperfettanteil in % bei Männern (n=49)

PAL Tertilen			Körperfett in %	PALges
PAL 1.26-1.41	Körperfett in %	Korrelation nach Pearson	1	.341
		Signifikanz (2-seitig)		.197
		N	16	16
	PALges	Korrelation nach Pearson	.341	1
		Signifikanz (2-seitig)	.197	
		N	16	16
PAL 1.42-1.67	Körperfett in %	Korrelation nach Pearson	1	.441
		Signifikanz (2-seitig)		.087
		N	16	16
	PALges	Korrelation nach Pearson	.441	1
		Signifikanz (2-seitig)	.087	
		N	16	16
PAL 1.68-2.71	Körperfett in %	Korrelation nach Pearson	1	-.284
		Signifikanz (2-seitig)		.270
		N	17	17
	PALges	Korrelation nach Pearson	-.284	1
		Signifikanz (2-seitig)	.270	
		N	17	17

4.2.2 Auswirkungen der körperlichen Aktivität auf den BMI

Der Body Mass Index gilt als gutes Maß für die Klassifizierung von Übergewicht und Fettleibigkeit, allerdings gibt er keine Auskunft über das absolute Körperfett und unterscheidet auch nicht zwischen Fett und fettfreier Körpermasse. [EKELUND et al., 2005]

Tabelle 18 zeigt, dass Menschen mit höherem PAL einen höheren BMI haben ($r = 0,30$) ($p = 0,02$). Die ist dadurch erklärbar, dass nur rund 1 % der Probanden adipös war und somit keine Einschränkung der körperlichen Bewegung durch das Körpergewicht gegeben war. Auch KYLE et al. (2001) kam zu dem Schluss, dass ihre Probanden nicht durch Übergewicht eingeschränkt waren, da in dieser Studie weniger als 10 % der Männer und weniger als 6 % der Frauen einen BMI $>27 \text{ kg/m}^2$ verzeichneten.

Tabelle 18: Korrelation PAL und BMI beim Gesamtkollektiv (n=102)

			PALges	BMI in kg/m^2
Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	.302(**)
		Sig. (2-seitig)	.	.002
		N	102	102
	BMI in kg/m^2	Korrelationskoeffizient	.302(**)	1.000
		Sig. (2-seitig)	.002	.
		N	102	102

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

4.2.2.1 Unterschied zwischen den Geschlechtern

Getrennt nach Geschlecht erhält man ein ähnliches Ergebnis wie bei der Korrelation von PAL und Körperfettgehalt. Lediglich die Gruppe weiblichen Probanden verzeichnen einen signifikanten Zusammenhang zwischen PAL und BMI ($r = 0,29$) ($p = 0,04$).

Wie KYLE et al. (2001) kommt man zum Ergebnis, dass körperliche Aktivität nicht zur Verringerung des BMI dient, sondern eher zur Stabilisierung des BMI bzw. zur Verhinderung einer Erhöhung des BMI und auch des Körperfettanteils.

Tabelle 19: Korrelation PAL und BMI getrennt nach Geschlecht (n=102)

Geschlecht				PALges	BMI in kg/m ²
männlich	Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	.201
			Sig. (2-seitig)	.	.167
			N	49	49
	Spearman-Rho	BMI in kg/m ²	Korrelationskoeffizient	.201	1.000
			Sig. (2-seitig)	.167	.
			N	49	49
weiblich	Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	.291(*)
			Sig. (2-seitig)	.	.035
			N	53	53
	Spearman-Rho	BMI in kg/m ²	Korrelationskoeffizient	.291(*)	1.000
			Sig. (2-seitig)	.035	.
			N	53	53

* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

Teilt man nun die weiblichen Probanden wieder in die 3 PAL-Gruppen ein und korreliert dann mit dem BMI, erscheint wieder die selbe Tendenz wie zuvor in Kapitel 4.2.1.1.

In Tabelle 20 ist zu erkennen, dass bei der niedrigsten PAL-Gruppe (1,24-1,35) noch eine positive Korrelation zwischen PAL und BMI herrscht ($r = 0,59$) ($p = 0,01$). In der zweiten Gruppe (PAL 1,36-1,44) ist diese Korrelation schon wesentlich schwächer ($r = 0,20$) und auch nicht mehr signifikant ($p > 0,05$). In der Gruppe mit dem höchsten PAL (1,45-2,15) ist bereits eine negative Korrelation zu verzeichnen ($r = -0,002$), wenn auch nicht signifikant ($p > 0,05$).

Innerhalb der Gruppen 1 und 2, also der inaktiveren Frauen, besteht kein verminderter BMI im Zusammenhang mit höherem PAL. Betrachtet man allerdings die Gruppe mit dem höchsten PAL (Gruppe 3), so sieht man eine sehr schwache negative Korrelation zwischen PAL und BMI ($r = -0,002$).

Tabelle 20: Korrelation PAL-Gruppen und BMI bei Frauen (n=53)

PAL Terten				PALges	BMI in kg/m ²
1.24-1.35 PAL	Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	.592(*)
			Sig. (2-seitig)	.	.012
			N	17	17
	Spearman-Rho	BMI in kg/m ²	Korrelationskoeffizient	.592(*)	1.000
			Sig. (2-seitig)	.012	.
			N	17	17
1.36-1.44 PAL	Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	.201
			Sig. (2-seitig)	.	.425
			N	18	18
	Spearman-Rho	BMI in kg/m ²	Korrelationskoeffizient	.201	1.000
			Sig. (2-seitig)	.425	.
			N	18	18
1.45-2.15 PAL	Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	-.002
			Sig. (2-seitig)	.	.994
			N	18	18
	Spearman-Rho	BMI in kg/m ²	Korrelationskoeffizient	-.002	1.000
			Sig. (2-seitig)	.994	.
			N	18	18

* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

4.2.3 Auswirkung der körperlichen Aktivität auf die magere Körpermasse

Tabelle 21 zeigt den Zusammenhang zwischen PAL und dem Anteil an magerer Körpermasse. Betrachtet man diese Tabelle, ist zu erkennen, dass eine sehr schwache negative Korrelation besteht ($r = -0,02$) ($r > 0,05$). Es konnte also kein positiver Effekt von körperlicher Aktivität auf den Anteil der mageren Körpermasse gezeigt werden.

In einer Studie von KYLE et al. (2001) kam man zu dem Resultat, dass inaktive Männer und Frauen einen höheren Anteil an magerer Körpermasse haben, als aktive Menschen. Dieses Ergebnis ist wahrscheinlich damit zu erklären, dass inaktive Menschen mehr Körpergewicht und somit auch mehr magere Körpermasse aufweisen, da Gewichtszunahme sowohl mit Zunahme an Fettmasse als auch mit Zunahme an Magermasse einhergeht. [KYLE et al., 2001]

Tabelle 21: Korrelation PAL und magere Körpermasse in % (n=102)

			PALges	Magermasse in %
Spearman-Rho	PALges	Korrelationskoeffizient	1.000	-.015
		Sig. (2-seitig)	.	.885
		N	102	102
	Magermasse in %	Korrelationskoeffizient	-.015	1.000
		Sig. (2-seitig)	.885	.
		N	102	102

4.2.3.1 Unterschied zwischen den Geschlechtern

Betrachtet man Frauen und Männer getrennt von einander, kommt man zum gleichen Ergebnis. Inaktive Männer und Frauen haben einen etwas höheren Anteil an magerer Körpermasse, als die aktiveren Probanden. Bei den Frauen kommt man hier sogar zu einem signifikanten Ergebnis ($r = -0,38$) ($p < 0,05$).

Eine mögliche Erklärung für den fehlenden Effekt des Trainings kann sein, dass die Probanden hauptsächlich Ausdauersportarten und sehr wenig Kraftsport betreiben. Diese Tendenz ist bei den Frauen noch stärker als bei den Männern erkennbar.

Tabelle 22: Korrelation von PAL und MM in % getrennt nach Geschlecht (n=102)

Geschlecht				Magermasse in %	PALges
männlich	Spearman-Rho	Magermasse in %	Korrelationskoeffizient	1.000	-.167
			Sig. (2-seitig)	.	.252
			N	49	49
	PALges		Korrelationskoeffizient	-.167	1.000
			Sig. (2-seitig)	.252	.
			N	49	49
weiblich	Spearman-Rho	Magermasse in %	Korrelationskoeffizient	1.000	-.382(**)
			Sig. (2-seitig)	.	.005
			N	53	53
	PALges		Korrelationskoeffizient	-.382(**)	1.000
			Sig. (2-seitig)	.005	.
			N	53	53

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

4.2.4 Zusammenhang PAL und Phasenwinkel

Wie bereits erwähnt, ermöglicht der Phasenwinkel eine Einschätzung des Ernährungs- und Trainingszustands. Gut ernährte bzw. trainierte Zellen weisen eine hohe Membranintegrität auf und können so Nährstoffe und Wasser besser speichern.

Bei der Korrelation von PAL und Phasenwinkel wurde ein signifikanter positiver Zusammenhang gefunden ($r=0,24$) ($p=0,01$). Hier erkennt man den positiven Effekt von körperlicher Aktivität auf die Zellversorgung und -gesundheit.

Tabelle 23: Korrelation PAL und Phasenwinkel im Gesamtkollektiv (n=102)

		PALges	Phasenwinkel in °
PALges	Korrelation nach Pearson	1	.244(*)
	Signifikanz (2-seitig)		.013
	N	102	102
Phasenwinkel in °	Korrelation nach Pearson	.244(*)	1
	Signifikanz (2-seitig)	.013	
	N	102	102

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

4.2.5 Zusammenhang Phasenwinkel und Körperfett (%)

Je höher der Körperfettanteil, desto geringer ist der Phasenwinkel. [BAUMGARTNER et al., 1988]

Das konnte in der vorliegenden Studie belegt werden. Der Phasenwinkel korreliert mit dem Körperfettanteil (%) ($r=-0,32$) ($p=0,001$).

Tabelle 24: Korrelation Phasenwinkel und Körperfett (%) im Gesamtkollektiv (n=102)

			Phasenwinkel in °	Körperfett in %
Spearman-Rho	Phasenwinkel in °	Korrelationskoeffizient	1.000	-.316(**)
		Sig. (2-seitig)	.	.001
		N	102	102
	Körperfett in %	Korrelationskoeffizient	-.316(**)	1.000
		Sig. (2-seitig)	.001	.
		N	102	102

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

4.2.6 Zusammenhang Phasenwinkel und magere Körpermasse (%)

Je höher der Anteil der mageren Körpermasse (%), desto höher ist der Phasenwinkel.
[BAUMGARTNER et al., 1988]

So zeigen auch die Ergebnisse dieser Studie eine signifikante Korrelation zwischen Phasenwinkel und der Magermasse (%) ($r = 0,33$) ($p = 0,001$).

Tabelle 25: Korrelation Phasenwinkel und magere Körpermasse (%) im Gesamtkollektiv (n=102)

			Phasenwinkel in °	Magermasse in %
Spearman-Rho	Phasenwinkel in °	Korrelationskoeffizient	1.000	.327(**)
		Sig. (2-seitig)	.	.001
		N	102	102
	Magermasse in %	Korrelationskoeffizient	.327(**)	1.000
		Sig. (2-seitig)	.001	.
		N	102	102

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

4.2.7 Zusammenhang PAL und ECM/BCM Index

Mit Hilfe des ECM/BCM Index lässt sich der Ernährungszustand beurteilen. Da bei gesunden Menschen die BCM stets höher sein muss als die ECM, liegt dieser Index unter 1. Aus dem hier vorliegenden Ergebnis kann man erkennen, dass es durchaus einen Zusammenhang zwischen PAL und ECM/BCM Index gibt. Je höher der PAL, desto geringer ist der ECM/BCM Index ($r = -0,26$) ($p = 0,01$). Daraus kann geschlossen werden, dass sportliche Personen sich auch bewusster ernähren.

Tabelle 26: Korrelation PAL und ECM/BCM Index im Gesamtkollektiv (n=102)

		PALges	ECM/BCM Index
PALges	Korrelation nach Pearson	1	-.256(**)
	Signifikanz (2-seitig)		.009
	N	102	102
ECM/BCM Index	Korrelation nach Pearson	-.256(**)	1
	Signifikanz (2-seitig)	.009	
	N	102	102

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

4.2.8 Zusammenhang PAL und Zellanteil in %

BCM und ECM stehen in einem engen Verhältnis zueinander und bilden zusammen die Magermasse. Der Zellanteil ist der prozentuale Anteil von Zellen der BCM innerhalb der Magermasse. Er stellt somit ein Maß für den individuellen Ernährungs- und Trainingszustand dar. Außerdem kann man anhand des Zellanteils (%) die Qualität der Magermasse bestimmen.

Menschen, die jahrelang Sport betreiben, haben einen besonders hohen Zellanteil. Der Zellanteil bleibt selbst bei inaktiven Erwachsenen relativ hoch, wenn mit dem Sport schon in jungen Jahren begonnen wurde. Es handelt sich hier eindeutig um einen Langzeitparameter. Durch sportliche Betätigung, besonders Ausdauersport, kann der Zellanteil zwar erhöht werden, dies passiert allerdings sehr langsam, wenn mit dem Sport erst im Erwachsenenalter begonnen wurde. [DÖRHÖFER und PIRLICH, 2007]

Die signifikant positive Korrelation ($r = 0,25$ ($p = 0,01$)) bestätigt dies. Probanden mit höherem PAL haben auch einen höheren Zellanteil zu verzeichnen.

Tabelle 27: Korrelation PAL und Zellanteil in % im Gesamtkollektiv (n=102)

		PALges	Zellanteil in %
PALges	Korrelation nach Pearson	1	.249(*)
	Signifikanz (2-seitig)		.012
	N	102	102
Zellanteil in %	Korrelation nach Pearson	.249(*)	1
	Signifikanz (2-seitig)	.012	
	N	102	102

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

5 SCHLUSBETRACHTUNG

Die vorliegende Arbeit untersuchte die Auswirkung der Summe der täglichen körperlichen Aktivität auf die Körperzusammensetzung bei Erwachsenen im Alter von 19 bis 60 Jahren.

Wie schon in zahlreichen Studien gezeigt wurde, konnte auch hier bestätigt werden, dass Männer in der Regel aktiver sind, also einen höheren PAL aufweisen als Frauen. Ebenso eindeutig ersichtlich ist, dass der Körperfettanteil (%) bei Frauen deutlich über dem der Männer liegt.

Der durchschnittliche Phasenwinkel der Männer war als „Gut“ zu bezeichnen, jener der Frauen lediglich mit „Befriedigend“. Beim Zellanteil in % lag der Mittelwert beider Geschlechter im Normalbereich. Der ECM/BCM Index liegt im Mittel bei den männlichen Probanden dieser Studie bereits im Bereich „Sehr gut“, der Mittelwert bei den weiblichen Probanden erreicht hier den Bereich „Gut“.

Es ist eine weit verbreitete Auffassung, dass das Reduzieren oder Beibehalten des Körpergewichts oder Körperfettanteils durch erhöhte körperliche Aktivität erreicht werden kann. Trotzdem ist der Zusammenhang zwischen Leistungsumsatz und Körperzusammensetzung im Allgemeinen nicht sehr stark. [PAUL et al., 2004]

Auch in dieser Studie konnte kein eindeutiger Zusammenhang bezüglich PAL und Körperfettanteil gezeigt werden. Daher wurde sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in drei Aktivitätsgruppen geteilt, um bessere Vergleiche anstellen zu können. So erkannte man bei beiden Geschlechtern die Tendenz, dass bei den aktiveren Gruppen der PAL negativ mit den Körperfettanteil korreliert.

Der BMI verhielt sich im Bezug auf den PAL ebenso wie der Körperfettanteil. Nach der Aufteilung in die Aktivitätsgruppen, wurde die Tendenz gefunden, dass bei den aktiveren Gruppen der PAL negativ mit dem BMI korreliert.

Beim Zusammenhang von magerer Körpermasse und PAL kam man bei dieser Studie zum gleichen Ergebnis wie KYLE et al. (2001). Inaktive Männer und Frauen haben einen höheren Anteil an magerer Körpermasse, als aktive Menschen. Inaktive Menschen haben meist mehr Körpergewicht und somit auch mehr magere Körpermasse, da Gewichtszunahme sowohl eine Zunahme an Fettmasse als auch eine Zunahme an Magermasse nach sich zieht.

Bei der Korrelation von Phasenwinkel und Physical Activity Level konnte ein signifikant positiver Zusammenhang gezeigt werden. Menschen, die sich körperlich betätigen, haben einen höheren Phasenwinkel, als inaktivere Menschen. Durch den Phasenwinkel kann der Ernährungs- und Trainingszustand eingeschätzt werden. Gut ernährte bzw. trainierte Zellen weisen eine hohe Membranintegrität auf und können so Nährstoffe und Wasser besser speichern. Hier erkennt man eindeutig, wie sich körperliche Aktivität positiv auswirken kann.

Wie schon BAUMGARTNER et al. (1988) erkannte, korreliert der Körperfettanteil negativ mit dem Phasenwinkel. Je höher der Körperfettanteil, umso geringer ist der Phasenwinkel. Dieses Ergebnis konnte in der vorliegenden Studie bestätigt werden. Menschen mit mehr Körperfettanteil, ist die Zellgesundheit gemessen am Phasenwinkel geringer.

Bei Betrachtung der mageren Körpermasse konnte ebenfalls bestätigt werden, dass ein höheren Anteil an magerer Körpermasse mit einem höheren Phasenwinkel einhergeht. So haben schlankere Menschen besser versorgte und trainierte Zellen, als weniger schlanke.

Der ECM/BCM Index gibt Aufschluss über den Ernährungszustand von Menschen. Bei gesunden Menschen muss die BCM höher sein als die ECM. Der ECM/BCM Index sollte daher <1 sein. In dieser Studie konnte ein Zusammenhang zwischen PAL und ECM/BCM Index gezeigt werden. Je höher der PAL, desto geringer ist der ECM/BCM Index. Daraus kann geschlossen werden, dass sportliche Personen sich auch bewusster ernähren.

Der Zellanteil in % ist der prozentuale Anteil der BCM an der mageren Körpermasse. Je höher der Zellanteil also ist, desto besser ist der Ernährungs- und Trainingszustand der Zellen. Die vorliegende Studie bestätigt, dass sportliche Menschen einen höheren Zellanteil haben und somit besser ernährte und trainierte Zellen vorweisen können, als unsportliche, inaktive Menschen.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann geschlossen werden, dass körperliche Aktivität mehr Einfluss auf die Zellbeschaffenheit hat, als lediglich auf die Körperzusammensetzung. Der positive Effekt von körperlicher Aktivität auf Phasenwinkel, ECM/BCM Index und Zellanteil in % ist eindeutig und signifikant. Betrachtet man allerdings den Zusammenhang von PAL und Körperfettanteil oder PAL und Magermasse sind die Ergebnisse dieser Studie nicht so eindeutig.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Studienziel: In der vorliegenden Studie sollte die Auswirkung der Summe der täglichen körperlichen Aktivität auf die Körperzusammensetzung bei Erwachsenen im Alter von 19 bis 60 Jahren untersucht werden. Die Untersuchung fand im Hinblick auf die Körperkompartimente und die Zellbeschaffenheit statt.

Methoden: Mittels Akzelerometer wurde die körperliche Bewegung erfasst. Eine Vervollständigung der Akzelerometerdaten konnte mit dem Aktivitätsprotokoll erreicht werden. Daten, die mit dem Akzelerometer nicht oder nicht vollständig erfasst wurden, konnten durch das von den Probanden selbst ausgefüllte Protokoll ergänzt werden. Aus diesen Daten wurde dann der TEE und in weiterer Folge der PAL berechnet.

Die Körperzusammensetzung wurde mittels einer Multifrequenz-Bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA) und anthropometrischen Messmethoden (Messung von Körpergröße und Körpergewicht) erfasst.

Ergebnisse: Der Zusammenhang zwischen dem PAL und dem Körperfettanteil ist, wie schon in Studien zuvor gezeigt wurde, sehr schwach ($r = -0,08$) ($p > 0,05$). Nachdem die Geschlechter getrennt ausgewertet wurden, konnte bei den Frauen ein signifikant positiver Zusammenhang von PAL und Körperfett festgestellt werden ($r = 0,372$) ($p = 0,006$). Nach Einteilung in drei Aktivitätsgruppen konnte allerdings eine Tendenz hin zur negativen Korrelation in der aktivsten Gruppe aufgezeigt werden. Bei den männlichen Probanden war die selbe Tendenz erkennbar. Der BMI verhält sich im Vergleich mit dem PAL ähnlich wie der Körperfettanteil. Die Korrelation von PAL und Magermasse ergab keinen eindeutigen positiven Effekt ($r = -0,02$) ($r > 0,05$). Höheres Körpergewicht, geht mit höherem Anteil an Fettmasse und höherem Anteil an Magermasse einher. Bei den Frauen kam man sogar zu dem Resultat, dass aktivere Frauen weniger magere Körpermasse aufzeigen konnten, als die inaktiven ($r = -0,38$) ($p < 0,05$).

Bei der Korrelation von PAL und Phasenwinkel wurde ein signifikanter positiver Zusammenhang gefunden ($r = 0,24$) ($p = 0,01$). Je höher der Körperfettanteil, desto

geringer ist der Phasenwinkel ($r = -0,32$) ($p = 0,001$). Eine signifikante Korrelation konnte zwischen Phasenwinkel und der Magermasse (%) gezeigt werden ($r = 0,33$) ($p = 0,001$). Außerdem gab es eine signifikant positive Korrelation von PAL und ECM/BCM Index ($r = -0,26$) ($p = 0,01$). Der Zusammenhang von Zellanteil (%) und PAL war ebenfalls signifikant positiv ($r = 0,25$) ($p = 0,01$).

Schlussfolgerung: Der Zusammenhang von PAL und Körperfett bzw. magerer Körpermasse konnte in dieser Studie nicht eindeutig gezeigt werden. Bei Betrachtung der Zellbeschaffenheit ergab sich allerdings ein durchwegs positiver Einfluss von körperlicher Aktivität zu erkennen.

7 SUMMARY

Objective: The aim of this study was to show the influence of the sum of the daily physical activities on the body composition of adults in the age between 19 to 60 years. The analysis was done with regard to body compartments and the constitution of cells.

Methods: Bodily movement was registered with an accelerometer. The accelerometer data was completed with the activity journal. The data, which could not or not in total be collected from the accelerometer, could be amended by the activity journal, which the probands filled out themselves. From this data the TEE and the PAL was calculated. Body composition was measured with a multi-frequency bioelectrical impedance analysis (BIA) and anthropometric measuring methods (measuring of body height and body weight).

Results: The connection of PAL and body fat is, like shown in other studies, very low ($r = -0,08$) ($p > 0,05$). After separated by gender, a significant positive correlation could be shown in women between PAL and fat mass ($r = 0,372$) ($p = 0,006$). When separated in three activity level groups a tendency was revealed, that there could be a negative correlation in the most active group. The same tendency could be shown in men. The BMI acted like the body fat if compared with the PAL. The correlation between PAL and fat-free mass did not result in a significant positive effect ($r = -0,02$) ($r > 0,05$). More weight implies more fat mass and more fat-free mass. The group of the women showed even, that active women have less fat-free mass than the not so active ones ($r = -0,38$) ($p < 0,05$).

The correlation of PAL and phase angle showed a significant positive connection ($r = 0,24$) ($p = 0,01$). The more fat mass the people had, the lower was the phase angle ($r = -0,32$) ($p = 0,001$). There was also a significant correlation between phase angle and fat-free mass (%) ($r = 0,33$) ($p = 0,001$). And there was also a significant positive correlation between PAL and ECM/BCM-index ($r = -0,26$) ($p = 0,01$). The correlation of cell proportion and PAL was also significant positive ($r = 0,25$) ($p = 0,01$).

Conclusion: The connection of PAL and body fat respectively fat-free mass could not clearly be shown in this study. Looking at the constitution of cells there could be shown a consistently positive effect of bodily activity.

8 LITERATURVERZEICHNIS

ActiGraph GT1M/ActiTrainer and ActiLife Lifestyle Monitor Software - Users Manual. ActiGraph, LLC. Version: August 2007.

ALEXANDER A, BERGMANN P, HAGSTRÖMER M, SJÖSTRÖM M. IPAQ environmental module; reliability testing. Journal of Public Health 2006;14:76-80.

BAUMGARTNER A (2000). Vergleich von Methoden zur Body Composition Analyse (BIA, US, Lipometer, Tobec, Futrex, TBF 105 und TBF 511). Dissertation. Wien.

BAUMGARTNER R, CHUMLEA C, ROCHE A. Bioelectric impedance phase angle and body composition. American Journal of Clinical Nutrition 1988;48:16-23.

BROSIUS F (2006). SPSS 14. Das mitp-Standardwerk. 1. Auflage. Mitp, REDLINE GMBH, Heidelberg.

CATELLIER D, HANNAN P, MURRA D, ADDY C, CONWAY T, SONG Y, RICE J. Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. Medicine & Science in Sports & Exercise 2005;37:555-562.

CONWAY J, SEALE J, JACOBS D, IRWIN M, AINSWORTH B. Comparison of energy expenditure estimates from double labelled water, a physical activity questionnaire, an physical activity records. American Journal of Clinical Nutrition 2002;75:519-525.

CRAIG C, MARSHALL A, SJÖSTRÖM M, BAUMAN A, BOOTH M, AINSWORTH B, PRATT M, EKELUND U, YNGVE A, SALLIS J, OLA P. International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. Medicine and Science in Sports and Exercise 2003;35:1381-95.

Data-Input Service- und Vertriebsgesellschaft für medizinische Hard- und Software mbH. Internet: http://www.data-input.de/_site/german/produkte/geraete/index.php (eingesehen am 10.9.2008)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG. Bausteine für Ihre Gesundheit. Internet: <http://www.dge-medienservice.de>. (eingesehen am 14.4.2008)

DÖRHÖFER R, PIRLICH M. Das B.I.A.-Kompendium. 3. Ausgabe 04/2007. Data Input GmbH, Darmstadt.

EKELUND U, NEOVIUS M, LINNÉ Y, BRAGE S, WAREHAM NJ, ROESSNER S. Associations between physical activity and fat mass in adolescents: the Stockholm Weight Development Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005;81:355-60.

EKELUND U, SEPP H, BRAGE S, BECKER W, JAKES R, HENNINGS M, WAREHAM N. Criterion-related validity of the last 7-day, short form of the International Physical Activity Questionnaire in Swedish adults. *Public Health Nutrition* 2006;9(2):258-265.

ELMADFA I (2004). Ernährungslehre. 1. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart.

ELMADFA I, LEITZMANN C (2004). Ernährung des Menschen. 4. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart.

EUROPEAN OPINION RESEARCH GROUP (2003). Special Eurobarometer : Physical Activity. Aktuelle Version 2003. Internet: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_183_6_en.pdf. (eingesehen am 2.4.2008)

GODINA E, KHOMYAKOVA I, PURUDZHAN A, TRETYAK A, ZADOROZHANAYA L. Effect of physical training on body composition in Moscow adolescents. *Journal of Physiological Anthropology* 2007;26(2):229-234.

GUPTA D, LIS C, DAHLK S, VASHI P, GRUTSCH J, LAMMERSFELD C. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *British Journal of Nutrition* 2004;92:957-62.

GUPTA D, LAMMERSFELD C, BURROWS J, DAHLK S, VASHI P, GRUTSCH J, HOFFMAN S, LIS C. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in advanced colorectal cancer. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2004;80:1634-8.

HABER P (2004). Leitfaden zur medizinischen Trainingsberatung. 2. Auflage, Springer-Verlag, Wien.

HAGSTRÖMER M, OJA P, SJÖSTRÖM M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutrition* 2006;9/6;755-762.

HARRO M, OJA I, TEKKELE M, ARU J, VILLA I, LIIV K, JÜRIMÄE T, PRÄTTÄLÄ R, PUDULE I, KLUMBIENE J. Monitoring physical activity in Baltic countries: the FINBALT study, HBSC and other surveys in young people. *Journal of Public Health* 2006;14:103-109

HASKELL W, LEE I, PATE R, POWELL K, BLAIR S, FRANKLIN B, MACERA C, HEATH G, THOMPSON P, BAUMANN A. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *American. Medicine & Science in Sports & Exercise* 2007;39:1432-1434.

HOED M, WESTERTERP K. Body composition is associated with physical activity in daily life as measured using a triaxial accelerometer in both men and women. *International Journal of Obesity* 2008;32:1264-1270.

HUMPEL N, OWEN N, LESLIE E. Environmental factors associated with adults' participation in physical activity. *American Journal of Preventive Medicine* 2002;22(3):188-199.

KYLE U, BOSAEUS I, DE LORENZO A, DEURENBERG P, ELIA M, GÓMEZ J, LILIENTHAL HEITMANN B, KENT-SMITH L, MELCHIOR JC, PIRLICH M, SCHARFETTER H, SCHOLS A, PICHARD C. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition* 2004;23:1226-1243.

KYLE U, BOSAEUS I, DE LORENZO A, DEURENBERG P, ELIA M, GÓMEZ J, LILIENTHAL HEITMANN B, KENT-SMITH L, MELCHIOR JC, PIRLICH M, SCHARFETTER H, SCHOLS A, PICHARD C. Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition* 2004;23:1430-1453.

KYLE U, GENTON L, GREMIN G, SLOSMAN D, PICHARD C. Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clinical Nutrition*, 2004;23:79-88.

KYLE U, GREMION G, GENTON L, SLOSMAN D, GOLAY A, PICHARD C. Physical activity and fat-free and fat mass by bioelectrical impedance in 3853 adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2001; Apr;33(4): 576-584.

LAZAAR N, AUCOUTURIER J, RATEL S, RANCE M, MEYER M, DUCHÉ P. Effect of physical activity intervention on body composition in young children: influence of body mass index status and gender. *Acta Pædiatrica* 2007;96:1315-1320.

LEXIKON-INSTITUT BERTELSMANN in Zusammenarbeit mit Dr. Hans F. MÜLLER. Das moderne Lexikon in 20 Bänden. Verlagsgruppe Bertelsmann GmbH/Bertelsmann Lexikon-Verlag, Gütersloh, Berlin, München, Wien 1972;Band 14, S. 356.

LOF M, HANNESTAD U, FORSUM E. Comparison of commonly used procedures, including the doubly-labelled water technique, in the estimation of total energy expenditure of women with special reference to the significance of body fatness. *British Journal of Nutrition* 2003;90:961-968.

LOHMAN T, RING K, PFEIFFER K, CAMHI S, ARREDONDO E, PRATTI C, PATE R, WEBBER LS. Relationships among Fitness, Body Composition, and Physical Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2008; Jun;40(6):1163-70.

LOHMAN T, RING K, SCHMITZ K, TREUTH M, LOFTIN M, YANG M, GOING S. Associations of Body Size and Composition with Physical Activity in Adolescent Girls. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2006 June; 38(6):1175-1181.

LUKASI H. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *American Journal of Clinical Nutrition* 1987;46:537-56.

LUPOLI L, SERGI G, COIN A, PERISSINOTTO E, VOLPATO S, BUSTTO L, INELMEN E, ENZI G. Body composition in underweight elderly subjects: reliability of bioelectrical impedance analysis. *Clinical Nutrition* 2004;23:1371-1380.

MADDISON R, NI MHURCHU C, JIANG Y, VANDER HORN S, RODGERS A, LAWES C, RUSH E. International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and New Zealand Physical Activity Questionnaire (NZPAQ): A double labelled water validation. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2007;4:62-71.

MEDICAL HEALTHCARE. Internet: <http://www.medi-cal.de/wissenschaft/koerperwiderstaende.php> (eingesehen am 10.9.2008)

MESTEK M, PLAISANCE E, GRANDJEAN P. The relationship between pedometer-determined and self-reported physical activity and body composition variables in college-aged men and women. *Journal of American College Health* 2008;Jul-Aug;57(1):39-44.

MITCHELL S, EIDE R, OLSEN C, STEPHENS M. Body composition and physical fitness in a cohort of US Military medical students. *Journal of the American Board of Family Medicine* 2008;21:165-167.

MÜLLER M (2007). *Ernährungsmedizinische Praxis*. 2. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg.

OPPERT J, KETTANEH A, BORYS J, BASDEVANT A, DUCIMETIÈRE P, CHARLES M. The relationship between indicators of physical activity, indicators of sedentary behaviour and adiposity in French adults: the FLVS II study. *Journal of Public Health* 2006;14:87-93.

ORSINI N, BELLOCCO R, BOTTAI M, PAGANO M, WOLK A. Correlates of total physical activity among middle-aged and elderly women. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2007 May;4-16.

PAUL D, NOVOTNY J, RUMPLER W. Effects of the interaction of sex and food intake on the relation between energy expenditure and body composition. *American Journal of Clinical Nutrition* 2004;79:385-9.

PÖCKL S (2004). *Messung der Körperzusammensetzung mittels multifunktionaler Bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA)*. Diplomarbeit, Wien.

PRAET S, ROOIJ E, WIJTVLIET A, BOONMAN-DE WINTER L, ENNEKING T, KUIPERS H, STEHOUWER C, VAN LOON L. Brisk walking compared with an individualised medical fitness programme for patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 2008;51:736-746.

SAELENS B, SEELEY R, VAN SCHAICK K, DONNELLY L, O'BRIEN K. Visceral abdominal fat is correlated with whole-body fat and physical activity among 8-y-old children at risk of obesity. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007;85:46-53.

SCHMITZ K, TRUTZ M, HANNAN P, MCMURRAY R, RING K, CATELLIER D, PATE R. Predicting energy expenditure from accelerometry counts in adolescent girls. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2005;37:155-161.

SCHUIT A. Physical activity, body composition and healthy ageing. *Science & Sports*, 2006;21:209-213.

SJÖSTRÖM M, AINSWORTH B, BAUMANN A, BULL F, CRAIG C, SALLIS J. International Physical Activity Questionnaire. Scoring Protocol. Aktuelle Version 2005. Internet: <http://www.ipaq.ki.se/scoring.htm>. (eingesehen am 17.3.2008)

SJÖSTRÖM M. Integrating the monitoring of physical activity into public health nutrition. *Journal of Public Health* 2006;14:51-52.

TOMASITS J, HABER P (2008). *Leistungsphysiologie*. 3. Auflage, Springer-Verlag, Wien.

UNIVERSITY OF SOUTH CAROLINA PREVENTION RESEARCH CENTER. The Compendium of Physical Activities Tracking Guide. Aktuelle Version 2003. Internet: <http://prevention.sph.sc.edu/tools/compendium.htm> (eingesehen am 12.3.2008).

VALANOU E, BAMIA C, TRICHOPOULOU A. Methodology of physical-activity and energy-expenditure assessment: a review. *Journal of Public Health* 2006;14:58-65.

WESTERTERP K, GORAN M. Relationship between physical activity related energy expenditure and body composition: a gender difference. *International Journal of Obesity*, 1997;21:184-188.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Recommended Amount of Physical Activity. Aktuelle Version 2008. Internet: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/print.html (eingesehen am 28.8.2008).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Benefits of Physical Activity. Aktuelle Version 2008. Internet: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_benefits/en/print.html (eingesehen am 28.8.2008).

YAO M, MCCRORY M, MA G, TUCKER K, GAO S, FUSS P, ROBERTS S. Relative influence of diet and physical activity on body composition in urban Chinese adults. *American Journal of Clinical Nutrition* 2003;77:1409-16.

9 ANHANG

Anhang I

7 Tage Aktivitäts-Protokoll

Anhang II

Lebenslauf

7 Tage Aktivitäts-Protokoll

Ziel dieses Aktivitätsprotokolls ist es, Art und Umfang Ihrer körperlichen Aktivität im alltäglichen Leben zu erfassen.

1. Tragen Sie die Dauer Ihrer verschiedenen körperlichen Aktivitäten des ganzen Tages (von 00.00 Uhr bis 24.00 Uhr) in die entsprechenden Zeilen der Tabelle ein.
2. Falls eine Ihrer Aktivitäten nicht aufgeführt sein sollte, bitte einfach in die dafür vorgesehenen leeren Zeilen eintragen.
3. Besonders wichtig ist es, dass Sie auch die reine Netto-Belastungszeit OHNE Pausen eintragen. D.h. in die zwei linken Spalten („Dauer der Aktivität“) tragen Sie bitte die Gesamtdauer der jeweiligen Aktivität ein (z.B. 2 Stunden im Schwimmbad); in die beiden rechten Spalten („Davon Netto-Belastungszeit“) tragen Sie nur die reine Schwimmzeit ein.
4. Bitte beachten Sie, dass der Tag 24 Stunden hat!

BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!

Tag 1

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

ID: _____

BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!

Tag 2

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!

Tag 3

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!

Tag 4

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen				
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!

Tag 5

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!

Tag 6

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

BITTE UNBEDINGT IMMER VOR DEM SCHLAFENGEHEN AUSFÜLLEN!!

Tag 7

Aktivität	Dauer der Aktivität		Davon Netto-Belastungszeit	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
Schlafen			X	
Sitzen				
Stehen				
Gehen langsam				
Gehen moderat				
Autofahren				
Gartenarbeit				
Hausarbeit leicht				
Hausarbeit moderat				
Gymnastik				
Krafttraining				
Kampfsport				
Schwimmen				
Ballsport				
Tennis				
Squash				
Klettern				
Wandern				
In-Line Skating				
Laufen moderat				
Laufen sportlich				
Radfahren moderat				
Radfahren sportlich				
Tanzen				

War diese Woche eine für Sie typische Woche?

ja ☐

nein ☐

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

CURRICULUM VITAE

- Persönliche Daten:** Eveline Posch
Geboren am 13. September 1980 in Oberwart
Wohnhaft in Wien
E-Mail: Eveline.Posch@chello.at
- Ausbildung:** Handelsakademie Oberwart 1995 – 2000 mit abgeschlossener Reifeprüfung
Seit WS 2002 Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien
- Berufliche Tätigkeiten:** September 2000 bis September 2001 AuPair bei der Familie Naresh Kotecha, Wilmslow, England

Januar 2002 bis September 2002 Rechtsanwaltssekretärin bei Dallmann & Juranek, 1040 Wien

Oktober 2002 bis Dezember 2003 geringfügig beschäftigte Sekretariatshilfe bei Dallmann & Juranek

Januar 2005 bis März 2006 Büro- und Empfangstätigkeiten vermittelt durch die Akzente PersonalbereitstellungsgesmbH, 1190 Wien

Seit April 2006 Büro- und Empfangstätigkeiten bei TechData Österreich, 1120 Wien
- Praktika:** Juli und August 2006 in der Qualitätssicherung der Firma Meisterfrost TiefkühlkostherzeugungsGmbH, 7423 Sinnersdorf

Juli 2007 technische Angestellte im Labor der Brauerei Schwechat, 2320 Schwechat

Februar 2008 Laborpraktikum am Department für Ernährungswissenschaften, Universität Wien, 1090 Wien
- Zusatzqualifikation:** Cambridge Certificate of Advanced English