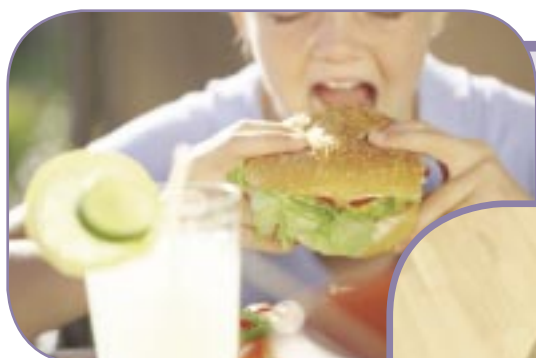


# wissenschaft im blickpunkt

studien - trends - ergebnisse - perspektiven



Beilage zu DBI  
Der Bayerische Internist 3/07  
Juni/Juli 2007

**Kompartimentveränderung  
bei Diabetikern unter Gewichts-  
reduktionstherapie**

---

**P**atienten mit viszeraler Adipositas und einem Typ-II-Diabetes haben ein hohes Risiko für kardiovaskuläre und sonstige Folgeerkrankungen. Eine therapeutische Intervention zur Gewichtsreduktion ist deshalb erforderlich. Im Folgenden werden erste Ergebnisse einer Pilotstudie vorgestellt, die mit einer Mehrstufentherapie versucht, bei einer adipösen Hochrisikogruppe eine nachhaltige Gewichtsreduzierung zu erreichen. Die Fachgesellschaften empfehlen in diesen Fällen eine Kombination von Ernährungs-, Bewegungs- und Verhaltenstherapie. Eine Gewichtsabnahme um 5 bis 10 % erfordert langfristig ein Energiedefizit von 500 bis 800 kcal/Tag. Eine hypoenergetische Mischkost von 1.200 bis 2.000 kcal/Tag mit etwa 50 % Kohlenhydraten, 30 % Fett und 20 % Eiweiß ist hier ebenso angezeigt wie eine Verminderung der Fettzufuhr auf zirka 60 g/Tag.

In der genannten Studie durchliefen die Patienten zunächst eine zirka dreiwöchige Reduktionsphase. In dieser Zeit ersetzten sie mehrere Mahlzeiten durch einen kalorienarmen, eiweißreichen Mahlzeitenersatz (formoline eiweiß-diät). Das verwendete Medizinprodukt enthält hochwertige essenzielle Aminosäuren, einen **CS** von 135, und war substituiert mit Vitaminen, Mineralstoffen, L-Carnitin, Tryptophan und Jod. Die einfache Anwendung und die gezielte Zufuhr aller Nährstoffe sollten dazu beitragen, tradierte Verhaltensmuster der Betroffenen zu durchbrechen. Das Angebot aller essenziellen Nährstoffe in der optimalen Zusammensetzung gewährleistet gleichzeitig, dass der Körper in erster Linie Fett verlor, und nicht das wertvolle Muskelprotein. Parallel zur Ernährungsumstellung erfolgte eine Ernährungsschulung der Patienten, ebenso eine Mobilisierung mittels einer Sport-DVD.

Nachfolgend wird über die ersten Ergebnisse der Reduktionsphase berichtet, insbesondere über die Änderungen der Körperzusammensetzung. Dieser wichtige Parameter der ernährungsmedizinischen Diagnostik

kann mit Hilfe der bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA) objektiv ermittelt werden. Die Körperkompartimente verändern sich in bestimmten Lebensabschnitten, aber auch bei verschiedenen Krankheiten. Verlaufsmessungen erlauben Aussagen über die Effizienz von Ernährungsinterventionen und Bewegungsprogrammen. Besondere Vorteile der BIA sind der relativ geringe apparative Aufwand, die einfache Durchführung in der Praxis und die beliebige Wiederholbarkeit der Untersuchung.

## Bioelektrische Impedanzanalyse

Die Körperzusammensetzung wird indirekt über messbare Parameter quantifiziert. Biophysikalisch besteht der menschliche Körper aus einem inhomogenen Netzwerk von Widerständen und Kondensatoren. Die elektrolytreichen Körperflüssigkeiten bilden im Körper Leitungsbahnen, alle Knochen und Fettgewebe fungieren als Nichtleiter. Zellen wirken durch die Lipoproteinschicht ihrer Zellmembran als Kondensatoren.

Die Impedanz  $Z$  eines biologischen Leiters ist der ohmsche Gesamtwiderstand in einem elektrischen Wechselstromfeld mit konstanter Stromstärke. Dieses kann beim Menschen über zwei an Hand und Fuß platzierte Klebeelektroden erzeugt werden. Die Impedanz besteht aus zwei Teilwiderständen, der Resistanz  $R$  und der Reaktanz  $X_c$ . Die Resistanz ist der reine Widerstand eines Leiters und verhält sich umgekehrt proportional zum Gesamtkörperwasser. Die Reaktanz ist der kapazitive Widerstand, der durch die Kondensatorfunktion der Zellmembranen entsteht, und damit die Grundlage für die Berechnung der Körperzellmasse (Body Cell Mass, BCM).

Bei der BIA wird der Körper mit seinen Geweben und Flüssigkeiten in sogenannte Kompartimente eingeteilt. Die alleinige Gewichtsermittlung kann als Ein-Kompartiment-Modell keine Aussage über Ernährungs- und Hydratationsstatus eines

Probanden machen. Die Gewichtsfeststellung ist daher lediglich als Voraussetzung für die BIA von Bedeutung. Bei einer Zwei-Kompartimenten-Messung werden zusätzlich Resistanz, Gesamtkörperwasser und fettfreie Masse bestimmt. Die Menge an Körperfett ergibt sich hier als Differenz zwischen Körpergewicht und fettfreier Masse. Eine sowohl quantitative als auch qualitative Analyse erlaubt die phasensensitive BIA-Messung nach dem Drei-Kompartimenten-Modell. Die Differenzierung ermöglicht die Qualifizierung der fettfreien Masse als Körperzell- und extrazelluläre Masse (Extra-cellular Mass, ECM).

### Gesamtkörperwasser

Menschen mit hohem Muskelanteil haben gewöhnlich einen hohen Wasseranteil. Um extrazellulär eingelagertes Wasser zu erkennen, sind weitere Parameter notwendig. So sind ein erhöhter ECM/BCM-Index und ein niedriger prozentualer Zellanteil Hinweise auf eine Wassereinlagerung. Der Normbereich für das Gesamtkörperwasser beträgt etwa 50 bis 65 % des Körpergewichts und kann bei adipösen Personen auf unter 40 % absinken.

### Körperzellmasse, extrazelluläre Masse und fettfreie Masse

Die Körperzellmasse ist die Summe aller sauerstoffverbrauchenden, kaliumreichen und glukoseoxidierenden Zellen. Für sie spielen genetische Faktoren (Konstitutionstyp), Lebensalter, Ernährungs- und Trainingszustand eine Rolle. Da die Körperzellmasse gleichzeitig die Regelgröße des Energieverbrauchs ist, muss das Ziel einer langfristig erfolgreichen Gewichtsreduktion der Erhalt oder Aufbau der stoffwechselaktiven Körperzellmasse sein.

Die extrazelluläre Masse besteht aus den Fasern des Bindegewebes, den Knochen und der extrazellulären Flüssigkeit. Körperzellmasse und extrazelluläre Masse bilden zusammen die fettfreie Masse.

## Körperfettmasse

Da Körperfett im Stromkreislauf als Isolator wirkt, wird die Körperfettmasse bei der BIA indirekt als Differenz zwischen Gesamtkörpergewicht und fettfreier Masse berechnet. Die Normwerte sind abhängig von Lebensalter, Geschlecht und Aktivitätslevel.

## Patientenpopulation und Methodik

Die Studienteilnehmer waren überwiegend bis adipös (Body-Mass-Index BMI  $\geq 26 \text{ kg/m}^2$ ), zwischen 26 und 72 Jahre alt und wiesen einen Typ-2-Diabetes auf.

Zu Beginn der Ernährungsumstellung ersetzten die Patienten drei Tage lang zwei bis drei Mahlzeiten durch das Eiweißpräparat. Zusätzlich war eine leichte Mahlzeit (Gemüsesuppe oder gemischter Salat) erlaubt. Dieser Einstiegsphase folgte eine etwa dreiwöchige Reduktionsphase, in der die Patienten zwei Hauptmahlzeiten durch die Proteindiät ersetzen und eine dritte, fettmodifizierte Mahlzeit zu sich nahmen.

Bei jeder der insgesamt vier Visiten wurde das Gewicht der Studienteilnehmer mit einer neuen, genormten Waage ermittelt. Die Laboruntersuchungen erfolgten an anonymisierten Proben in einem durch Ringversuch zertifizierten Labor. Die Bestimmung von Taillenumfang und Körpergröße wurde bei den Visiten 1 und 4 durchgeführt, ebenso die BIA-Messung. Vor der Messung lagen die Patienten fünf Minuten mit leicht abgespreizten Extremitäten auf einer nicht leitenden Unterlage. Die Klebeelektroden wurden nach Entfettung der Haut mit Alkohol auf der rechten Körperseite an Hand- und Fußrücken befestigt. Dabei wurde ein Mindestabstand von 5 cm eingehalten.

Die BIA-Messung erfolgte mit einem Monofrequenzgerät (Juwel medical, Gauting, Modell BodyExplorer 2006), das mit einer Stromstärke von  $800 \mu\text{A}$  und einer Frequenz von 50 kHz arbeitet. Gemessen wurden

Resistenz, Reaktanz und Phasenwinkel. Für die Berechnung nach dem Drei-Kompartiment-Modell wurden die in die Geräte-Software integrierten Formeln genutzt.

## Ergebnisse

Die Datenerhebung umfasste sieben männliche (35,0 %) und 13 weibliche (65,0 %) Patienten. Die Zeitspanne zwischen erster Visite und Abschlussvisite betrug im Mittel  $22,0 \pm 2,2$  Tage. Die Patienten waren im Mittel  $58,4 \pm 11,4$  Jahre alt. Hinsichtlich des Alters unterschieden sich die Geschlechter weder nach dem Mittelwert ( $p_t = 0,844$ ) noch nach der Verteilung ( $p_U = 0,842$ ) statistisch signifikant. Bis auf einen waren alle Studienteilnehmer multimorbid.

Die Auswertung erfolgte nach Geschlechtern getrennt. Hinsichtlich Körpergewicht, BMI und Taillenumfang bestand kein statistischer Unterschied.

Insgesamt verringerte sich das Körpergewicht im Beobachtungszeitraum bei 86 % der männlichen und 92 % der weiblichen Patienten (Tabelle 1). Die absolute Gewichtsverminderung war in beiden Gruppen statistisch signifikant und betrug bei den Männern im Mittel  $3,0 \pm 2,0 \text{ kg}$ , bei den Frauen  $1,9 \pm 1,8 \text{ kg}$ . Der Unterschied zwischen den Gruppen war statistisch nicht signifikant ( $p_U = 0,284$ ).

Gleichzeitig verringerte sich der Taillenumfang bei 71 % der Männer sowie bei 62 % der Frauen. Bei den männlichen Patienten war die absolute Abnahme statistisch signifikant ( $p_{Wil} = 0,046$ ). Sie verzeichneten durchschnittlich eine Reduktion um  $2,9 \pm 2,8 \text{ cm}$ , bei den Frauen betrug sie  $2,4 \pm 4,3 \text{ cm}$ . Eine Verminderung des Hüftumfanges fand sich bei 86 % der männlichen und 54 % der weiblichen Patienten. Im Mittel betrug sie bei den Männern  $1,2 \pm 5,0 \text{ cm}$  und bei den Frauen  $1,2 \pm 4,3 \text{ cm}$ .

71 % der männlichen Patienten und 77 % der weiblichen Patienten registrierten eine Abnahme des Kör-

Gewichtsreduktion	Männlich n=7		Weiblich n=13	
	[n]	[%]	[n]	[%]
Keine	1	14,3	1	7,7
Bis 1 kg	0	0,0	3	23,1
1 bis 3 kg	2	28,6	6	46,2
3 bis 5 kg	3	42,9	2	15,4
Über 5 kg	1	14,3	1	7,7

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung der Veränderung des Körpergewichts.

perftanteils. Bei den weiblichen Teilnehmern war sie statistisch signifikant ( $p_{Wil} = 0,016$ ). Insgesamt verringerte sich der Körperfettanteil bei 75 % der Patienten, bei 25 % erhöhte er sich. Im Mittel betrug die Abnahme  $1,0 \pm 1,4 \%$ , median 0,8 %. Noch deutlicher war der Anwendungserfolg bei der absoluten Körperfettmasse: Insgesamt verringerte sich die Körperfettmasse bei **90 % der Patienten**. Bei 10 % wurde eine Erhöhung festgestellt. 15 % verzeichneten trotz Erhöhung des Körperfettanteils eine Verminderung der absoluten Körperfettmasse. Im Mittel betrug die Reduzierung der Körperfettmasse  $1,8 \pm 1,3 \text{ kg}$ , median 1,6 kg. Die Abnahme der absoluten Körperfettmasse war ebenfalls statistisch signifikant ( $p_{Wil} < 0,001$ ). Betrachtet man beide Geschlechter getrennt, verringerte sich die Körperfettmasse bei **fünf männlichen und zwölf weiblichen** Patienten. Die Verminderung betrug  $2,0 \pm 1,6 \text{ kg}$  bei den Männern beziehungsweise  $1,7 \pm 1,3 \text{ kg}$  bei den Frauen und war in beiden Patientengruppen statistisch signifikant (Abbildung 1).

Da die Menge an Körperfett über die Differenz zwischen fettfreier Masse und Körpergewicht berechnet wird, sind hier auch die Veränderungen des Gesamtkörperwassers zu berücksichtigen. Diese können im Rahmen einer Gewichtsreduktion entweder durch Reduktion beziehungsweise Expansion des extrazellulären Wassers oder durch Reduktion beziehungsweise Erhöhung der

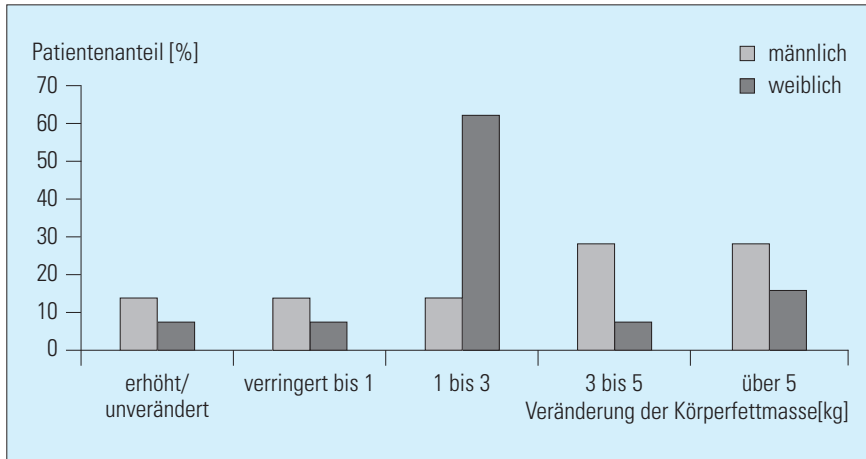


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Veränderung der Körperfettmasse.

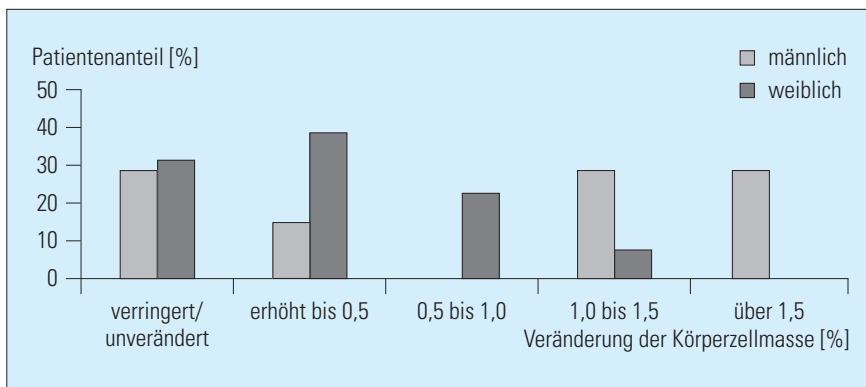


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Veränderung der Körperzellmasse.

Körperzellmasse bedingt sein, haben jedoch immer Auswirkungen auf den Folgeparameter Körperfett.

Insgesamt verringerte sich der Körperwasseranteil bei 30 % der Studienteilnehmer. 70 % verzeichneten eine Erhöhung des Körperwassers, median um 0,6 %. Die Abnahme des Körperwasseranteils war statistisch signifikant ( $p_{Wil} < 0,033$ ).

Diese Veränderungen des Körperwassers lassen sich durch die nähere Betrachtung der Körperzellmasse differenzieren. Gleichzeitig verringerte sich bei 25 % der Patienten die Körperzellmasse. Bei 70 % wurde dagegen eine Erhöhung festgestellt, bei einem Patienten (5 %) blieb der Wert unverändert. Im Mittel betrug die Erhöhung der Körperzellmasse  $0,5 \pm 0,9$  %, median 0,4 %. Die Zunahme der Körperzellmasse war statistisch signifikant

( $p_{Wil} < 0,014$ ). Betrachtet man diese Veränderung geschlechtsspezifisch (Abbildung 2), erhöhte sich die Körperzellmasse bei 71 % der männlichen Patienten ( $0,7 \pm 1,5$  %) sowie bei 69 % der weiblichen Patienten signifikant ( $0,4 \pm 0,5$  %).

Setzt man die Veränderungen des Gesamtkörperwassers in Relation zur Körperzellmasse, ist festzustellen, dass die Veränderungen des Gesamtkörperwassers bei 55 % der Patienten mit einem Aufbau der Körperzellmasse korrelierten. Bei 30 % der Studienteilnehmer kam es zu einer Verringerung des Wasseranteils, aber lediglich bei 15 % fand auch eine Reduktion der Körperzellmasse statt. Die deutliche Abnahme der Körperfettmasse wurde also ohne den häufig damit verbundenen überproportionalen Abbau der Körperzellmasse erreicht.

Als unerwünschte Wirkungen traten Kopfleere, Übelkeit, Koliken, Wassereinlagerungen, Wadenkrämpfe, Verstopfung und fester Stuhlgang auf. Sie waren jedoch reversibel, erforderten kein Eingreifen des Therapeuten und sind damit als unproblematisch einzustufen. Zudem konnten sie nicht ursächlich der Therapie zugeordnet werden.

## Diskussion

Die vorliegende Studie untersuchte den Effekt eines Mahlzeitenersatzes durch ein Eiweißpräparat im Rahmen einer Gewichtsreduktionstherapie. Die weiblichen Patienten registrierten trotz des kurzen Beobachtungszeitraumes eine signifikante Gewichtsreduktion sowie eine signifikante Verringerung von Körperfettanteil und Körperfettmasse. Gleichzeitig war eine signifikante Zunahme der Körperzellmasse festzustellen. Bei den männlichen Patienten war eine vergleichbare Tendenz zu verzeichnen, die bei Körpergewicht und Körperfettmasse ebenfalls das Signifikanzniveau erreichte.

Insgesamt erzielten die Patienten bemerkenswerte Erfolge im Sinne einer Verminderung ihrer Fettmasse und einer Vermehrung der Muskelmasse. Ihre Diät zur Gewichtsreduktion sollten sie durch Bewegung und einen Ernährungskurs unterstützen. Naturgemäß konnte nicht überprüft werden, wie gründlich die Sportaktivitäten umgesetzt wurden. Sicher ist aber, dass das Eiweißpräparat genutzt und das Angebot wöchentlicher Gruppentreffen von allen Teilnehmern wahrgenommen wurde.

Die Fachgesellschaften empfehlen eine wöchentliche Gewichtsabnahme zwischen 500 g und 1 kg. Im Mittel nahmen die Studienteilnehmer in 22 Tagen 2,2 kg ab – somit wurde die Empfehlung umgesetzt. Die Ergebnisse der ersten Phase dieser Mehrstufentherapie belegen, dass der beschriebene Mahlzeitenersatz einen guten Einstieg in eine Gewichtsreduktionstherapie darstellt.

► M. Stoll, A. Tschepe-Neumann, U. Jung, N. Bitterlich, I. Burkard

## Impressum

**Wichtiger Hinweis:** Der Benutzer dieser wissenschaftlichen Beilage ist aufgefordert, die Beipackzettel der verwendeten Präparate sorgfältig zu prüfen, um festzustellen, ob die dort gegebenen Dosierungsempfehlungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber den Angaben in dieser Beilage abweichen. Eine Haftung der Autoren, Beiräte oder des Verlages ist deshalb ausgeschlossen.

© 2007 Jürgen Hartmann Verlag GmbH, Seefeld 18, 91093 Heßdorf-Klebheim  
Tel.: 09135/7123-0  
Fax: 09135/7123-40  
E-Mail: kontakt@hartmann-verlag.de  
Internet: www.hartmann-verlag.de

Redaktion:  
B. Blunck, A. Bauer