

**Diplomarbeit**

## **Sarkopenische Adipositas**

„Vergleich von konventioneller Ernährung und einer  
Formuladiät (INSUmed<sup>®</sup>) in der Behandlung des sarkopenischen  
Übergewichtes und der sarkopenischen Adipositas“

eingereicht von

**Cornelia Maria Kapp**

Mat.Nr.: 0211990

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde**

**(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Univ. - Klinik für Innere Medizin**

unter der Anleitung von

**Univ. - Prof. Dr. Hermann Toplak**

**und**

**Dr.<sup>in</sup> Evelyn Fließner-Görzer**

*Eidesstattliche Erklärung*

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

*Graz, Mai 2008*

## Danksagungen

Ich möchte mich herzlich bei Herrn Univ. Prof. Dr. Hermann Toplak für die Hilfestellung bei der Wahl des Themas meiner Diplomarbeit, für die Betreuung derselben und die unterstützenden Ratschläge bedanken. Vielen Dank auch für die Einführung in die Thematik des wissenschaftlichen Arbeitens.

Ein herzliches Dankeschön gebührt auch meiner Zweitbetreuerin Frau Dr.<sup>in</sup> Evelyn Fließer-Görzer, für die zur Verfügung Stellung der Patientendaten, die Unterstützung und Begleitung dieser Diplomarbeit.

Bedanken möchte ich mich auch für die Zeit, die ich mit Frau Dr.<sup>in</sup> Fließer-Görzer in der Diabetes-Ambulanz verbringen durfte. In diesen Stunden konnte ich sehr viel über die Betreuung und Therapie von adipösen Patienten lernen.

Mein besonderer Dank gilt auch meinen Freunden Frau cand. med. Petra Fussi und Herrn cand. med. Paul Weberhofer für die Hilfe beim Korrekturlesen meiner Diplomarbeit, die ständige Motivation und die vielen schönen Stunden während des Studiums.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, für die finanzielle und persönliche Unterstützung meines Wunschstudiums.

## Zusammenfassung

### Sarkopenische Adipositas

„Vergleich von konventioneller Ernährung und einer Formuladiät (INSUmed<sup>®</sup>) in der Behandlung des sarkopenischen Übergewichtes und der sarkopenischen Adipositas“

#### Einleitung:

Übergewicht und Adipositas zählen zu den größten Gesundheitsprobleme unseres Jahrhunderts. Auch Österreich verzeichnet eine steigende Prävalenz. Bewegungsmangel und Eiweißmangel führen zu sarkopenischem Übergewicht, d.h. ein Mangel an Muskelmasse bei gleichzeitig erhöhter Fettmasse, oft auch bei Normalgewichtigen. Patienten mit sarkopenischem Übergewicht gehören zu den am schwersten zu betreuenden Patienten mit vermehrter Fettmasse. Die zu geringe Muskelmasse (bei daraus resultierend geringerem Grundumsatz) erschwert die Fettverbrennung.

#### Methoden:

Eingeschlossen wurden 16 Patientinnen im Alter von  $40 \pm 16,7$  Jahren (16 – 66) mit Übergewicht oder Adipositas, 8 davon mit erniedrigter aktiver Körperzellmasse (BCM). Die Gewichtsabnahme erfolgte mit Hilfe von Ernährungsumstellung und körperlicher Bewegung. Zur Garantie der notwendigen Eiweißsubstitution wurde, je nach Wunsch der Patientin, entweder normale eiweißreiche Kost ( $n = 8$ ) oder die INSUmed<sup>®</sup>-Produktpalette ( $n = 8$ ) genutzt. Zu Beginn, nach 1 Monat, nach 2 Monaten und nach 3 Monaten wurden das Körpergewicht, die BCM und die Fettmasse (FM) gemessen. Die Bestimmung von BCM und FM erfolgte mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA 101, AKERN, Italien).

#### Ergebnisse:

Patientinnen mit sarkopenischem Übergewicht konnten ihr Gewicht um  $5 \pm 2$  kg (2,2 – 7,7) reduzieren, solche mit normaler Muskelmasse um  $6,3 \pm 1,1$  kg (4,8 – 8). Die BCM, als indirektes Maß für die Muskelmasse, blieb während der Gewichtsabnahme in allen Gruppen annähernd gleich. Die höchste Reduktion des Körpergewichts erzielten die Patientinnen mit normaler Muskelmasse, welche die Gewichtsabnahme mit Formuladiätprodukten unterstützten ( $6,5 \pm 1,5$  kg). Unter Berücksichtigung der geringen Fallzahl zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede bezüglich der Gewichtsabnahme mit oder ohne Formuladiätprodukte.

#### Diskussion:

Die Ergebnisse bestätigen die Annahme, dass Patientinnen mit sarkopenischer Adipositas schwerer Körpergewicht und Fettmasse abnehmen als solche mit normaler Muskelmasse. Es gilt als positiv zu bewerten, dass eine Protektion der Muskelmasse durch die optimierte Eiweißzufuhr und die körperliche Bewegung möglich war. Ob Formuladiätprodukte bei der Therapie der sarkopenischen Adipositas Vorteile bringen, konnte aufgrund der geringen Fallzahl nicht gezeigt werden.

## Abstract

### Sarcopenic Obesity

„Comparison of conventional alimentation with very low calorie diet (INSUmed<sup>®</sup>) in the therapy of patients with sarcopenic overweight and sarcopenic obesity“

#### Introduction:

According to the WHO overweight and obesity are two of the most common health problems of our century. An increase in the prevalence of overweight and obesity can be observed also in Austria. The percentage of patients diagnosed with sarcopenic obesity, a deficiency of skeletal muscle mass in combination with obesity, is on the rise as well, but also in the normal weight range. Patients with sarcopenic overweight are difficult to treat. The low muscle mass (with the result of a lower energy transformation) aggravates the fat burn.

#### Methods:

16 female patients with overweight had been included in this study ( $40 \pm 16,7$  years), 8 which had reduced muscle mass. Weight reduction should be achieved by alimentation adjustment as well as physical exercise. To warrant a sufficient protein intake 8 patients used INSUmed<sup>®</sup> products, the other 8 used normal protein rich food. Body weight, active body cell mass (BCM) and fat mass (FM) were all measured at the very beginning of the study, as well as 1 month, 2 months and 3 months into the study. The evaluation of BCM and FM was carried out using bioelectrical impedance analysis (BIA 101, AKERN, Italy).

#### Results:

Patients with sarcopenic obesity managed to reduce their weight by  $5 \pm 2$  kg (2,2 – 7,7), whereas those with normal muscle mass prior to the begin of the study lowered their body weight by  $6,3 \pm 1,1$  kg (4,8 – 8). BCM, as an indirect measure for the muscle mass, remained nearly the same during weight reduction in all groups. The highest reduction of body weight was achieved by patients (without sarcopenia) having supported their loss of weight through intake of a VLCD (INSUmed<sup>®</sup>). Regarding the small number of participants in the study, no major difference between loss of body weight with or without very low calorie diet is has been detected.

#### Discussion:

The results confirm the assumption that it is more difficult for sarcopenic overweight patients to lose weight and fat mass in comparison to patients with physiological distribution of muscle mass. It is to be pointed out that BCM, due to the fact that enough protein was ingested, remained almost the same during weight reduction in all groups. Whether VLCD in the therapy of sarcopenic obesity implicates advantages remains a matter of discussion.

## Inhaltsverzeichnis

Danksagungen .....	II
Zusammenfassung .....	III
Abstract.....	IV
Inhaltsverzeichnis .....	V
Glossar und Abkürzungen .....	VII
Abbildungsverzeichnis .....	VIII
Tabellenverzeichnis .....	IX
1 Einleitung .....	1
1.1 Adipositas .....	1
1.1.1 Adipositas Klassifikation.....	3
1.1.2 Adipositas Komplikationen .....	7
1.2 Sarkopenie .....	10
1.2.1 Diätetische Ursachen & Lebensstil .....	11
1.2.2 Neurologische Ursachen.....	11
1.2.3 Muskuläre Ursachen.....	12
1.2.4 Endokrine Ursachen .....	13
1.3 Energieumsatz.....	15
1.3.1 Grundumsatz.....	16
1.3.2 Aktivitätsinduzierte Thermogenese.....	16
1.3.3 Diätinduzierte Thermogenese.....	17
2 Material & Methoden .....	18
2.1 Bioelektrische Impedanzanalyse.....	19
2.2 Ernährungsplan .....	21
2.3 Formuladiät .....	23
2.3.1 Gesetzliche Grundlagen.....	23
3 Ergebnisse.....	25
3.1 Gruppe 1 „normales Übergewicht“ .....	26
3.1.1 Verlauf der Parameter Körpergewicht, Body Mass Index, Body Cell Mass und Fettmasse .....	26
3.1.2 Veränderung von Körpergewicht, BMI, BCM und FM .....	27
3.2 Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“.....	28

3.2.1	Verlauf der Parameter Körpergewicht, Body Mass Index, Body Cell Mass und Fettmasse .....	28
3.2.2	Veränderung von Körpergewicht, BMI, BCM und FM .....	29
3.3	Vergleich der Gruppen in Bezug auf das Körpergewicht.....	30
3.4	Vergleich der Gruppen in Bezug auf die Body Cell Mass.....	31
3.5	Vergleich der Gruppen in Bezug auf die Fettmasse .....	32
3.6	Aufschlüsselung der Ergebnisse nach Diätform .....	33
3.6.1	Gruppe 3 „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed®“ .....	34
3.6.2	Gruppe 4 „normales Übergewicht mit INSUmed®“ .....	35
3.6.3	Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed®“ .....	36
3.6.4	Gruppe 6 „normales Übergewicht ohne INSUmed®“ .....	37
3.6.5	Vergleich Gewichtsabnahme bei sarkopenischem Übergewicht mit bzw. ohne INSUmed® .....	38
3.6.6	Vergleich Gewichtsabnahme bei normalem Übergewicht mit bzw. ohne INSUmed® .....	38
3.6.7	Vergleich in Bezug auf die Body Cell Mass bei sarkopenischem Übergewicht.....	39
3.6.8	Vergleich in Bezug auf die Body Cell Mass bei normalem Übergewicht....	39
Anhang –Projektplan .....		43
Lebenslauf .....		45
Cornelia Maria Kapp .....		45

## Glossar und Abkürzungen

AIT	Aktivitätsinduzierte Thermogenese
ATP	Adenosintriphosphat
BCM	Body Cell Mass
BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
BMI	Body Mass Index
cm	Zentimeter
dag	Dekagramm
DIT	Diätinduzierte Thermogenese
FiT	Fett in Trockenmasse
FM	Fettmasse
g	Gramm
GH	Growth Hormon
GU	Grundumsatz
HDL	High Density Lipoprotein
IGF 1	Insulin-like growth factor
kcal	Kilokalorie
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
kJ	Kilojoule
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
MRT	Magnetresonanztomographie
n	Anzahl an Patienten
ns	nicht signifikant
WHO	World Health Organisation
WHR	Waist to Hip Ratio

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Übergewicht in der EU.....	1
Abbildung 2 Fettverteilungstypen .....	5
Abbildung 3 Ursachen der Sarkopenie.....	1
Abbildung 4 Oberschenkel Querschnitt im MR.....	12
Abbildung 5 Änderung der fettfreien Masse bei hypogonadalen Männern .....	13
Abbildung 6 Wirkungsweg GH und IGF 1 .....	14
Abbildung 7 Zusammensetzung Energieumsatz .....	1
Abbildung 8 Bioelektrische Impedanzanalyse .....	19
Abbildung 9 BIA: Resistanz und Reaktanz.....	20
Abbildung 10 Gruppe 1 „normales Übergewicht“ .....	27
Abbildung 11 Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“ .....	29
Abbildung 12 Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf das Körpergewicht.....	30
Abbildung 13 Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die aktive Körperzellmasse....	31
Abbildung 14 Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die Fettmasse .....	32
Abbildung 15 Gewichtsabnahme in Kilogramm Gruppe 3 – 6.....	33
Abbildung 16 Gruppe 3 „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed <sup>®</sup> “ .....	34
Abbildung 17 Gruppe 4 „normales Übergewicht mit INSUmed <sup>®</sup> “ .....	35
Abbildung 18 Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed <sup>®</sup> “ .....	36
Abbildung 19 Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed <sup>®</sup> “ .....	37
Abbildung 20 Gewichtsabnahme bei sarkopenischem Übergewicht .....	38
Abbildung 21 Gewichtsabnahme bei normalem Übergewicht.....	38
Abbildung 22 Veränderung der BCM bei sarkopenischem Übergewicht.....	39
Abbildung 23 Veränderung der BCM bei sarkopenischem Übergewicht.....	39

## Tabellenverzeichnis

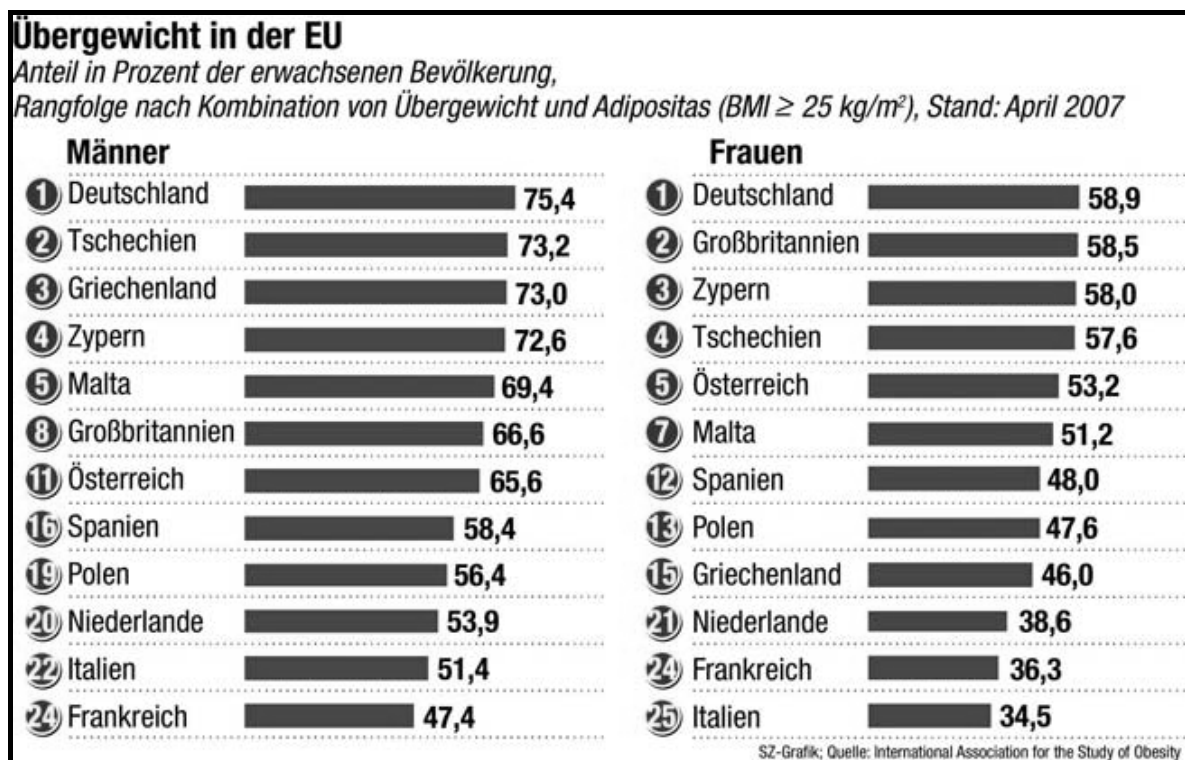
Tabelle 1 Body Mass Index .....	4
Tabelle 2 Taillenumfang und Risiko für Folgeerkrankungen .....	5
Tabelle 3 Folgeerkrankungen der Adipositas' .....	7
Tabelle 4 metabolisches Syndrom nach WHO Definition .....	9
Tabelle 5 Patientendaten Baseline .....	18
Tabelle 6 Vitamin- und Mineralstoffmengen bei Lebensmitteln zum Mahlzeitenersatz ....	24
Tabelle 7 Patientendaten Gruppe 1 „normales Übergewicht“ .....	26
Tabelle 8 Veränderung von KG, BMI, BCM und FM bei Gruppe 1 .....	27
Tabelle 9 Patientendaten Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“ .....	28
Tabelle 10 Veränderung von KG, BMI, BCM und FM bei Gruppe 2 .....	29
Tabelle 11 Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf das Körpergewicht.....	30
Tabelle 12 Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die aktive Körperzellmasse.....	31
Tabelle 13 Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die Fettmasse .....	32
Tabelle 14 Veränderung von KG, BMI, BCM und FM in Gruppe 3 .....	34
Tabelle 15 Veränderung von KG, BMI, BCM und FM in Gruppe 4 .....	35
Tabelle 16 Veränderung von KG, BMI, BCM und FM in Gruppe 5 .....	36
Tabelle 17 Veränderung von KG, BMI, BCM und FM in Gruppe 6 .....	37

# 1 Einleitung

## 1.1 Adipositas

Übergewicht und Adipositas sind laut WHO (World Health Organisation) die größten Gesundheitsprobleme dieses Jahrhunderts und verursachen durch ihre Folgeerkrankungen hohe Kosten für das Gesundheitswesen<sup>1</sup>. Dies betrifft vor allem die westlichen Industriestaaten, in denen seit Beginn der 1980er Jahre eine steigende Prävalenz zu beobachten ist<sup>2</sup>. Weltweit gelten 1,1 Milliarden Erwachsene und 10 % aller Kinder als übergewichtig oder adipös und auch Österreich verzeichnet eine steigende Prävalenz von Adipositas in allen Altersgruppen<sup>1,2</sup>.

**Abbildung 1**  
Übergewicht in der EU<sup>3</sup>



Die sitzende Lebensweise und der Verzehr von energiedichter Nahrung gelten als gesicherte Risikofaktoren für Übergewicht. In einer Studie wurde ermittelt, dass adipöse Menschen täglich durchschnittlich 164 Minuten länger sitzen als die normalgewichtige Vergleichsgruppe.<sup>2</sup>

Ebenso wurde beschrieben, dass in den vergangenen 50 Jahren der Anteil der körperlichen Aktivität am Energieverbrauch um zirka 500 kcal/Tag gesunken ist<sup>4</sup>.

Mit großer Wahrscheinlichkeit erhöhen auch stark gezuckerte Getränke und der übermäßige Konsum von Fast Food das Risiko einer Gewichtszunahme. Die hohe Frequenz auswärtig eingenommener Mahlzeiten und übergroß proportionierter Gerichte („Supersize“) werden als Risikofaktoren für Übergewicht diskutiert.<sup>2, 5</sup>

Neben den genannten Faktoren trägt auch die psychosoziale Situation zur Entstehung der Adipositas bei; Übergewicht kommt in sozial schwächeren Schichten häufiger vor als bei Menschen mit höherer Ausbildung und hohem Einkommen. Auch Stress, Langeweile und Depressionen können über eine hochkalorische Ernährung zu Übergewicht führen oder dieses noch weiter erhöhen.<sup>4</sup>

Es gilt heute als gesichert, dass man mit regelmäßiger körperlicher Aktivität und ballaststoffreicher Ernährung die Gefahr einer Gewichtszunahme senken kann. Somit ist es sinnvoll, dass diese Faktoren bei jeder Diät oder Ernährungsumstellung ihren festen Platz finden sollten.

Die Förderung gesunder Ernährungsweisen bei Kindern sowohl zuhause als auch in der Schule, Stillen und Nahrungsmittel mit niedrigem glykämischen Index können wahrscheinlich auch zur Risikominimierung an Übergewicht zu erkranken beitragen.<sup>2</sup>

### 1.1.1 Adipositas Klassifikation

Adipositas ist definiert als Vermehrung von Körperfett, welche über das Normalmaß hinausreicht. Zur Klassifikation des Körpergewichts in Untergewicht, Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas stehen verschiedene Messverfahren zur Verfügung. Die wichtigsten und am häufigsten verwendeten anthropometrischen Methoden sind der Körpermassenindex (BMI, Body Mass Index), die Messung des Bauchumfangs (Taillenumfang), der Quotient aus Taillen- und Hüftumfang (WHR, Waist to Hip Ratio) und der heutzutage immer seltener verwendete Broca-Index. Taillenumfang und WHR (Waist to Hip Ratio) haben für die Beurteilung des Fettverteilungstyps Bedeutung, dieser wiederum ermöglicht eine Einschätzung des Risikos für Folgeerkrankungen. Die genannten Klassifikationsmethoden für das Körpergewicht werden später noch ausführlicher beschrieben.<sup>1, 2, 6</sup>

Die Körperzusammensetzung kann auch apparativ mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA), Unterwasserwägung oder Computertomographie genauer analysiert werden. Im klinischen Alltag werden die genannten Methoden jedoch aufgrund des deutlich erhöhten Aufwandes und der vermehrten Kosten kaum bzw. nicht angewendet.<sup>1</sup>

Die Unterwasserwägung und Computertomographie kommen hauptsächlich in der wissenschaftlichen Forschung zum Einsatz, während die Bioelektrische Impedanzanalyse zur Ermittlung von Fettmasse, fettfreier Körpermasse und des Körperwassers auch im Rahmen von ärztlich betreuten Gewichtsreduktionsprogrammen (z. B. Formuladiäten) Verwendung findet<sup>1</sup>. Die Methode der Bioelektrische Impedanzanalyse wird später noch genauer behandelt (siehe 2.1 Bioelektrische Impedanzanalyse).

### 1.1.1.1 Body Mass Index

Zur Gewichtsklassifikation kann der BMI (Body Mass Index, Körpermassenindex) herangezogen werden, dieser errechnet sich aus dem Quotient von Körpergewicht und Körpergröße zum Quadrat<sup>1, 2, 6</sup>

Befindet sich der Körpermasseindex zwischen 18,5 und 24,9 kg/m<sup>2</sup>, so liegt Normalgewicht vor. Bei einem Body Mass Index von 25 bis 29,9 kg/m<sup>2</sup> spricht man von Übergewicht oder Präadipositas. Adipositas ist definiert als BMI  $\geq$  30 kg/m<sup>2</sup>. Eine genauere Einteilung der Adipositas erfolgt durch die Aufschlüsselung in die Grade I bis III (siehe Tabelle 1).<sup>6</sup>

Der Body Mass Index lässt jedoch keine Rückschlüsse auf den Körperfettgehalt und die Muskelmasse zu. Es kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob sich ein erhöhter BMI auf eine tatsächlich erhöhte Fettmasse bezieht oder ob es sich um eine Person mit vermehrter Muskelmasse (zum Beispiel Bodybuilder) handelt.<sup>6</sup>

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 1) gibt einen Überblick über die Gewichtsklassifikation anhand des Body Mass Index und das damit verbunden Risiko für Begleit- bzw. Folgeerkrankungen.

**Tabelle 1**  
**Body Mass Index**<sup>1</sup>

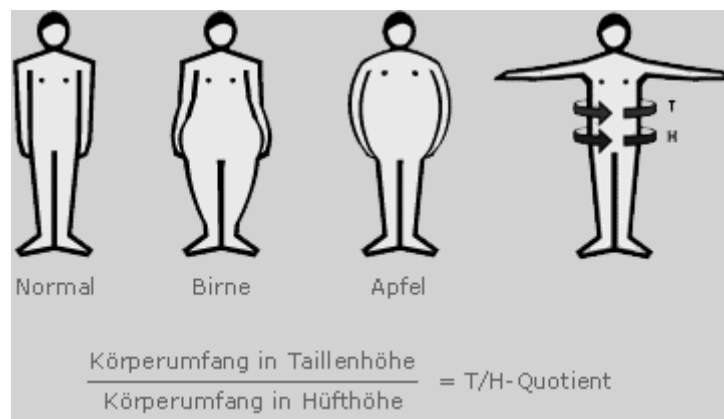
	<b>BMI kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Risiko für Folgeerkrankungen</b>
Untergewicht	$\leq 18,5$ kg/m <sup>2</sup>	Gering
Normalgewicht	18,5 – 24,9 kg/m <sup>2</sup>	Durchschnittlich
Übergewicht (Präadipositas)	25 – 29,9 kg/m <sup>2</sup>	Leicht erhöht
Adipositas Grad I	30 – 34,9 kg/m <sup>2</sup>	Erhöht
Adipositas Grad II	35 – 39,9 kg/m <sup>2</sup>	Hoch
Adipositas Grad III	$\geq 40$ kg/m <sup>2</sup>	Sehr hoch

### 1.1.1.2 Taillenumfang und WHR

Die Waist to Hip Ratio (WHR) ist der Quotient aus Taillen- und Hüftumfang und ist eine einfache und kostengünstige Methode zur Ermittlung des Fettverteilungstyps<sup>7</sup>.

Man unterscheidet zwischen androider Fettverteilung („Apfeltyp“) und gynoider Fettverteilung („Birnentyp“). Bei der androiden Fettverteilung (vor allem bei Männern) wird das Fett vorwiegend abdominal gespeichert, beim gynoiden Typ, der vorwiegend bei Frauen auftritt, im Bereich von Oberschenkel und Gesäß.

**Abbildung 2**  
Fettverteilungstypen<sup>8</sup>



Die Messung des Taillenumfangs erfolgt auf halber Höhe zwischen Rippenbogen und Beckenkamm, der Hüftumfang ist der größte Umfang des Gesäßes<sup>2</sup>.

Liegt der Bauchumfang > 88 cm bei Frauen bzw. > 102 cm bei Männern besteht ein erhöhtes Risiko für Adipositas-Folgeerkrankungen<sup>9</sup>. Dies gilt auch für eine WHR > 0,85 (Frauen) bzw. >1,0 (Männer)<sup>9, 10</sup>. Die International Diabetes Federation (IDF) legte für den Taillenumfang sogar noch strengere Grenzwerte fest (siehe Tabelle 2)<sup>10</sup>.

**Tabelle 2**  
Taillenumfang und Risiko für Folgeerkrankungen<sup>10</sup>

	<i>Frauen</i>	<i>Männer</i>
<i>Leicht erhöhtes Risiko</i>	> 80 cm	> 94 cm
<i>Stark erhöhtes Risiko</i>	> 88cm	> 102 cm

Bei der stammbetonten Adipositas (androider Typ) besteht ein wesentlich höheres Risiko für Folgeerkrankungen, wie zum Beispiel Atherosklerose, Diabetes mellitus Typ II und Hypertonie, als beim gynoiden Fettverteilungstyp<sup>6</sup>. Weiters ist eine erhöhte Waist to Hip Ratio (WHR) assoziiert mit dem Risiko einen Myokardinfarkt zu erleiden<sup>11</sup>. Durch die Waist-Hip-Ratio (WHR) lässt sich demnach das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen wesentlich besser abschätzen als alleine durch den BMI<sup>11</sup>. Zusammenfassend kann also empfohlen werden, dass in der klinischen Praxis die Berechnung des BMI mit dem Messen des Taillenumfangs bzw. der WHR ergänzt wird.

### 1.1.1.3 Broca Index

Der Broca Index wurde im 19. Jahrhundert vom französischen Chirurgen Paul Broca entwickelt. Die Berechnung des Normalgewichts nach dem Broca Index erfolgt nach der Formel:

$$\text{Körpergröße in cm} - 100.$$

Bei Frauen werden von diesem Wert nochmals fünf bis zehn Prozent subtrahiert. Liegt der ermittelte Wert bei „1“ liegt Normalgewicht vor. Bei Ergebnissen über 1,2 liegt laut Broca Index Übergewicht vor<sup>12</sup>.

Anhand des Broca Index lässt sich auch das Idealgewicht berechnen:

$$(\text{Körpergröße in cm} - 100) - 10 \%$$

Das Idealgewicht sollte also zehn Prozent unterhalb des Normalgewichts liegen<sup>6</sup>.

Heutzutage wird der Broca Index kaum noch verwendet. Er lässt nur eine grobe Abschätzung zu, ob Übergewicht vorliegt oder nicht. Auf den Anteil von Fett- und Muskelmasse am Körpergewicht wird, wie beim Körpermasseindex (BMI), keine Rücksicht genommen.

## 1.1.2 Adipositas Komplikationen

Das Risiko einer Folge- bzw. Begleiterkrankung ist einerseits abhängig vom Grad der Adipositas und andererseits vom Fettverteilungsmuster, welches bereits unter Punkt 1.1.1.2. behandelt wurde<sup>13</sup>. Die nachfolgende Tabelle soll einen kurzen Überblick über einen Großteil der mit Adipositas assoziierten Erkrankungen geben.

**Tabelle 3**  
**Folgeerkrankungen der Adipositas<sup>6, 13</sup>**

<b>Kardiovaskulär</b>
- Hypertonie
- Rechts- und Linksherzinsuffizienz
- Koronare Herzkrankheit
- Insult
- Thrombembolische Komplikationen
<b>Metabolisch</b>
- Insulinresistenz
- Gestörte Glukosetoleranz, Diabetes mellitus Typ II
- Lipidstoffwechselstörungen
- Hyperurikämie
- Chronische Inflammation
<b>Endokrinologisch</b>
- Störungen der Fertilität
- Hyperandrogenämie, Polyzystischem-Ovar-Syndrom
<b>Gastrointestinal</b>
- Cholezystolithiasis, Cholezystitis
- Steatosis hepatis
- Gastroösophagealer Reflux
<b>Tumore</b>
- Frauen: Kolon, Mamma, Zervix, Ovar, Endometrium
- Männer: Kolon, Prostata, Gallenblase, Pankreas
<b>Pulmonal</b>
- Obstruktives Schlaf-Apnoe-Syndrom
- Restriktive Verteilungsstörungen
<b>Bewegungsapparat</b>
- Polyarthrose
- Wirbelsäulensyndrom
<b>Sonstige</b>
- Verminderte Lebensqualität
- Psychosoziale Konsequenzen (sozialer Rückzug, Depressio)
- Erhöhtes Unfallrisiko
- Komplikationen in der Schwangerschaft

Adipositas ist für 85 % aller Fälle von Diabetes mellitus Typ II verantwortlich<sup>14</sup>. In der Nurses Health Study konnte sogar ein 93fach erhöhtes Diabetesrisiko bei einem BMI > 35 kg/m<sup>2</sup> festgestellt werden<sup>13</sup>.

Durch die erhöhte Energiezufuhr steigt die Konzentration der Fettsäuren im Blut an, wodurch die Glucoseverwertung in Muskel- und Fettgewebe sinkt und es in Folge zur Insulinresistenz kommt, welche wiederum eine gesteigerte Insulinausschüttung bewirkt<sup>15</sup>.

Die Störungen im Lipidstoffwechsel ergeben sich auch durch die vermehrten freien Fettsäuren bei stark Übergewichtigen, dies spiegelt sich in erhöhten Triglyceridspiegeln wieder und erniedrigtem HDL<sup>13, 16</sup>. Die Dyslipidämie ihrerseits trägt wiederum zum Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen bei.

Auch das obstruktive Schlaf-Apnoe-Syndrom als Folgeerkrankung der Adipositas ist selbst mit kardiovaskulären Komplikationen wie zum Beispiel Tachykardie, Arrhythmie, Hypertonie oder Herzinsuffizienz assoziiert<sup>17</sup>.

Bewiesen wurde auch der Zusammenhang von Adipositas mit malignen Tumorerkrankungen. Bei Frauen ab einem BMI von 40 kg/m<sup>2</sup> zeigt sich im Vergleich zu normalgewichtigen Frauen ein um 88 % erhöhtes Risiko an einem malignen Tumor zu versterben. Sowohl Männern als auch Frauen haben bei erhöhtem BMI ein erhöhtes Risiko an Karzinomen des Ösophagus, Kolon, Rektum, Pankreas, Leber, Gallenblase, Niere, dem Non-Hodgkin-Lymphom oder multiplen Myelom zu erkranken. Der Zusammenhang mit Übergewicht wird bei einigen dieser Krebsarten noch diskutiert, als gesichert gilt jedoch die Assoziation von Adipositas mit Endometrium-, Nieren-, Mamma und Kolonkarzinomen und dem Adenokarzinom des ösophagogastralen Übergangs. Bei übergewichtigen Männern konnte ein erhöhtes Risiko ermittelt werden an Karzinomen des Magens und der Prostata zu erkranken, bei den malignen Tumoren der Frau trifft dies auf Mamma-, Uterus-, Zervix- und Endometriumkarzinom zu.<sup>18</sup>

Eine spezielle Folgeerkrankung der Adipositas ist das metabolische Syndrom, auch Wohlstandssyndrom genannt. Es setzt sich aus Adipositas (vorwiegend stammbetonte Adipositas), Glukosetoleranzstörung bzw. Diabetes mellitus Typ II, Dyslipoproteinämie (meist Triglyceride erhöht und HDL-Cholesterin erniedrigt), essentieller Hypertonie, und Hyperurikämie (bzw. Gicht) zusammen.<sup>9</sup>

Die WHO definiert das metabolische Syndrom folgendermaßen:

**Tabelle 4**  
**metabolisches Syndrom nach WHO Definition<sup>6</sup>**

Mindestens 1 Merkmal: <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Diabetes mellitus Typ II</i></li><li>- <i>Gestörte Glukosetoleranz</i></li><li>- <i>Insulinresistenz</i></li></ul>
Mindestens 2 Merkmale: <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Hypertonie</i></li><li>- <i>Adipositas</i></li><li>- <i>Triglyceride ↑ oder HDL ↓</i></li><li>- <i>Mikroalbuminämie</i></li></ul>
Eventuell zusätzlich: <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Hyperurikämie</i></li><li>- <i>Hyperkoagulabilität</i></li><li>- <i>Hyperleptinämie</i></li></ul>

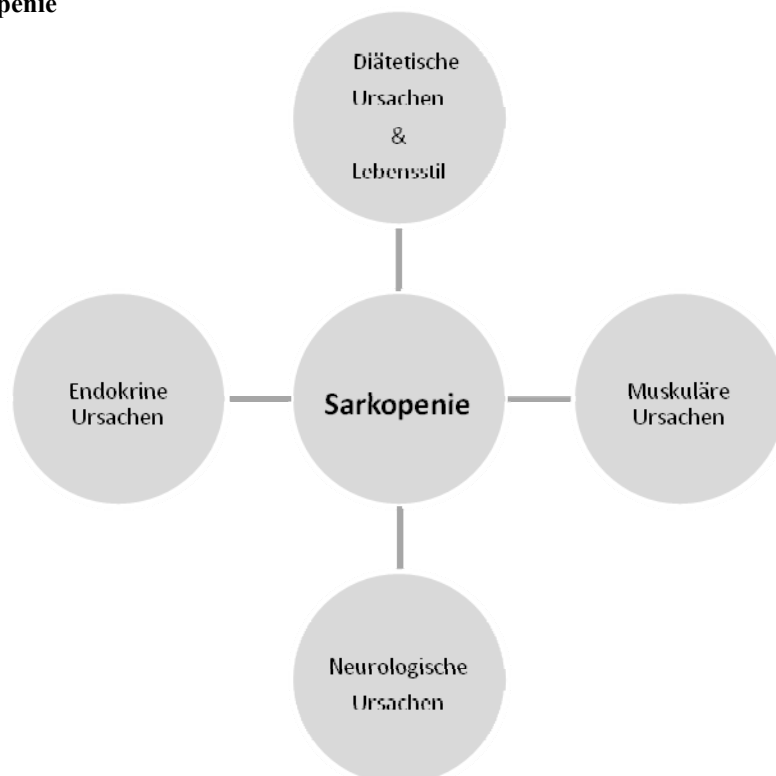
## 1.2 Sarkopenie

Von sarkopenischem Übergewicht spricht man, wenn neben dem über die Norm erhöhten Körpergewicht auch ein Muskelmangel (Sarkopenie) besteht. Patienten mit Sarkopenie gehören, wegen ihres erniedrigten Grundumsatzes, im Bereich der Therapie von Übergewicht und Adipositas zu den am schwierigsten zu betreuenden Patienten.<sup>19</sup>

Sarkopenie ist definiert als: fettfreie Körpermasse  $\geq 2$  Standardabweichungen unter dem altersspezifischen Mittelwert<sup>19</sup>. Die Sarkopenie tritt meist durch den altersbedingten Muskelabbau bei Menschen über 65 Jahren auf<sup>20</sup>.

Die Ursachen der Sarkopenie sind vielfältig und noch nicht restlos geklärt, um den Überblick zu erleichtern können diese Ursachen, welche eine Verminderung der Muskelmasse begünstigen in verschiedene Gruppen eingeteilt werden: diätetische Ursachen inklusive Lebensstil, muskuläre Ursachen, neurologische Ursachen und endokrine Ursachen.<sup>20</sup>

**Abbildung 3**  
**Ursachen der Sarkopenie**



### 1.2.1 Diätetische Ursachen & Lebensstil

Unter diätetischen Ursachen versteht man vor allem die verminderte Proteinzufuhr im Rahmen von Diäten zur Gewichtsreduktion. Bei verminderter Kalorienzufuhr greift der Organismus in erster Linie auf Energiereserven in Form von Glykogen zurück, welches unter anderem im Skelettmuskel gespeichert ist. Erst später werden die Fettdepots zur Energiebereitstellung herangezogen. Somit ergibt sich, vor allem bei kurzfristigen, niedrigkalorischen Diäten mit geringem Proteingehalt, ein Abbau der Muskelmasse bei nur geringer Abnahme an Körperfett. Insbesondere in Kombination mit körperlicher Inaktivität und Sportkarenz führt dies zu einer negativen Eiweißbilanz, welche auf Dauer zur Sarkopenie führt. Das Problem der verminderten Eiweiß-Zufuhr gepaart mit körperlicher Inaktivität ist vor allem im geriatrischen Bereich häufig anzutreffen.<sup>20, 21</sup>

Bei körperlich inaktiven Personen kommt es bereits ab dem 30. Lebensjahr zu einer Atrophie der Muskulatur, welche mit zunehmendem Lebensalter fortschreitet. Bis zum 80. Lebensjahr sind schließlich 50 % der Muskulatur atroph.<sup>20</sup>

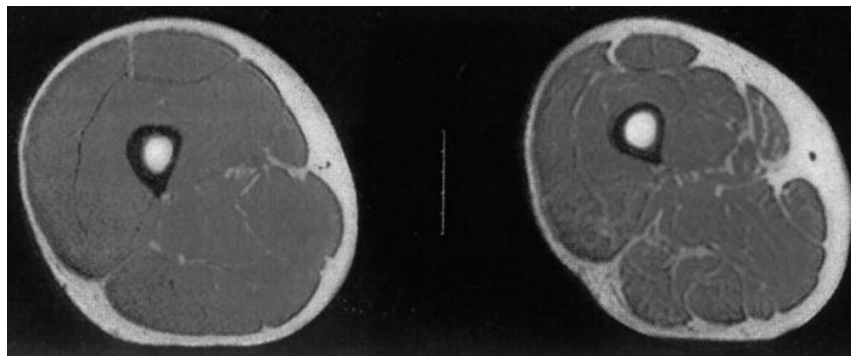
### 1.2.2 Neurologische Ursachen

Als weitere Ursache der Sarkopenie wird der Verlust von Alpha-Motoneuronen im Alter diskutiert, welche für die Erregungsübertragung elektrischer Signale an die Muskelfasern verantwortlich sind.<sup>22</sup> Vom dritten bis zum neunten Lebensjahrzehnt reduziert sich deren Anzahl um zirka 33 %, daher gibt es Grund zur Annahme, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Verlust von Alpha-Motoneuronen und dem Krafterückgang der Skelettmuskulatur besteht<sup>23</sup>.

### 1.2.3 Muskuläre Ursachen

Muskuläre Ursachen sind vor allem abhängig von Alter und Geschlecht des Individuums. Einen Faserverlust der Skelettmuskulatur ist bereits ab dem 25. Lebensjahr nachweisbar, ab dem 50. Lebensjahr geht man von 1 – 2 % Muskelmasseverlust pro Jahr aus.<sup>24, 25, 26</sup>

**Abbildung 4**  
**Oberschenkel Querschnitt im MRT**  
links: 25jähriger Mann, rechts 65jähriger Mann<sup>27</sup>



In Abbildung 4 sieht man den Querschnitt eines Oberschenkels in der Magnetresonanztomographie. Links die Aufnahme eines 25jährigen Mannes, rechts die gleiche Aufnahme von einem 65jährigen Mann. Obwohl die beiden Oberschenkel in etwa den gleichen Umfang haben ist klar zu erkennen, dass beim älteren Mann der Anteil an Fettmasse (im Bild weiß dargestellt) höher ist.<sup>27</sup>

Ursächlich verantwortlich für die Sarkopenie sind die Abnahme der einzelnen Muskelfasern und die Atrophie der verbleibenden Fasern, dabei handelt es sich vor allem um den Verlust von Typ II-Fasern. Die Ursachen für den altersbedingten Muskelfaserverlust sind bis heute noch größtenteils unbekannt, möglicherweise ist jedoch die Aktivierung proteolytischer Signalwege durch oxidativen Stress oder mitochondriale Dysfunktion dafür verantwortlich. Diese Hypothese wird unterstützt durch die Tatsache, dass im Skelettmuskel des älteren Menschen der Grad an oxidativen Schäden höher und die ATP-Produktion geringer ist, als bei jungen Menschen. Einige wenige Studien beschäftigen sich auch mit der Rolle der Apoptose (programmierter Zelltod) bei der Sarkopenie.<sup>28</sup>

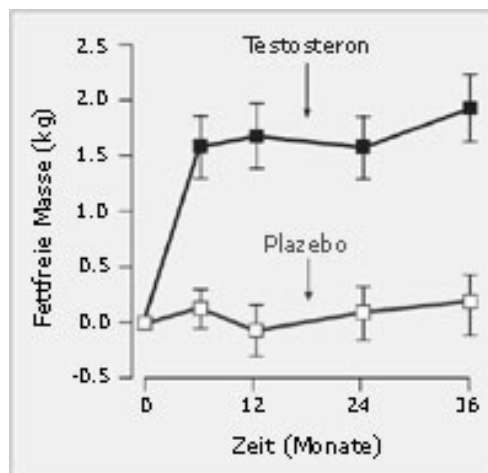
### 1.2.4 Endokrine Ursachen

Die altersbedingte Sarkopenie wird neben den bereits erwähnten Faktoren auch durch Androgen- und Östrogenmangel sowie die Abnahme von Wachstumshormonen und IGF (Insulin-ähnliche Wachstumsfaktoren) verursacht.

Bei Männern spielt vor allem die Abnahme des anabol wirkenden Sexualhormons Testosteron eine wichtige Rolle. Ein Zusammenhang zwischen dem mit dem Alter abfallenden Testosteronspiegel und dem Rückgang der Muskelmasse wurde nachgewiesen.<sup>29</sup>

Umgekehrt zeigt sich auch bei der Testosteronbehandlung hypogonadaler Männer über 65 Jahren eine Steigerung der aktiven Körperzellmasse<sup>30</sup>.

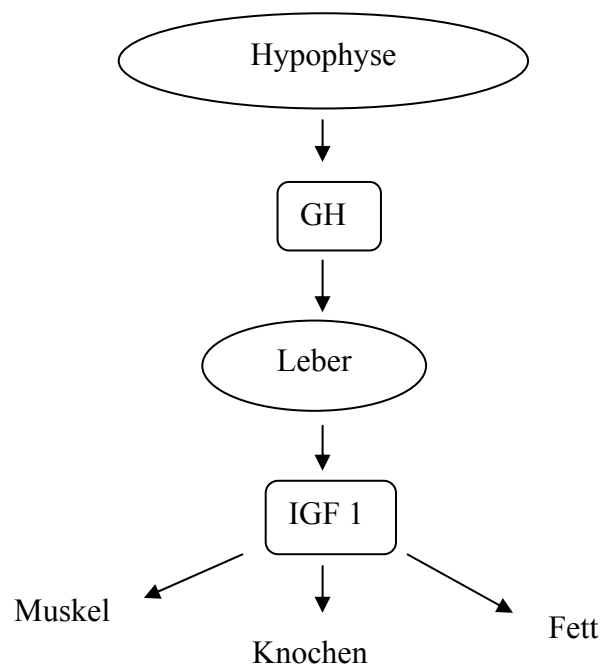
**Abbildung 5**  
Änderung der fettfreien Masse bei hypogonadalen Männern > 65a unter Testosteronbehandlung<sup>30</sup>



Ein weiterer Grund für die Entwicklung einer Sarkopenie im Alter ist die nachlassende Insulinwirkung, vor allem bei Diabetikern. Physiologischerweise fördert Insulin die Aufnahme von Aminosäuren in die Muskulatur und wirkt so über Stimulation der Proteinsynthese anabol. Weiters hat Insulin eine antikatabole Wirkung indem es die Proteolyse und Ausschleusung der Aminosäuren blockiert. Durch die Insulinresistenz bzw. nachlassende Insulinwirkung ergibt sich ein Wirkungsverlust der genannten Prozesse und begünstigt so die Entstehung einer Sarkopenie.<sup>20,31</sup>

Ein anderer endokrinologischer Faktor in der Sarkopenie-Entstehung sind das Wachstumshormon GH (Growth Hormon) und der vorwiegend in der Leber gebildete Wachstumsfaktor IGF 1 (Insulin-like growth factor 1). GH hat verschiedene anabole Effekte, es steigert die Muskelmasse und die Knochendichte und trägt zur Reduktion der Fettmasse bei. Mit dem Alter nimmt die GH- und IGF 1-Sekretion ab und verändert so bei älteren Menschen die Körperzusammensetzung.<sup>32</sup>

**Abbildung 6**  
**Wirkungsweg GH und IGF 1**



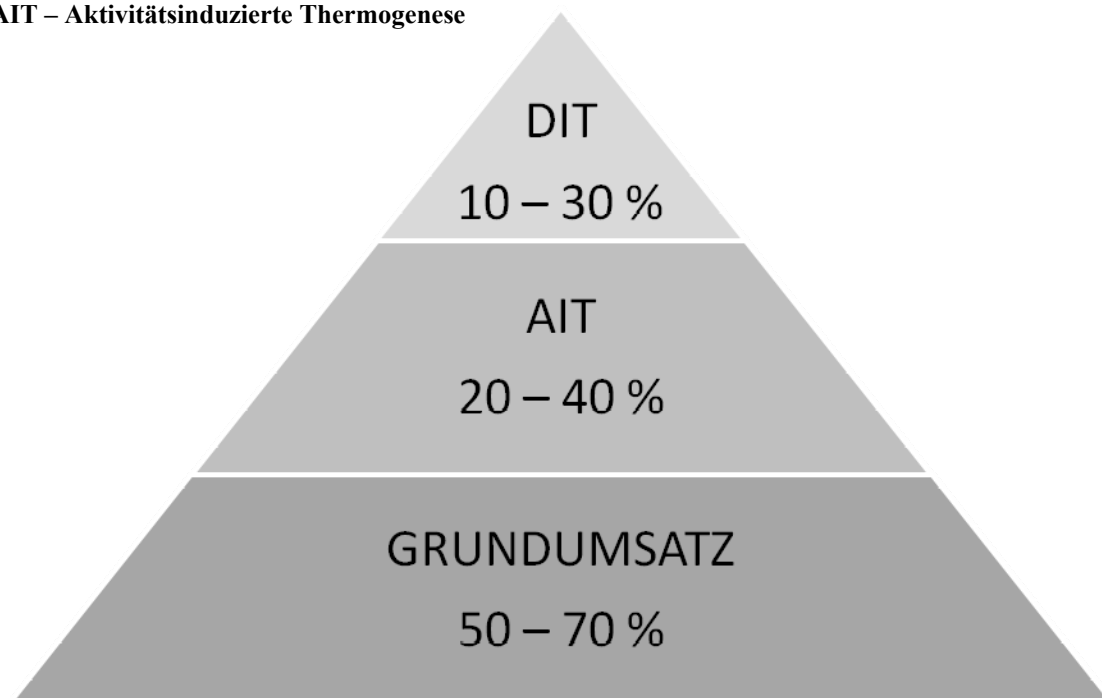
In Studien wurde versucht die Wirkung von GH und IGF 1 in der Therapie der Sarkopenie zu verwenden, um so einer Atrophie der Muskulatur im Alter entgegenzuwirken. Im Tierversuch konnte beobachtet werden, dass bei immobilisierten Ratten, denen GH oder IGF 1 verabreicht wurde, kein Verlust an Muskelmasse auftrat. Bei Versuchen mit sarkopenischen Patienten konnte trotz experimenteller Erhöhung von IGF 1 keine Zunahme der Muskelkraft beobachtet werden. Aufgrund der aufgetretenen Nebenwirkungen (Hypoglykämie, Störung des Insulin/Glukagon-Regelkreises) und der möglichen Beteiligung an der Entstehung von Prostata-, Kolon- und Bronchuskarzinom ist IGF 1 zur Therapie der Sarkopenie nicht geeignet.<sup>33</sup>

### 1.3 Energieumsatz

Zur Aufrechterhaltung der verschiedenen Organfunktionen und der Ausübung von körperlicher Bewegung im Alltag oder während des Sports, benötigt der menschliche Organismus Energie. Die Zufuhr der Energie erfolgt durch Aufnahme von Nahrung, welche durch Oxidation in energiereiche Phosphate (ATP) umgewandelt wird. Die heute offizielle Maßeinheit für Energie ist das Kilojoule (kJ), davor wurde als Einheit für Energie die immer noch gebräuchliche Einheit Kilokalorie (kcal) verwendet. Eine Kilokalorie entspricht 4,184 Kilojoule.<sup>31, 34</sup>

Der Energieumsatz bzw. der Gesamtenergieverbrauch des Menschen setzt sich aus Grundumsatz (GU), Aktivitätsinduzierter Thermogenese (auch Leistungsbedarf genannt) und Diätinduzierter Thermogenese (Synonyme: adaptive Thermogenese, Erhaltungsbedarf) zusammen.<sup>2,35</sup>

**Abbildung 7**  
**Zusammensetzung Energieumsatz**  
**DIT – Diätinduzierte Thermogenese**  
**AIT – Aktivitätsinduzierte Thermogenese**



### 1.3.1 Grundumsatz

Die Höhe des Grundumsatzes wird beeinflusst durch Alter, Geschlecht, genetische Faktoren, die Sympathikusaktivität, hormonelle Faktoren (Schilddrüsenhormone, Steroide) und auch durch den Anteil an fettfreier Körpermasse. Der Anteil des Grundumsatzes am gesamten Energieverbrauch beträgt in etwa 50 – 70 %. Der Grundumsatz ist für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur und der ständig ablaufenden Prozesse wie Atmung, Kreislauf und sonstige Organfunktionen nötig.

Der Grundumsatz kann anhand der folgenden Formeln grob berechnet werden:<sup>2, 31, 34, 35</sup>

$$1 \text{ kcal / kg Körpergewicht / Stunde}$$

oder

$$70 \times (\text{kg Körpergewicht})^{0,75}$$

Durch die reduzierte fettfreie Körpermasse bei Patienten mit sarkopenischer Adipositas ist auch deren Grundumsatz vermindert. Dies trägt zu einer erschwerten Gewichtsabnahme bei.

### 1.3.2 Aktivitätsinduzierte Thermogenese

Der Anteil der körperlichen Aktivität, also der Aktivitätsinduzierten Thermogenese (Leistungsbedarf), trägt 20 – 40 % zum Energieumsatz bei. Der tatsächliche Anteil am Gesamtenergieverbrauch ist abhängig von der Alltagsaktivität und der sportlichen Aktivität der betreffenden Person. Doch auch körperlich nicht anstrengende Tätigkeiten steigern den Energieumsatz, dieser erhöht sich zum Beispiel beim Lesen eines Buches um drei Prozent. Wie bereits erwähnt ist auch die Alltagsaktivität für die Höhe der Aktivitätsinduzierten Thermogenese verantwortlich, durch Treppensteigen kann der Energieverbrauch beispielsweise um das 15fache gesteigert werden. Das Ausmaß der Aktivitätsinduzierten Thermogenese steigt auch durch Fieber, während der zweiten Hälfte des Menstruationszyklus, in der Schwangerschaft und während der Stillzeit. Im Schlaf wiederum verringert sich der Energieumsatz um ca. zehn Prozent.<sup>2, 31, 34, 35</sup>

### **1.3.3 Diätinduzierte Thermogenese**

Die Diätinduzierte Thermogenese (adaptive Thermogenese, Erhaltungsbedarf) ist abhängig von der Zusammensetzung der eingenommenen Nahrungsmittel, der Nahrungsmenge und der Umgebungstemperatur. Sie beträgt ca. 10 – 30 % des gesamten Energieumsatzes. Nach der Nahrungsaufnahme steigt der Energieumsatz, dies wird als postprandiale Thermogenese bezeichnet. Der stärkste Anstieg erfolgt bei proteinreicher Nahrung, bei Fett ist die geringste Zunahme des Erhaltungsbedarfs zu verzeichnen.<sup>2, 31, 34, 35</sup>

## 2 Material & Methoden

Die erhobenen Daten stammen von Patientinnen der Diabetes Ambulanz des LKH Universitätsklinikums Graz und der Privatpraxis von Frau OA Dr. Evelyn Fließer-Görzer. Eingeschlossen wurden 16 Patientinnen zwischen 16 und 66 Jahren welche eine Gewichtsreduktion wünschten oder deren Körpergewicht über dem Normbereich bzw. im oberen Normbereich lag. Bei allen Patientinnen wurde zu Beginn („Baseline“) das Körpergewicht gemessen und die Parameter BCM und Fettmasse mit Hilfe der Bioelektrischen Impedanzanalyse ermittelt. Danach wurden die Patientinnen in zwei Gruppen aufgeteilt: Gruppe 1 „normales Übergewicht“ und Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“.

**Tabelle 5**  
**Patientendaten Baseline**

Name	Alter	KG in kg Baseline	BMI Baseline	BCM in kg Baseline	FM in kg Baseline
J H	16	60,5	22	19,4	18,5
M F	63	98,8	33,4	18	50,2
T P	21	71,6	24,2	19,9	27,2
U T	32	82,1	28,7	21,8	33,4
V F	32	86,1	30,1	22,6	38,3
E P	44	72,3	26,9	20,1	26,7
V N	23	76	25,4	20,5	25,8
A L	31	70,8	24,5	20,3	25,8
I K	46	67,4	26,3	18,9	23,7
D H	27	66,5	25	18,4	25,5
J W	63	70,9	27,7	17,1	28,2
M K	27	81,4	26,6	22,4	30,5
D K	35	69	25,7	20,4	21,7
M L	59	77,9	31,2	17,2	36,7
A F	56	79,2	28,1	20,7	32,6
E D	66	90,4	33,2	19,4	42,7

## 2.1 Bioelektrische Impedanzanalyse

Zu Beginn („Baseline“), nach einem Monat, nach zwei Monaten und nach drei Monaten wurde eine Messung von Körpergewicht und Körperzusammensetzung durchgeführt. Die Ermittlung der Körperzusammensetzung (Fettmasse und Muskelmasse) erfolgte mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA 101, AKERN, Italien). Bei der Messung wurden 4 Hautelektroden an Hand und Fuß ipsilateral angebracht und die Messelektroden mit dem Bioimpedanzgerät verbunden.

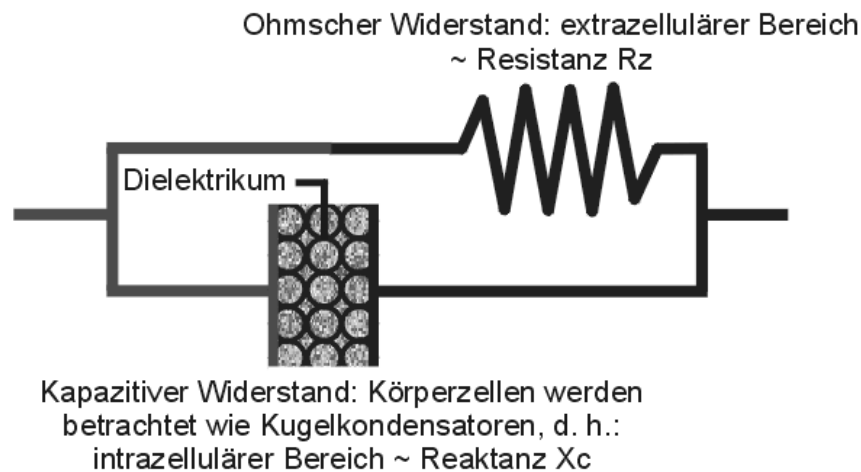
**Abbildung 8**  
Bioelektrische Impedanzanalyse<sup>36</sup>



Mit Hilfe der Bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA) lässt sich die Körperzusammensetzung ermitteln. Grundlage hierfür ist die unterschiedliche Leitfähigkeit der verschiedenen Gewebe für Wechselstrom. Mithilfe von an den Extremitäten befestigten Elektroden wird hochfrequenter Wechselstrom durch den Körper geleitet, wobei die verwendete Stromstärke von 50 kHz für den Menschen nicht spürbar sind. Am Widerstand, den der Körper dem Strom entgegensetzt, lässt sich die Körperzusammensetzung (Körperwasser, Fettmasse, aktive Körperzellmasse = stoffwechselaktives, sauerstoffverbrauchendes, energieumsetzendes Gewebe) messen.<sup>37, 38</sup>

Der Wechselstromwiderstand wird als Impedanz bezeichnet. Die Impedanz setzt sich aus den Impedanzkomponenten Resistanz ( $R_z$ ) und Reaktanz ( $X_c$ ) zusammen. Die Resistanz bezeichnet den Ohmschen Widerstand im extrazellulären Bereich, ein hoher Anteil an nicht zellulär gebundenem Körperwasser bedeutet also wenig Widerstand bzw. Resistanz. Unter Reaktanz versteht man den kapazitiven Widerstand, welcher das zellulär gebundene Körperwasser dem Wechselstrom entgegensetzt. Fettmasse leitet den Wechselstrom also schlechter als Muskelgewebe.<sup>37, 38</sup>

**Abbildung 9**  
**BIA: Resistanz und Reaktanz**<sup>39</sup>



Die gemessenen Widerstände korrelieren mit der Hydratation, weshalb die Bioelektrische Impedanzanalyse ursprünglich zur Messung des Körperwassers (TBW, Total Body Water) herangezogen wurde.<sup>37, 38</sup>

## 2.2 Ernährungsplan

Alle Teilnehmerinnen erhielten eine Ernährungsberatung. Die Gewichtsreduktion erfolgte durch Umstellung der Ernährung und körperliche Bewegung. Zur Garantie der notwendigen Eiweißzufuhr wurde, je nach Wunsch der Patientin, entweder normale eiweißreiche Kost (n = 8) oder die INSUmed<sup>®</sup>-Produktpalette (n = 8) genutzt. Die INSUmed<sup>®</sup>-Produkte wurden, als Mahlzeitenersatz, einmal pro Tag, anstatt einer herkömmlichen Mahlzeit, eingenommen.

Um die Compliance zu erhöhen wurde versucht die Ernährungsberatung möglichst einfach zu gestalten. Dies erfolgte nach folgenden Richtlinien:

1. 3 Mahlzeiten pro Tag, 4 Stunden Pause zwischen den Mahlzeiten
2. Ausreichende Kohlenhydrat- und Eiweißzufuhr
3. Fettreduktion
4. Als Getränke Wasser bzw. ungesüßter Tee, keine Softdrinks
5. Mindestens ½ Stunde Bewegung 1 – 2 x / Tag

Empfohlen wurde vor allem die Reduktion der Fettzufuhr auf die Menge von 2 Kaffeelöffel Butter oder hochwertiges Öl (1 Kaffeelöffel Öl, 3 – 4 Gramm = 30 kcal, 99,6 % Fett). Zu welcher Mahlzeit das Fett verwendet wird, bleibt dem Patient überlassen, z. B. 1 Kaffeelöffel Butter zum Frühstück und 1 TL Olivenöl für die Salatmarinade.

Wert gelegt wurde auch auf die ausreichende Proteinzufuhr von 0,8 g/kg Körpergewicht/d (das entspricht bei normalgewichtigen Personen ca. 50 g pro Tag). Um den Patienten mühselige Rechnungen zu ersparen, werden einfache Beispiele über den Eiweißgehalt von Lebensmitteln genannt:

Eine Eiweißportion (ca. 10 g Eiweiß) entspricht...

- ...¼ l Milch, Buttermilch, Joghurt
- ...5 dag Käse
- ...9 dag Topfen oder Frischkäse
- ...5 dag Fleisch (roh) oder Wurst
- ...6 dag Fisch (roh)
- ...10 dag Tofu

Im Zuge der Ernährungsberatung wurden auch Möglichkeiten besprochen, wie die Patientinnen die drei Mahlzeiten pro Tag gestalten könnten:

- Frühstück:  
1 – 2 Stück Vollkornbrot, als Belag Schinken (ohne Fettrand) oder Käse (bis max. 35 % FiT), Topfenaufstrich, Gemüse
- Mittagessen:  
2 – 3 x / Woche Fleisch, 2 x / Woche Fisch, 1 x / Woche Hülsenfrüchte; als Beilage ca. 10 dag (Rohgewicht) Reis oder Nudeln, oder 30 dag Kartoffeln; Salat und Gemüse nach Belieben
- Abendessen:  
wie Frühstück oder Gemüsesuppen (ohne Schlagobers), Joghurt
- Obst soll zu den Hauptmahlzeiten gegessen werden (nicht als Zwischenmahlzeit), zum Beispiel als Dessert

## **2.3 Formuladiät**

Bei der im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Studie kam auch die Anwendung von Formuladiätprodukten zum Einsatz. Insgesamt ersetzten acht Teilnehmerinnen, drei davon mit sarkopenischem Übergewicht, eine Mahlzeit pro Tag durch ein INSUmed<sup>®</sup>-Fertigprodukt. Welche Mahlzeit durch die INSUmed<sup>®</sup>-Ersatzmahlzeit ausgetauscht wurde entschieden die Patientinnen selbst. Die restlichen zwei Mahlzeiten sollten nach einfachen Richtlinien zur Ernährungsumstellung (siehe 2.2 Ernährungsplan) gestaltet werden.

Der Begriff Formuladiät bezeichnet eine Diätform, bei welcher eine oder mehrere Mahlzeiten pro Tag durch ein industriell vorgefertigtes Nahrungssubstrat ersetzt werden. Das Nahrungssubstrat liegt meist in pulverisierter Form vor, wird mit Wasser oder Milch niedriger Fettstufe zubereitet und als Shake getrunken. Die Produktpalette der verschiedenen Hersteller umfasst außerdem Suppen, Cremes und Riegel.

### **2.3.1 Gesetzliche Grundlagen**

Formuladiätprodukte werden in Österreich unter der Bezeichnung „diätetische Lebensmittel“ geführt und unterliegen der EU-Richtlinie (96/8/EG) und § 17 des Österreichischen Lebensmittelgesetzes. Die 112. Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz regelt genauestens die Zusammensetzung und Kennzeichnung diätetischer Lebensmittel, die zur Gewichtsreduktion bestimmt sind. Der Brennwert eines Lebensmittels, welches als Ersatz einer oder mehrerer Mahlzeiten dient, muss zwischen 200 und 400 Kilokalorien betragen und muss zu mindesten 25 % und höchstens 50 % aus Eiweiß bestehen. Der Anteil an Ballaststoffen hat 10 – 30 % zu betragen. Lebensmittel zum Mahlzeitenersatz müssen pro Mahlzeit mindestens 30 % der Vitamin- und Mineralstoffmengen aus der auf der nächsten Seite angeführten Tabelle enthalten.<sup>40</sup>

**Tabelle 6**  
**Vitamin- und Mineralstoffmengen bei**  
**Lebensmitteln zum Mahlzeitenersatz<sup>40</sup>**

Vitamin A	700 myg Retinol-Äquivalent
Vitamin D	5 myg
Vitamin E	10 mg Tocopherol-Äquivalent
Vitamin C	45 mg
Thiamin	1,1, mg
Riboflavin	1,6 mg
Niacin	18 mg Nicotinsäureamid-Äquivalent
Vitamin B6	1,5 mg
Folate	200 myg
Vitamin B12	1,4 myg
Biotin	15 myg
Pantothensäure	3 mg
Calcium	700 mg
Phosphor	550 mg
Kalium	3 100 mg
Eisen	16 mg
Zink	9,5 mg
Kupfer	1,1 mg
Jod	130 myg
Selen	55 myg
Natrium	575 mg
Magnesium	150 mg
Mangan	1 mg

### 3 Ergebnisse

Alle Teilnehmerinnen konnten sowohl eine Reduktion des Körpergewichts als auch eine Reduktion der Fettmasse erzielen (siehe Tabelle 11 und Tabelle 13). In Bezug auf die aktive Körperzellmasse (BCM, Body Cell Mass) gab es in beiden Gruppen keine gravierenden Veränderungen (ns) (siehe Tabelle 12). Es ist positiv zu bewerten, dass trotz der Gewichtsabnahme kein Abbau der Muskelmasse erfolgte. Dies ist auf die ausreichende Eiweiß Zufuhr während der Diät bzw. Ernährungsumstellung und die regelmäßige körperliche Bewegung zurückzuführen. Die Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“ konnte eine minimale Steigerung der Muskelmasse (BCM) erzielen (ns).

Alle Patientinnen gaben an, die empfohlene Umstellung der Ernährung einzuhalten und mindestens ½ Stunde Bewegung pro Tag zu verrichten.

Auf den kommenden Seiten folgt eine Aufschlüsselung der einzelnen Messergebnisse.

Unter Punkt 3.6 erfolgt eine genauere Aufschlüsselung der Ergebnisse. Verglichen werden die Gewichtsabnahme, die Veränderung der aktiven Körperzellmasse und der Fettmasse bei einfacher Ernährungsumstellung und Ernährungsumstellung unter Zuhilfenahme eines Forumuladiätprodukts.

### 3.1 Gruppe 1 „normales Übergewicht“

#### 3.1.1 Verlauf der Parameter Körpergewicht, Body Mass Index, Body Cell Mass und Fettmasse

Tabelle 7  
 Patientendaten Gruppe 1 „normales Übergewicht“  
 KG, BCM und FM in Kilogramm  
 KG – Körpergewicht  
 BMI – Body Mass Index  
 BCM – Body Cell Mass (aktive Körperzellmasse)  
 FM - Fettmasse

Name	U. T.	E.P.	I.K.	D.K.	M.L.	A.F.	E.D.	V.F.
Alter	32	44	46	35	59	56	66	32
KG Baseline	82,1	72,3	67,4	69	77,9	79,2	90,4	86,1
KG 1 Monat	78,9	70,1	66,3	65,7	76,6	76,8	86,8	83,9
KG 2 Monate	77,7	69,3	63,7	63,1	73,4	74,8	85	82,6
KG 3 Monate	76	67,5	61,9	61	72,2	73,2	82,4	80
BMI Baseline	28,7	26,9	26,3	25,7	31,2	28,1	33,2	30,1
BMI 1 Monat	27,6	26,1	25,9	24,4	30,7	27,2	31,9	29,4
BMI 2 Monate	27,2	25,8	24,9	23,5	29,4	26,5	31,2	28,9
BMI 3 Monate	26,6	25,1	24,2	22,7	28,9	25,9	30,3	28
BCM Baseline	21,8	20,1	18,9	20,4	17,2	20,7	19,4	22,6
BCM 1 Monat	21,5	19,7	19,2	20,3	17,7	20,4	21,9	22,1
BCM 2 Monate	21,7	21,1	18,3	19,8	17,7	20,5	20,2	22,6
BCM 3 Monate	21,5	20,6	18,7	19,6	17,3	20,2	21,1	21,8
FM Baseline	33,4	26,7	23,7	24,6	36,7	32,6	42,7	38,3
FM 1 Monat	30,3	26,3	22	22,7	34,5	31	40,9	35,6
FM 2 Monate	29,1	24,7	20,6	21,7	32,9	29,1	38,6	35,2
FM 3 Monate	29	23,3	19,7	17,6	31,9	27,9	36,2	32,9

### 3.1.2 Veränderung von Körpergewicht, BMI, BCM und FM

Nach einem Monate ergab sich bei den Teilnehmerinnen der Gruppe 1 „normales Übergewicht“ ein Gewichtsverlust von  $2,4 \pm 0,9$  kg, eine Zunahme der BCM (Body Cell Mass) von  $0,2 \pm 1,0$  kg und eine Abnahme der Fettmasse (FM) von  $1,9 \pm 0,8$  kg.

Zwei Monate nach Beginn der Ernährungsumstellung zeigte sich ein Reduktion des Körpergewichts von  $4,4 \pm 1,0$  kg, die Muskelmasse konnte minimal gesteigert werden ( $0,1 \pm 0,6$  kg) und der Anteil der Fettmasse wurde um  $3,4 \pm 0,7$  kg reduziert.

Bei der Endmessung nach drei Monaten konnten die Teilnehmerinnen ihr Körpergewicht um insgesamt  $6,3 \pm 1,1$  kg reduzieren, die aktive Körperzellmasse blieb praktisch unverändert gegenüber der Messung zu Beginn („Baseline“). Nach drei Monaten wurde in Gruppe 1 „normales Übergewicht“ eine Abnahme der Fettmasse von  $5 \pm 1,2$  kg erzielt.

**Tabelle 8**

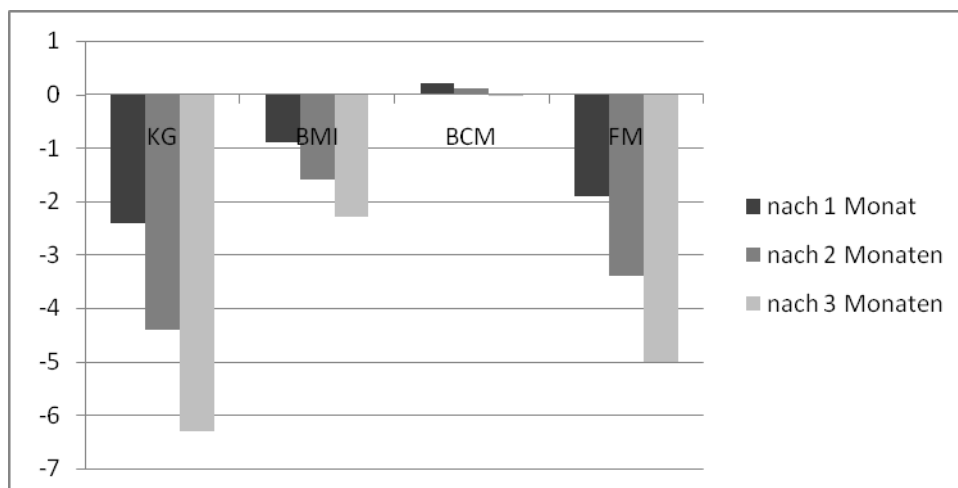
**Veränderung von Körpergewicht, BMI, BCM und FM bei Gruppe 1 „normales Übergewicht“**

	<b>KG</b>	<b>BMI</b>	<b>BCM</b>	<b>FM</b>
<b>nach 1 Monat</b>	- 2,4 ± 0,9 kg	- 0,9 ± 0,3 kg	+ 0,2 ± 1,0 kg	- 1,9 ± 0,8 kg
<b>nach 2 Monaten</b>	- 4,4 ± 1,0 kg	- 1,6 ± 0,4 kg	+ 0,1 ± 0,6 kg	- 3,4 ± 0,7 kg
<b>nach 3 Monaten</b>	- 6,3 ± 1,1 kg	- 2,3 ± 0,4 kg	- 0,04 ± 0,8 kg	- 5,0 ± 1,2 kg

**Abbildung 10**

**Gruppe 1 „normales Übergewicht“**

**Abnahme bzw. Zunahme von KG, BCM und FM in Kilogramm**



## 3.2 Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“

### 3.2.1 Verlauf der Parameter Körpergewicht, Body Mass Index, Body Cell Mass und Fettmasse

Tabelle 9  
 Patientendaten Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“  
 KG, BCM und FM in Kilogramm  
 KG – Körpergewicht  
 BMI – Body Mass Index  
 BCM – Body Cell Mass (aktive Körperzellmasse) FM - Fettmasse

Name	J H	M F	T P	V N	A L	D H	J W	M K
Alter	16	63	21	23	31	27	63	27
KG Baseline	60,5	98,8	70,2	76	70,8	66,5	68,9	81,4
KG 1 Monat	58,3	92,7	68,2	74	65,7	64,7	67	78,8
KG 2 Monate		92,4	66,4	73,2	63,5	61,5	66,3	77,9
KG 3 Monate		92,1	63,8	73,2	63,1	61,7	65,1	78,6
BMI Baseline	22	33,4	23,7	25,4	24,5	25	26,9	26,6
BMI 1 Monat	21,2	31,3	23,1	24,7	22,7	24,4	26,2	25,7
BMI 2 Monate		31,2	22,4	24,5	22	23,1	25,9	25,4
BMI 3 Monate		31,1	21,6	24,5	21,8	23,2	25,4	25,7
BCM Baseline	19,4	18	20	20,5	20,3	18,4	16,5	22,4
BCM 1 Monat	19,2	17,8	19,8	20,5	19,8	17,5	18,1	22
BCM 2 Monate		18,3	18,8	20,2	19,7	17,7	21,6	22,3
BCM 3 Monate		17,9	18,6	20,9	19,8	17,7	20,3	22,3
FM Baseline	18,5	50,2	25,5	25,8	25,8	25,5	27,7	30,5
FM 1 Monat	17,2	46,5	24,6	27,5	20,4	25,1	25,1	27,4
FM 2 Monate		43,4	22,3	26,8	18,4	22,5	25,9	26,9
FM 3 Monate		42,8	20,1	25,2	18,8	22,7	23,9	27,4

### 3.2.2 Veränderung von Körpergewicht, BMI, BCM und FM

In der Gruppe „sarkopenisches Übergewicht“ erzielten die acht Teilnehmerinnen nach einem Monat einen Gewichtsverlust von  $3 \pm 1,7$  kg. Die aktive Körperzellmasse (BCM, Body Cell Mass) blieb annähernd konstant, es zeigte sich lediglich eine minimale Abnahme von  $0,1 \pm 0,7$  Kilogramm. Die Reduktion der Fettmasse betrug wie bei den Teilnehmerinnen der Gruppe 1 „normales Übergewicht“  $1,9 \pm 2,2$  kg. Nach dem ersten Monat beendete eine Patientin die Gewichtsreduktion und schied aus der Studie aus.

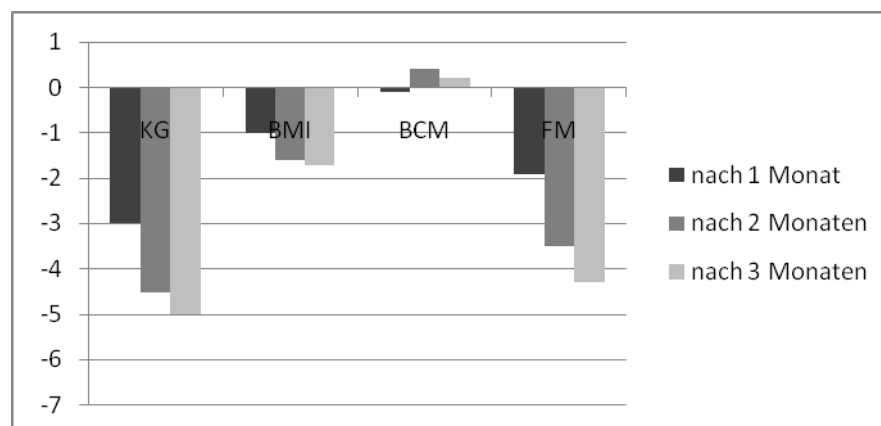
Nach zwei Monaten erzielten die Patientinnen eine Reduktion des Körpergewichts um  $4,5 \pm 1,8$  kg, die BCM konnte um  $0,4 \pm 2,1$  kg gesteigert werden bei einer Abnahme der Fettmasse von  $3,5 \pm 2,9$  kg.

Bei der letzten Messung nach drei Monaten betrug das Körpergewicht  $5 \pm 2$  kg weniger als zu Beginn („Baseline“). Bei der aktiven Körperzellmasse (BCM) konnte eine geringfügige Zunahme von  $0,2 \pm 1,7$  kg erzielt werden. Die Fettmasse konnte in Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“ um  $4,3 \pm 2,4$  kg reduziert werden.

**Tabelle 10**  
Veränderung von Körpergewicht, BMI, BCM und FM bei Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“

	KG	BMI	BCM	FM
nach 1 Monat	$-3,0 \pm 1,7$ kg	$-1,0 \pm 0,6$ kg/m <sup>2</sup>	$-0,1 \pm 0,7$ kg	$-1,9 \pm 2,2$ kg
nach 2 Monaten	$-4,5 \pm 1,8$ kg	$-1,6 \pm 0,6$ kg/m <sup>2</sup>	$0,4 \pm 2,1$ kg	$-3,5 \pm 2,9$ kg
nach 3 Monaten	$-5,0 \pm 2,0$ kg	$-1,7 \pm 0,7$ kg/m <sup>2</sup>	$0,2 \pm 1,7$ kg	$-4,3 \pm 2,4$ kg

**Abbildung 11**  
Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“  
Abnahme bzw. Zunahme von KG, BCM und FM in Kilogramm



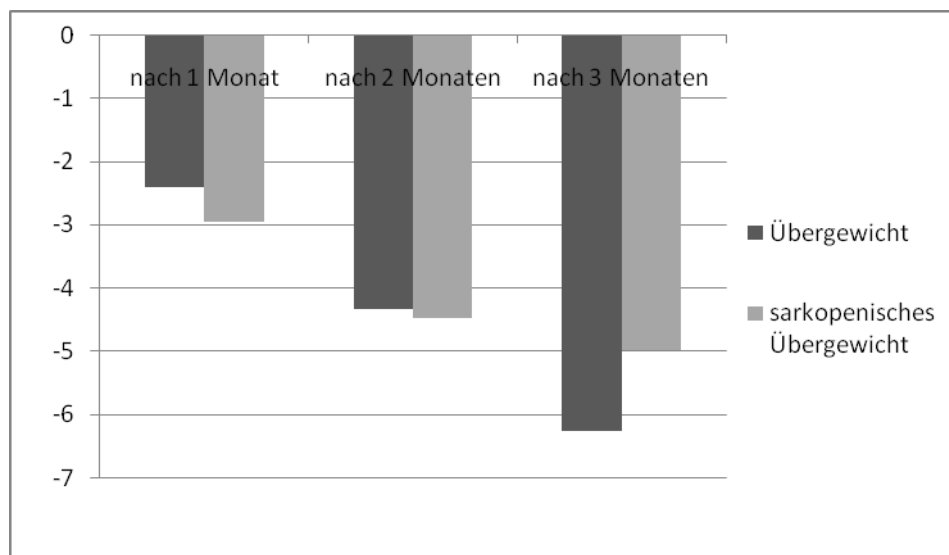
### 3.3 Vergleich der Gruppen in Bezug auf das Körpergewicht

Beim Vergleich der beiden Gruppen nach einem Monat zeigt sich eine um 0,6 kg höhere Reduktion des Körpergewichts in Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht (ns). Bei der Messung nach zwei Monaten erzielten beide Gruppen einen annähernd gleichen Gewichtsverlust (ns). Nach drei Monaten konnten die Teilnehmerinnen der Gruppe 1 „normales Übergewicht“ eine um 1,3 kg höhere Abnahme des Körpergewichts erreichen (ns).

**Tabelle 11**  
Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf das Körpergewicht  
Abnahme in Kilogramm

	nach 1 Monat	nach 2 Monaten	nach 3 Monaten
Normales Übergewicht	2,4 ± 0,9	4,4 ± 1,0	6,3 ± 1,1
Sarkopenisches Übergewicht	3,0 ± 1,7	4,5 ± 1,8	5,0 ± 2,0

**Abbildung 12**  
Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf das Körpergewicht  
Abnahme in Kilogramm



### 3.4 Vergleich der Gruppen in Bezug auf die Body Cell Mass

Beim Vergleich der Veränderung der aktiven Körperzellmasse zeigen sich in den beiden Gruppen unterschiedliche Ergebnisse. Während in Gruppe 1 „normales Übergewicht“ zu Beginn die Muskelmasse leicht anstieg, nahm diese bis zum Ende der drei Monate kontinuierlich ab. Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“ verzeichnete nach zwei Monaten den höchsten Anstieg des Wertes. Die Zu- bzw. Abnahme der aktiven Körperzellmasse ist jedoch sehr gering und blieb im Durchschnitt unter 0,5 kg (ns). Es ist jedoch positiv zu bewerten, dass in beiden Gruppen die Muskelmasse annähernd gleich, im Vergleich zum Ausgangswert, blieb und kein gravierender Abbau der aktiven Körperzellmasse, trotz Reduktion des Körpergewichts, erfolgte.

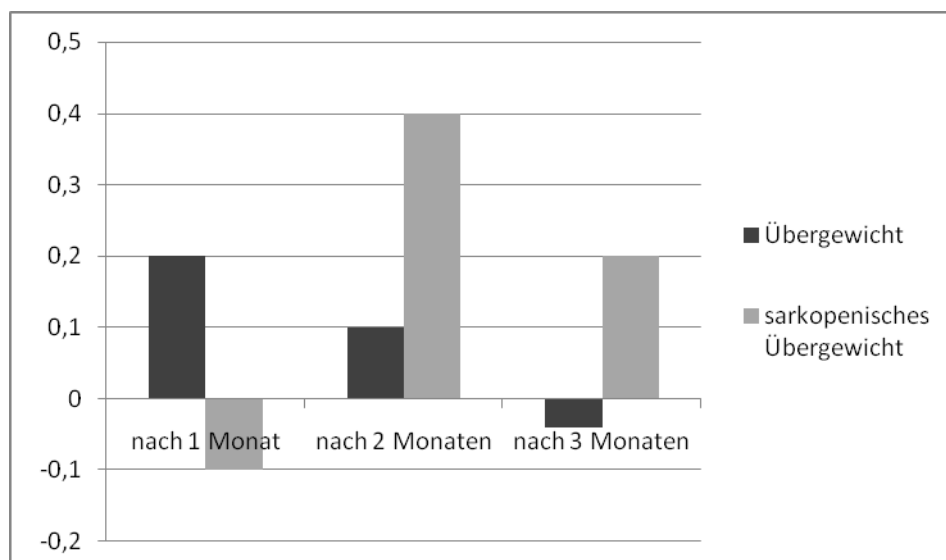
**Tabelle 12**

**Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die aktive Körperzellmasse  
Zu- bzw. Abnahme in Kilogramm**

	nach 1 Monat	nach 2 Monaten	nach 3 Monaten
Normales Übergewicht	0,2 ± 1,0	0,1 ± 0,6	-0,04 ± 0,8
Sarkopenisches Übergewicht	-0,1 ± 0,7	0,4 ± 2,1	0,2 ± 1,7

**Abbildung 13**

**Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die aktive Körperzellmasse  
Zu- bzw. Abnahme in Kilogramm**



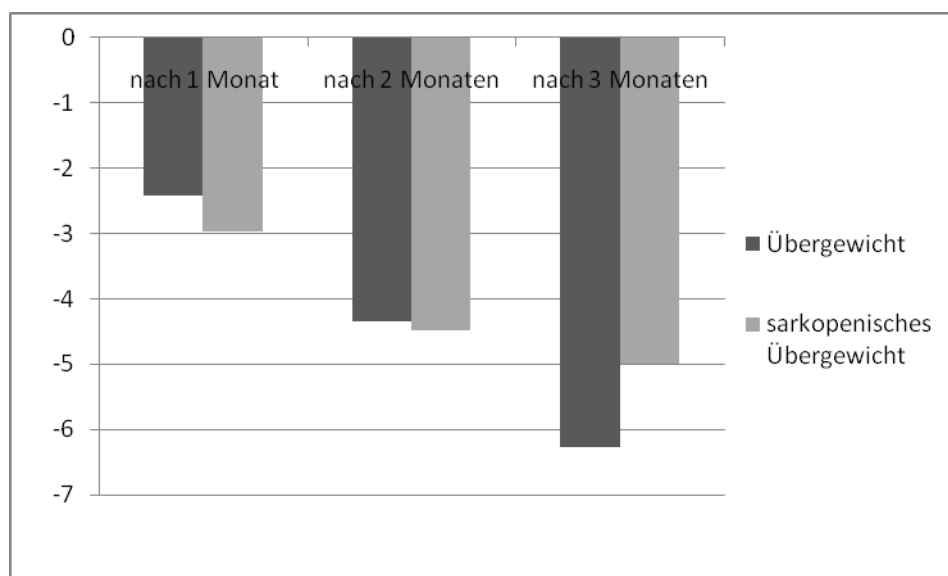
### 3.5 Vergleich der Gruppen in Bezug auf die Fettmasse

Bei der Messung nach einem Monat konnte in beiden Gruppen derselbe Mittelwert, bezüglich Abnahme der Fettmasse, erfasst werden (1,9 kg)(ns). Auch nach zwei Monaten zeigte sich bei Gruppe 1 und Gruppe 2 annähernd das gleiche Ergebnis (ns). Die Gruppe 1 „normales Übergewicht“ konnte nach drei Monaten den Anteil der Fettmasse um 0,7 kg mehr reduzieren als die Teilnehmerinnen mit sarkopenischem Übergewicht (ns).

**Tabelle 13**  
**Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die Fettmasse**  
**Abnahme in Kilogramm**

	nach 1 Monat	nach 2 Monaten	nach 3 Monaten
Normales Übergewicht	1,9 ± 0,8	3,4 ± 0,7	5,0 ± 1,2
Sarkopenisches Übergewicht	1,9 ± 2,2	3,5 ± 2,9	4,3 ± 2,4

**Abbildung 14**  
**Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf die Fettmasse**  
**Abnahme in Kilogramm**



### 3.6 Aufschlüsselung der Ergebnisse nach Diätform

Auf den nächsten Seiten erfolgt die Aufschlüsselung der Ergebnisse nach der Art der Ernährungsumstellung, mit oder ohne Zuhilfenahme des Formuladiätprodukts. Diese wird weniger ausführlich behandelt als die Ergebnisse von Gruppe 1 „normales Übergewicht“ und Gruppe 2 „sarkopenisches Übergewicht“. Der Grund hierfür liegt in den wesentlich kleineren Patientenzahlen pro Gruppe (siehe 2.3). Wegen der geringeren Fallzahl sind die Ergebnisse nicht bzw. wenig aussagekräftig.

Die folgende Abbildung zeigt die Gewichtsabnahme der Gruppen drei bis sechs im Überblick. Man kann erkennen, dass die Ergebnisse in den verschiedenen Patientengruppen wenig voneinander abweichen. Gruppe 4 „normales Übergewicht mit INSUmed<sup>®</sup>“ konnte bei der Messung nach drei Monaten die größte Gewichtsabnahme verzeichnen ( $6,5 \pm 1,5$  kg). Gruppe 3 „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed<sup>®</sup>“ nahm, bei großer Schwankung der Einzelergebnisse, am wenigsten Gewicht ab ( $4,4 \pm 2,8$  kg).

**Abbildung 15**

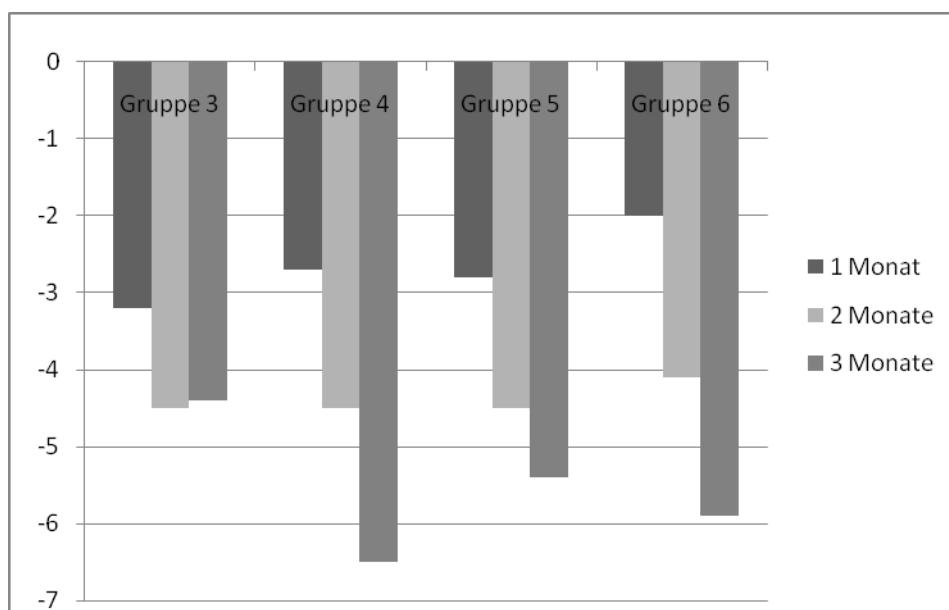
**Gewichtsabnahme in Kilogramm**

**Gruppe 3 – „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed<sup>®</sup>“**

**Gruppe 4 – „normales Übergewicht mit INSUmed<sup>®</sup>“**

**Gruppe 5 – „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed<sup>®</sup>“**

**Gruppe 6 – „normales Übergewicht ohne INSUmed<sup>®</sup>“**



### 3.6.1 Gruppe 3 „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed®“

Die Teilnehmerinnen der Gruppe 3 erhielten, wie alle anderen Patientinnen, eine Ernährungsberatung. Zusätzlich zur Ernährungsumstellung wurde in dieser Gruppe eine Mahlzeit pro Tag durch ein Formuladiätprodukt ersetzt (INSUmed®).

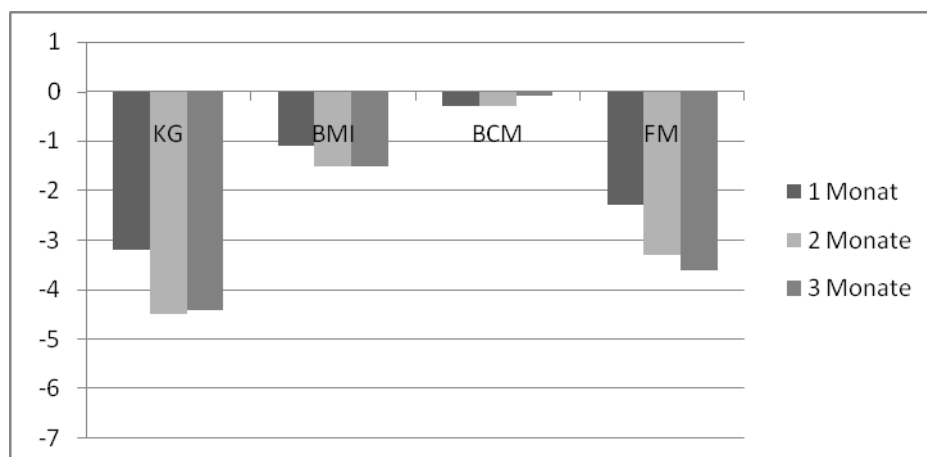
Gruppe 3 bestand lediglich aus drei Teilnehmerinnen. Wie bereits auf der vorhergehenden Seite erwähnt sind die Ergebnisse also wenig aussagekräftig.

Bei der Messung nach zwei Monaten konnte eine Gewichtsreduktion von  $4,5 \pm 2,4$  Kilogramm erzielt werden. Die Teilnehmerinnen konnten im dritten Monat der Ernährungsumstellung und der Anwendung von INSUmed® keine weitere Steigerung der Gewichtsabnahme erzielen. Die aktive Körperzellmasse blieb während der Ernährungsumstellung weitgehend gleich.

**Tabelle 14**  
Veränderung von KG, BMI, BCM und FM in  
Gruppe 3 „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed®“

	KG	BMI	BCM	FM
Nach 1 Monat	$-3,2 \pm 1,6$ kg	$-1,1 \pm 0,6$ kg/m <sup>2</sup>	$-0,3 \pm 0,3$ kg	$-2,3 \pm 3,6$ kg
Nach 2 Monaten	$-4,5 \pm 2,4$ kg	$-1,5 \pm 0,9$ kg/m <sup>2</sup>	$-0,3 \pm 0,3$ kg	$-3,3 \pm 4,2$ kg
Nach 3 Monaten	$-4,4 \pm 2,8$ kg	$-1,5 \pm 1,0$ kg/m <sup>2</sup>	$-0,1 \pm 0,5$ kg	$-3,6 \pm 3,2$ kg

**Abbildung 16**  
Gruppe 3 „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed®“  
Abnahme von KG, BCM und FM in Kilogramm



### 3.6.2 Gruppe 4 „normales Übergewicht mit INSUmed®“

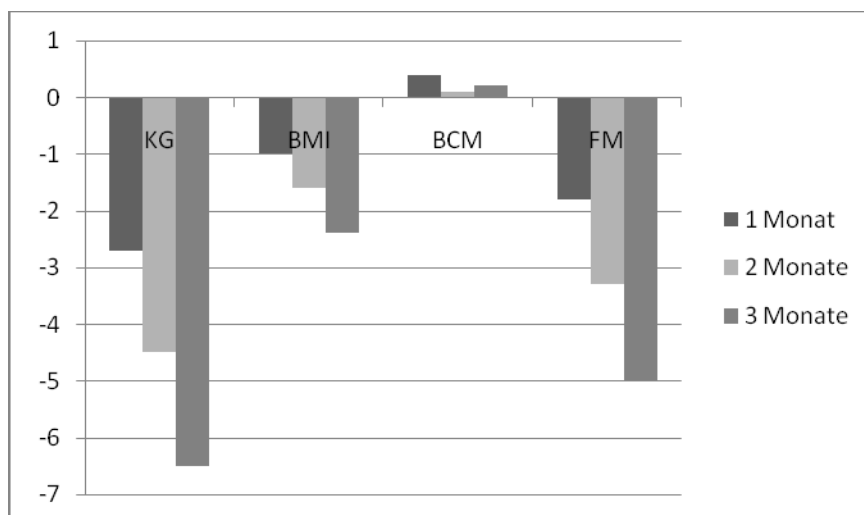
Die fünf Teilnehmerinnen der Gruppe 4 unterstützen ihre Gewichtsabnahme ebenfalls einmal täglich mit einem Formuladiätprodukt (INSUmed®).

In dieser Gruppe konnte mit  $6,5 \pm 1,5$  Kilogramm die höchste Reduktion des Körpergewichts und der Fettmasse erzielt werden. Während der gesamten Zeit der Ernährungsumstellung erfolgte kein Verlust der aktive Körperzellmasse. Die Teilnehmerinnen konnten ihre Muskelmasse sogar minimal vergrößern.

**Tabelle 15**  
Veränderung von KG, BMI, BCM und FM in Gruppe 4 „normales Übergewicht mit INSUmed®“

	KG	BMI	BCM	FM
Nach 1 Monat	$-2,7 \pm 1$ kg	$-1 \pm 0,4$ kg/m <sup>2</sup>	$0,4 \pm 1,2$ kg	$-1,8 \pm 1$ kg
Nach 2 Monaten	$-4,5 \pm 1,2$ kg	$-1,6 \pm 0,5$ kg/m <sup>2</sup>	$0,1 \pm 0,8$ kg	$-3,3 \pm 0,9$ kg
Nach 3 Monaten	$-6,5 \pm 1,5$ kg	$-2,4 \pm 0,5$ kg/m <sup>2</sup>	$0,2 \pm 1$ kg	$-5 \pm 1,6$ kg

**Abbildung 17**  
Gruppe 4 „normales Übergewicht mit INSUmed®“  
Zu- bzw. Abnahme von KG, BCM und FM in Kilogramm



### 3.6.3 Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed®“

In Gruppe 5 wurden fünf Patientinnen mit sarkopenischem Übergewicht eingeschlossen. Die Gewichtsabnahme sollte mittels Umstellung der Ernährung erfolgen. Eine Patientin brach die Gewichtsabnahme nach dem ersten Monat ab.

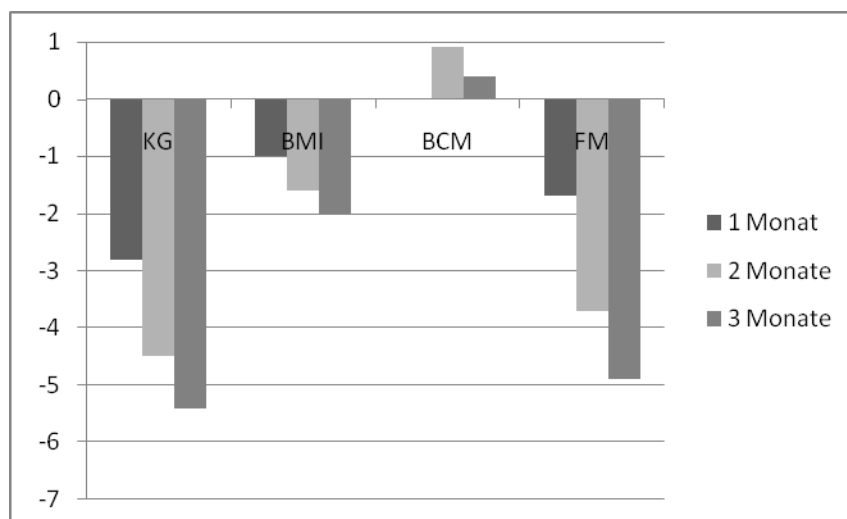
Nach drei Monaten konnte eine Reduktion des Körpergewichts um  $5,4 \pm 1,4$  Kilogramm erzielt werden.

Die aktive Körperzellmasse veränderte sich bei der Messung nach einem Monat im Vergleich zum Ausgangswert nicht. Nach zwei Monaten konnten die Teilnehmerinnen ihre Muskelmasse im Durchschnitt um fast einen Kilo steigern. Bei der Abschlussmessung betrug die Zunahme der aktiven Körperzellmasse  $0,4 \pm 2,3$  Kilogramm.

**Tabelle 16**  
Veränderung von KG, BMI, BCM und FM in  
Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed®“

	KG	BMI	BCM	FM
1 Monat	$-2,8 \pm 1,9$ kg	$-1 \pm 0,6$ kg/m <sup>2</sup>	$0 \pm 0,9$ kg	$-1,7 \pm 1,3$ kg
2 Monate	$-4,5 \pm 1,6$ kg	$-1,6 \pm 0,5$ kg/m <sup>2</sup>	$0,9 \pm 2,9$ kg	$-3,7 \pm 2,2$ kg
3 Monate	$-5,4 \pm 1,4$ kg	$-2 \pm 0,4$ kg/m <sup>2</sup>	$0,4 \pm 2,3$ kg	$-4,9 \pm 2$ kg

**Abbildung 18**  
Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed®“  
Zu- bzw. Abnahme von KG, BCM und FM in Kilogramm



### 3.6.4 Gruppe 6 „normales Übergewicht ohne INSUmed®“

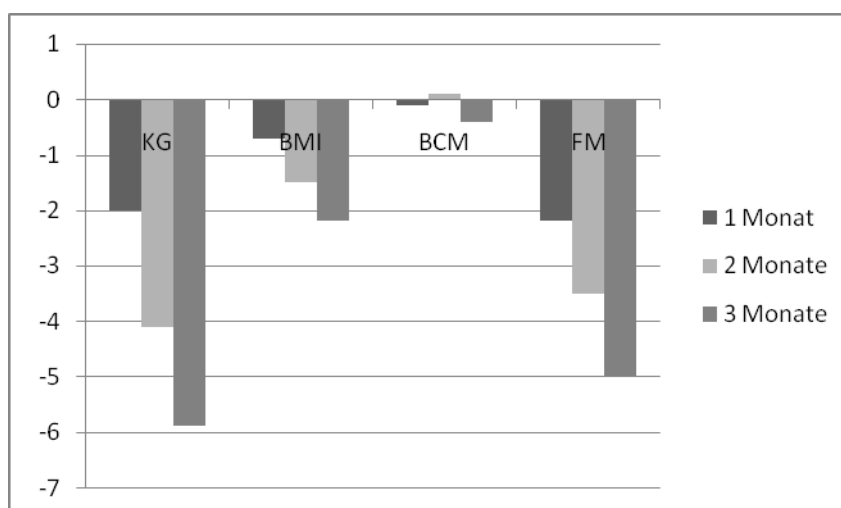
Gruppe 6 bestand aus drei Patientinnen mit Übergewicht bei normaler Muskelmasse. Die Gewichtsabnahme sollte wie in Gruppe 5 ohne Formuladiätprodukte erfolgen.

Auch die Teilnehmerinnen dieser Gruppe konnten ihr Gewicht erfolgreich reduzieren. Die Abschlussmessung zeigte im Durchschnitt eine Reduktion des Körpergewichts von  $5,9 \pm 0,2$  Kilogramm. Der Anteil der Fettmasse an der Gewichtsabnahme betrug  $5 \pm 0,4$  Kilogramm. Es erfolgte auch eine geringfügige Reduktion der aktiven Körperzellmasse um  $0,4 \pm 0,5$  Kilogramm.

**Tabelle 17**  
Veränderung von KG, BMI, BCM und FM in  
Gruppe 6 „normales Übergewicht ohne INSUmed®“

	KG	BMI	BCM	FM
1 Monat	$-2 \pm 0,6$ kg	$-0,7 \pm 0,2$ kg/m <sup>2</sup>	$-0,1 \pm 0,5$ kg	$-2,2 \pm 0,6$ kg
2 Monate	$-4,1 \pm 0,6$ kg	$-1,5 \pm 0,3$ kg/m <sup>2</sup>	$0,1 \pm 0,4$ kg	$-3,5 \pm 0,4$ kg
3 Monate	$-5,9 \pm 0,2$ kg	$-2,2 \pm 0,1$ kg/m <sup>2</sup>	$-0,4 \pm 0,5$ kg	$-5 \pm 0,4$ kg

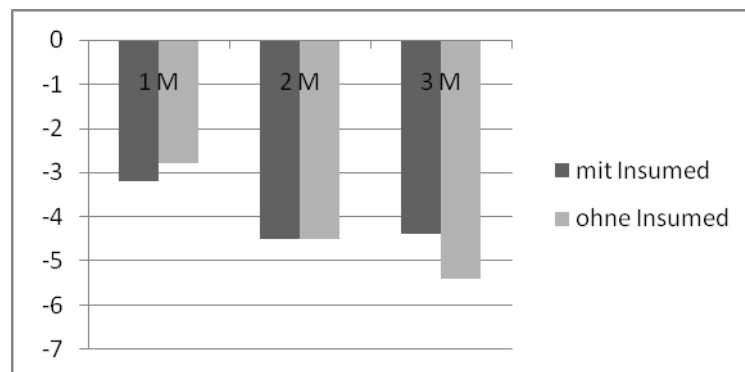
**Abbildung 19**  
Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed®“  
Zu- bzw. Abnahme von KG, BCM und FM in Kilogramm



### 3.6.5 Vergleich Gewichtsabnahme bei sarkopenischem Übergewicht mit bzw. ohne INSUmed<sup>®</sup>

Nach der dreimonatigen Ernährungsumstellung konnte in Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed<sup>®</sup>“ eine um 1 Kilogramm größere Gewichtsabnahme erzielt werden als in Gruppe 3 „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed<sup>®</sup>“ (ns).

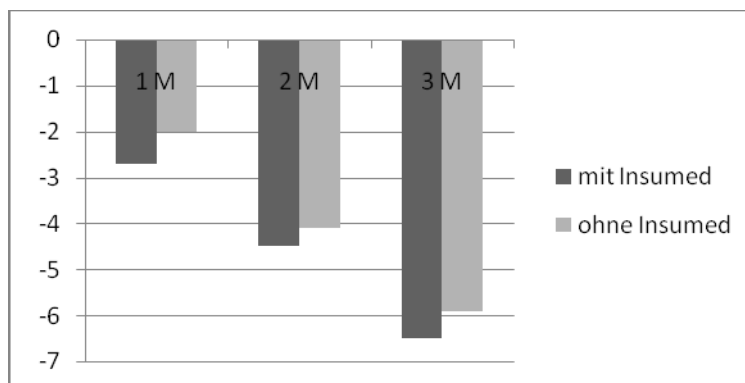
**Abbildung 20**  
Gewichtsabnahme (in kg) bei sarkopenischem Übergewicht



### 3.6.6 Vergleich Gewichtsabnahme bei normalem Übergewicht mit bzw. ohne INSUmed<sup>®</sup>

Bei den Übergewichtigen mit normaler Muskelmasse konnte in der Gruppe „mit INSUmed<sup>®</sup>“ bei jeder der drei Messungen eine große Gewichtsreduktion verzeichnet werden (ns).

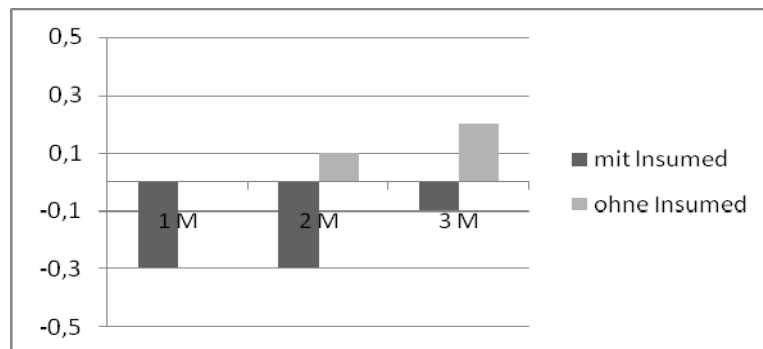
**Abbildung 21**  
Gewichtsabnahme (in kg) bei normalem Übergewicht



### 3.6.7 Vergleich in Bezug auf die Body Cell Mass bei sarkopenischem Übergewicht

Bei Gruppe 3 „sarkopenisches Übergewicht mit INSUmed<sup>®</sup>“ erfolgte eine minimale Abnahme der Muskelmasse. In Gruppe 5 „sarkopenisches Übergewicht ohne INSUmed<sup>®</sup>“ konnte eine leichte Zunahme an aktiver Körperzellmasse erzielt werden. Die Zu- bzw. Abnahme bewegt sich jedoch im Bereich von ca. 0,3 Kilogramm und ist somit zu vernachlässigen (ns).

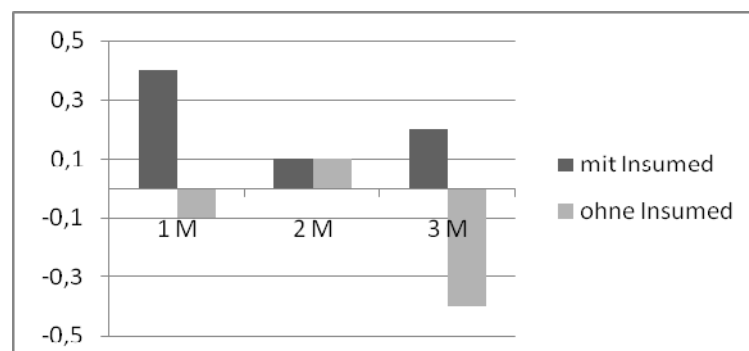
**Abbildung 22**  
Veränderung der BCM (in kg) bei sarkopenischem Übergewicht



### 3.6.8 Vergleich in Bezug auf die Body Cell Mass bei normalem Übergewicht

Bei der Vergleichsgruppe mit normaler Muskelmasse zeigten sich während der dreimonatigen Gewichtsreduktion ebenfalls keine gravierenden Veränderungen der aktiven Körperzellmasse (ns).

**Abbildung 23**  
Veränderung der BCM (in kg) bei sarkopenischem Übergewicht



## 4 Diskussion

Die Ergebnisse bestätigen die Annahme, dass Patientinnen mit sarkopenischer Adipositas schwerer Körpergewicht und Fettmasse abnehmen als solche mit normaler Muskelmasse (siehe 3.3., Abbildung 12 und 3.5., Abbildung 14). Dies ist auf den verminderten Grundumsatz bei Muskelmangel zurückzuführen.

Die aktive Körperzellmasse veränderte sich in beiden Gruppen nur unwesentlich. Dies ist positiv zu bewerten, da eine verminderte Muskelmasse auch den Energieumsatz minimiert, was wiederum eine erschwerte Gewichtsabnahme nach sich zieht.

In weiterer Folge wurden die Ergebnisse nach der verwendeten Diätform aufgeschlüsselt. Die Unterteilung erfolgte in Ernährungsumstellung ohne, oder Ernährungsumstellung mit Unterstützung eines Formuladiätprodukts (INSUmed<sup>®</sup>). Diese Ergebnisse sind jedoch aufgrund der geringen Fallzahlen in den einzelnen Gruppen wenig aussagekräftig. Die Gruppe „normales Übergewicht mit INSUmed<sup>®</sup>“ erzielte die höchste Gewichtsabnahme. Dies ist gut nachvollziehbar, da eine Gewichtsabnahme bei normaler Muskelmasse leichter möglich ist, als bei reduzierter Körperzellmasse, welche mit erniedrigtem Energieumsatz einhergeht. Auch INSUmed<sup>®</sup>-Ersatzmahlzeiten tragen mit ihrem niedrigem Kohlehydratgehalt, wenig Fettanteil und hoher Proteinqualität positiv zur Gewichtsreduktion bei.

Ob Formuladiätprodukte bei der Therapie des sarkopenischen Übergewichts und der sarkopenischen Adipositas Vorteile gegenüber einer Ernährungsumstellung mit ausreichendem Proteingehalt bringen, konnte aufgrund der geringen Fallzahl nicht gezeigt werden. Große Unterschiede gegenüber den Ergebnissen bei Gewichtsreduktion ohne Einsatz von Formuladiätprodukten wurden auch nicht erwartet, denn auch bei den Patientinnen, welche ohne INSUmed<sup>®</sup>-Ersatzmahlzeiten abnehmen wollten, wurde versucht mittels ausgewogener Ernährung eine ausreichende Zufuhr von Eiweiß zu erreichen.

---

## Quellenverzeichnis

- <sup>1</sup> Rathmanner T, Meidlinger B, Baritsch C, Lawrence K, Kunze M. Erster österreichischer Adipositasbericht. 2006. Available from: [http://www.adipositas-austria.org/pdf/3031\\_AMZ\\_Adipositas\\_3108\\_final.pdf](http://www.adipositas-austria.org/pdf/3031_AMZ_Adipositas_3108_final.pdf). (abgerufen am 18.8.2007, 15:30 Uhr)
- <sup>2</sup> Reincke M, Beuschlein F, Slawik M. Neue Leitlinien zur Adipositas-Therapie – Die Behandlung sollte bei einem BMI von 25 beginnen. *MMW-Fortschr.Med.* 2006; 33-34: p 2–8.
- <sup>3</sup> Kotynek M. Übergewicht: Deutsche sind die dicksten Europäer. *Süddeutsche Zeitung.* 2007 (18.4.); Available from: [http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/artikel/580/110470/zoom\\_0\\_0/](http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/artikel/580/110470/zoom_0_0/) (abgerufen am 12.3.2008, 13:30).
- <sup>4</sup> Hauner H. So bekommt die Adipositas ihr Fett weg, Strategien gegen die Krankheit der Massen. *MMW-Fortschr.Med.* 2007; 3: p 38–41.
- <sup>5</sup> Müller MJ, Plachta-Danielzik S. Adipositas überall – neue Einblicke und Ausblicke von Experten. *Aktuel Ernaehr Med.* 2008; 33: p 17 - 20
- <sup>6</sup> Renz-Polster H, Krautzig S, Braun J. 2004. *Basislehrbuch Innere Medizin.* 3. Auflage. München: Elsevier GmbH, 844–9.
- <sup>7</sup> Gill T, Chittleborough C, Taylor A, Ruffin R, Wilson D, Phillips P. Body mass index, waist hip ratio and waist circumference: which measure to classify obesity? *Soz-Präventivmed.* 2003; 48: p 191 – 200.
- <sup>8</sup> Available from: <http://www.zentrums-apotheke.ch/fun/fettverteilung.php> (abgerufen am 4.3.2008, 16:25)
- <sup>9</sup> Herold G. *Innere Medizin.* Köln; 2006.
- <sup>10</sup> Siewert E, Purucker E. Strukturierte Adipositastherapie. *Ernährung & Medizin.* 2006; 21: p 163–72.
- <sup>11</sup> Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P et al. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27 000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet.* 2005; 366: 1640 - 1649
- <sup>12</sup> Schwiegelshohn B. Ist mein Körpergewicht richtig? 2001. Available from: <http://www.ernaehrung-fuer-gesundheit.de/Ernaehr-generel/BrocaBMI.html> (abgerufen am 6.3.2008, 11:35)
- <sup>13</sup> Dieterle C, Landgraf R. Fogeerkrankungen und Komplikationen der Adipositas. *Internist.* 2006; 47: p 141–9.
- <sup>14</sup> Oster G, Edelsberg J, O`Sullivan AK, Thompson D. The clinical and economic burden of obesity in a managed care setting. *Am J Manag Care.* 2000; 6(6): p 681-9.
- <sup>15</sup> Silbernagl S, Lang F. *Taschenatlas der Pathophysiologie.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 1998.
- <sup>16</sup> Maisch B. Übergewicht, Diabetes mellitus und metabolisches Syndrom – Die Herausforderung für Herz und Gefäße. *Herz.* 2006; 31: p 185–88.
- <sup>17</sup> Gibson GJ. Obstructive sleep apnoea syndrome: underestimated and undertreated. *Br Med Bull.* 2005; 72: p 49–65.
- <sup>18</sup> Hawighorst T, Emons G. Adipositas und Krebs. *Gynäkologe.* 2006; 39: p 975–80.
- <sup>19</sup> Castillo EM, Goodman-Gruen D, Kritz-Silverstein D, Morton DJ, Wingard DL, Barrett-Connor E. Sarcopenia in elderly men and women: the Rancho Bernardo study. *Am J Prev Med.* 2003. 25(3): p. 226-31.
- <sup>20</sup> Knechtle B. Die Sarkopenie. *Fitness Tribune.* 2006; 101: p 106-9, 186-87. Available from: [http://www.fitnesstribune.com/arc/ift101\\_5.html](http://www.fitnesstribune.com/arc/ift101_5.html) (abgerufen am 21.6.07, 18:30).
- <sup>21</sup> Tipton KD. Muscle protein metabolism in the elderly: influence of exercise and nutrition. *Can J Appl Physiol.* 2001; 26(6): p 588-606.
- <sup>22</sup> Brown WF. A method for estimating the number of motor units in thenar muscles and the changes in motor unit count with ageing. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1972; 35(6): p. 845-52.
- <sup>23</sup> Granacher U. Neuromuskuläre Leistungsfähigkeit im Alter (> 60 Jahre) : Auswirkungen von Kraft- und sensomotorischem Training. Institut für Sport und Sportwissenschaft. WS 2003/2004, Albert-Ludwigs-Universität: Freiburg i. Br. Available from: <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1194/> (abgerufen am 3.1.2008, 10:15).
- <sup>24</sup> Candow DG, Chilibeck PD. Differences in size, strength, and power of upper and lower body muscle groups in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005; 60(2): p. 148-56.
- <sup>25</sup> Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003; 95(5): p. 1851-60.

- 
- <sup>26</sup> Lexell J, Taylor CC, Sjoström M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 1988. 84(2-3): p. 275-94.
- <sup>27</sup> Raloff J. Vanishing Flesh, Muscle loss in the elderly finally gets some respect. *Sci News*. 1996; 150: 90 – 91.
- <sup>28</sup> Dirks AJ, LC. Der Einfluss von Alter und Training auf die Apoptose im Skelettmuskel. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2005. 56(H. 3): p. 62-67.
- <sup>29</sup> Doherty, Timothy J. Invited Review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 95: p 1717–27, 2003;10.1152/jappphysiol.00347.2003
- <sup>30</sup> Snyder PJ, Peachey H, Hannoush P, Berlin JA, Loh L, Lenrow DA et al. Effect of testosterone treatment on body composition and muscle strength in men over 65 years of age. *J Clin Endocrinol Metab*. 1999; 84 (8): p 2647-53.
- <sup>31</sup> Klinker R, Silbernagl S. *Lehrbuch der Physiologie*. 3. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2001.
- <sup>32</sup> Solomon AM, Bouloux PMG. Modifying muscle mass – the endocrine perspective. *Journal of Endocrinology*. 2006; 191: p 349 – 60.
- <sup>33</sup> Adams GR. Insulin-like growth factor in muscle growth and its potential abuse by athletes. *Br J Sports Med*. 2000; 34; p 412 – 13.
- <sup>34</sup> Wolfram G. Ernährung – Grundlagen (11.1). In: Alexander K, Daniel WG, Diener HC, Freund M, Köhler H, Matern S et al. *Thieme's Innere Medizin – TIM*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 1999: p 1961 – 78.
- <sup>35</sup> Platte P, Hellhammer J, Zimmer J, Pirke KM. Grundumsatz und Energieverbrauch im höheren Lebensalter. *Z Gerontol Geriat*. 2004; 37: p 387 – 92.
- <sup>36</sup> MediCal Health Care GmbH. Wissenschaft, Messung von Körperwiderständen. Available from: [www.medi-cal.de/wissenschaft/bilder/abb2.gif](http://www.medi-cal.de/wissenschaft/bilder/abb2.gif) (abgerufen am 28.2.08, 16:50).
- <sup>37</sup> Wirth R., Miklis P., Die Bioelektrische Impedanzanalyse in der Diagnostik der Malnutrition, *Z Gerontol Geriat*. 2005; 38: p 315–21.
- <sup>38</sup> Kylea UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM et al. Bioelectrical impedance analysis - part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*. 2004; 23: p 1226–43.
- <sup>39</sup> MediCal Health Care GmbH. Wissenschaft, Physikalische Grundlagen. Available from: [www.medi-cal.de/wissenschaft/bilder/abb2.gif](http://www.medi-cal.de/wissenschaft/bilder/abb2.gif) (abgerufen am 28.2.08, 17:00).
- <sup>40</sup> BGBl II 1998/112, 112. Verordnung: Lebensmittel für kalorienarme Ernährung zur Gewichtsverringering, B.f.F.u. Verbraucherschutz, Editor. 1998: Wien.

## Anhang –Projektplan

Die Inzidenz der Adipositas in der Bevölkerung ist steigend und durch die verminderte körperliche Bewegung ist auch der Anteil an Patienten mit sarkopenischem Übergewicht und sarkopenischer Adipositas im Zunehmen. Patienten mit Sarkopenie (Muskelmangel) bei gleichzeitig bestehendem Übergewicht oder Adipositas gehören zu den am schwersten zu betreuenden Patienten mit erhöhter Fettmasse.

Durch die verminderte Muskelmasse ist auch der Grundumsatz erniedrigt und somit die Gewichtsabnahme erschwert. Neben dem niedrigeren Grundumsatz ist auch die aktivitätsinduzierte Thermogenese (Leistungsumsatz) vermindert und so führt körperliche Bewegung bei diesen Patienten zu geringerer Fettverbrennung als bei Menschen mit normaler Muskelmasse.

Eine erniedrigte aktive Körperzellmasse ist nicht nur auf den Mangel an körperlicher Bewegung zurück zuführen, sondern kann auch die Folge unausgewogener Kostformen (Proteinmangelzufuhr) während Diäten sein.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde der Verlauf von Körpergewicht, Body Mass Index (BMI) aktiver Körperzellmasse (BCM, Body Cell Mass) und der Fettmasse (FM) während der Gewichtsreduktion bei Patientinnen mit sarkopenischem Übergewicht untersucht. In Folge wurden die genannten Parameter mit den Werten von Patientinnen mit normaler Muskelmasse verglichen.

Die Gewichtsreduktion erfolgte in beiden Fällen durch Umstellung der Ernährung. Ein Teil der Patientinnen unterstützte dies noch durch Ersatz einer Mahlzeit pro Tag mit einem Formuladiätprodukt (INSUmed<sup>®</sup>). INSUmed<sup>®</sup>-Ersatzmahlzeiten sind kohlehydratarm, enthalten Vitamine, Spurenelemente, wenig essentielles Fett und zeichnen sich durch hohe Proteinqualität aus. Die Untersuchung ob der Einsatz von Formuladiätprodukten Vorteile in der Gewichtsreduktion bringt ist ergebnisoffen. Auch bei den Patientinnen welche ohne INSUmed<sup>®</sup>-Ersatzmahlzeiten abnehmen wollten, wurde versucht eine ausgewogene Ernährung mit ausreichender Zufuhr von Eiweiß (mindestens 0,7 g / kg Körpergewicht) zu erreichen.

Alle Patientinnen wurden vor Beginn der Ernährungsumstellung mittels Körperwaage gewogen. Die Messung der aktiven Körperzellmasse und der Fettmasse erfolgte mittels Bioelektrischer Impedanzanalyse. Eine Kontrolle dieser Parameter wurde nach einem Monat, nach zwei Monaten und nach drei Monaten durchgeführt. Die genannten Methoden sind die einzig sinnvollen um die Fragestellung zu beantworten, eine Körperwaage alleine reicht nicht aus, da keine Aussagen über den Anteil der Fett- und Muskelmasse getroffen werden können.

In die Untersuchung wurden ausschließlich weibliche Patientinnen eingeschlossen, da es bezüglich des sarkopenischen Übergewichts bei Männern wenige bis keine Daten gibt. Der Grund dafür dürfte die grundsätzlich höhere Muskelmasse sein und der bei Männern in der Regel größere Fleischkonsum sein.

Bisher gibt es keine systematischen Studienergebnisse zur Gewichts- bzw. Fettreduktion bei vorselektierten sarkopenischen Patienten.

Der Abstract der Diplomarbeit wurde für die 39. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Innere Medizin eingereicht.

# Lebenslauf

## Cornelia Maria Kapp

Geburtsdatum: 10.März 1983

Geburtsort: Klagenfurt

Staatsbürgerschaft: Österreich

Religion: Römisch – Katholisch

Familienstand: ledig

Ausbildung: Seit 2002 Studium Humanmedizin  
Medizinische Universität Graz  
1997 – 2002 Höhere Lehranstalt für Tourismus  
Kärntner Tourismusschulen Warmbad Villach  
Mit Schwerpunkt Sprachen  
1993 – 1997 Hauptschule Hermagor, Kärnten  
Mit Schwerpunkt Italienisch

Famulaturen: 07 / 2004 Innere Medizin  
LKH Laas, Kärnten  
02 /2006 Unfallchirurgie  
UKH Graz  
07 / 2006 Tropenmedizin  
Univ. Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesien  
07 / 2007 Innere Medizin  
Krankenhaus der Elisabethinen Graz

Arbeits erfahrung:	07 – 09 / 1998	Praktikantin Küche und Service Alpenhof Plattner, Nassfeld, Kärnten
	07 – 08 / 1999	Praktikantin Küche Robinson Select Alpenkönig, Seefeld, Tirol
	06 – 09 / 2000	Praktikantin Rezeption Robinson Club Jandia Playa, Fuerteventura
	07 – 09 / 2001	Barkellnerin Robinson Club Schlanitzen Alm, Kärnten
Aktivitäten während des Studiums:	2005 – 2008	Ehrenamtliche Mitarbeiterin bei der Austrian Medical Students Association (AMSA) für den Bereich Famulaturaustausch
	05 /2006	Mitarbeit beim Teddy Bär Krankenhaus Graz
	SS 2006	Seminar Sonographie in der Inneren Medizin
Thema der Diplomarbeit:	Sarkopenische Adipositas (Einreichung des Abstracts für die 39. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Innere Medizin)	
Sprachkenntnisse:	Englisch	Maturaniveau
	Italienisch	Maturaniveau
	Französisch	Maturanivau
	Spanisch	Grundkenntnisse
EDV Kenntnisse:	Microsoft Office	
Interessen:	Lesen, Sport (Skifahren, Schwimmen, Fitnesscenter), Kochen, Reisen	