Körpergewichtsregulation im Alter

Die Gewichtszunahme des alternden Menschen ist bedingt durch das übermässige Anwachsen der Fettreserven infolge einer mit fortschreitendem Alter zunehmenden Dysregulation der Energie- und Lipidbilanz. Ab dem 50. Lebensjahr leiden 50 Prozent der Schweizer unter einem starken bis sehr starken Übergewicht (Adipositas) (1). Parallel dazu reduziert sich langsam auch die Muskelmasse, was zu einem niedrigeren Ruheenergieverbrauch und damit auch zu einem sinkenden Energiebedarf führt, der bei gleichzeitiger Abnahme der körperlichen Aktivität noch weiter reduziert wird. Im fortgeschrittenen Alter kommt es daher zu einem deutlichen Rückgang des Energiebedarfs, bei gleich bleibendem Nährstoffbedarf (in Form von Vitaminen, Mineralsalzen, Spurenelementen). Eine Gewichtszunahme lässt sich also nur verhindern, wenn die Energiezufuhr entsprechend reduziert wird. Da sich der Nährstoffbedarf nicht verändert, muss gleichzeitig die Nährstoffdichte der zugeführten Lebensmittel erhöht werden, um subklinische Defizite zu verhindern. Die Unfähigkeit des «Systems», die Energiebilanz im Alter bedarfsgenau zu justieren, zeigt sich auch in einem spontan zunehmenden Ruhigerwerden des Menschen. Die Ansicht, dass ein über Jahrzehnte hinweg kumulierender, winzig kleiner positiver Fehler im Gleichgewicht des Energie- und Fettstoffwechsels die teilweise erhebliche Gewichtszunahme erklären könnte, ist dagegen falsch, auch wenn sie zu Beginn des 21. Jahrhunderts noch sehr verbreitet ist.

Yves Schutz

1. Der Energiebedarf im Alter

Die Anpassung der Energiezufuhr an die individuellen Bedürfnisse ist eine Conditio sine qua non für die Aufrechterhaltung der Körpermasse im Alter *(Abbildung 1)*.

Veränderung des Energieverbrauchs im Alter: Ruheumsatz, nahrungsinduzierte Thermogenese und körperliche Aktivität

Der *Grundumsatz* (GU) stellt mit 50 bis 70 Prozent (abhängig vom Ausmass der körperlichen Aktivität) die Hauptkomponente des Energieverbrauchs dar. Verringert sich der GU im Alter, kommt es dementsprechend zu erheblichen Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Ab dem 20. bis über das 75. Lebensjahr hinaus beträgt der Rückgang des GU etwa 2 Prozent pro Jahrzehnt bei Frauen und 3 Prozent bei Männern (2). Bei Übergewichtigen, die mit steigendem Alter zugenommen haben, bleibt der GU zunächst bis 50 in etwa konstant (wegen der Gewichtszunahme), fällt danach aber unweigerlich ab.

Die *postprandiale Thermogenese* macht allein etwa 5 bis 15 Prozent des Gesamtverbrauchs aus. Studien, die sich mit den Veränderungen der Thermogenese im Alter befasst haben, zeigen widersprüchliche Ergebnisse: Einige konnten keinerlei Veränderung beobachten, während in anderen ein mässiger Rückgang verzeichnet wurde. Die quantitative Bedeutung der Thermogenese für den Gesamtenergieverbrauch bleibt indessen bescheiden.

Die Veränderung der *körperlichen Aktivität* im Alter kann durch zweierlei Messverfahren ermittelt werden: 1. durch Messung des Energieverbrauchs

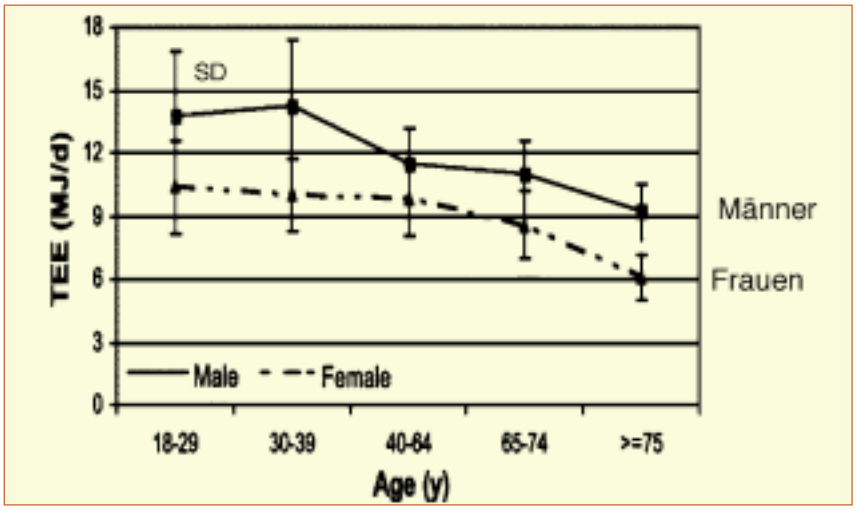

Abbildung 1: Gesamtenergieverbrauch im Alter. Isotopenmessung mit doppelt markiertem Wasser
TEE = Total Energy Expenditure; SD = Standard Deviation (Robert & Rosenberg, 2006).

und 2. durch indirekte Messungen wie Bewegungsmesser (Schrittzähler oder Beschleunigungsmesser), durch Bestimmung der Herzfrequenz oder der Ortsveränderung mittels GPS. Im ersten Fall wird das Verhältnis zwischen Gesamtverbrauch und GU über 24 Stunden bestimmt, was dem Leistungsumsatz oder *physical activity level (PAL)* entspricht. Ein vernünftig hoher Quotient (z.B. 1,8–2,0) bedeutet, dass die körperliche Aktivität in der Lage ist, den Energieumsatz um 80 bis 100 Prozent zu erhöhen.

Tabelle 1 zeigt eine Abnahme des PAL-Wertes um 0,1 bis 0,2 Einheiten zwischen dem 20. und 60. Lebensjahr (2). Der Verlauf dieser Abnahme ist jedoch nicht gleichmässig, weil sie sich besonders nach dem 40. bis 50. Lebensjahr manifestiert. Es wurde beobachtet, dass die Abnahme des PAL-Wertes invers korreliert mit der Zunahme der Fettgewebsmasse. Weitere Faktoren wie die Körperzusammensetzung und die Gesamtheit der physischen Fähigkeiten könnten ebenfalls eine Rolle spielen.

In einer Lausanner Studie (3), bei der ein Schrittzähler zum Einsatz kam, nahm die Anzahl Schritte pro Tag bei Männern mittleren Alters im Vergleich mit jüngeren Männern von 11 900 auf 6700 ab, während sie bei Frauen von 9300 auf 7300 zurückging.

Isotopen-Messungen zur Bestimmung der Veränderung des Gesamtenergieverbrauchs im Alter

Eine Gesamtanalyse publizierter Studien zum *Gesamt*-Energieverbrauch, deren Daten auf Isotopen-Messungen mit doppelt markiertem Wasser in Kombination mit indirekter Kalorimetrie basieren, wurde kürzlich von Roberts und Dallal (2) durchgeführt. Eine Zusammenfassung der Studien mit 802 nicht randomisierten Versuchspersonen erlaubt nun eine kohärente Sicht der Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs im Alter. Ein Auszug aus den wichtigsten Resultaten ist in *Tabelle 1* wiedergegeben. Festzustellen ist ein bedeutsamer Rückgang des Gesamtenergieverbrauchs um 15 bis 20 Prozent. So nimmt beispielsweise der Energieverbrauch bei normalgewichtigen Frauen innert 40 Jahren von täglich 2400 kcal auf 2000 kcal/d ab (-16%), und der PAL-Wert reduziert sich um 0,1 Einheit, nämlich von 1,79 auf 1,69. Interessant an dieser Querschnittstudie ist, dass das Gewicht altersabhängig relativ vergleichbar ist. Bei übergewichtigen Personen ist der gleiche Trend zu beobachten, wobei das Ausmass des Rückgangs des Gesamtenergieverbrauches unterschiedlich ist und je nach Geschlecht zwischen 5 und 25 Prozent liegt.

Tabelle 1: **Alters- und Body-Mass-Index-abhängiger Gesamtenergieverbrauch (GEV) und Level körperlicher Aktivität (PAL)** (Roberts & Dallal, 2005)

	Normalgewicht GEV (kcal/Tag)	Normalgewicht PAL	Übergewicht GEV (kcal/Tag)	Übergewicht PAL
Männer				
20–30 Jahre	3050 ± 510	1,75 ± 0,22	3020 ± 840	1,90 ± 0,2
60–70 Jahre	2400 ± 440	1,61 ± 0,18	2850 ± 420	1,71 ± 0,29
Frauen				
20–30 Jahre	2430 ± 390	1,79 ± 0,28	2710 ± 390	1,78 ± 0,23
60–70 Jahre	2040 ± 340	1,69 ± 0,31	2060 ± 290	1,52 ± 0,23

2. Die altersabhängige Entwicklung des Körpergewichts: Zeugnis einer inadäquaten Energiebilanz

Querschnittuntersuchungen aus Industrieländern (Schweiz inbegriffen) belegen eine deutliche Zunahme des Körpergewichts und der Körperfettmasse (besonders des Viszeralfettes) bis ungefähr zum 65. Lebensjahr, die bei Männern früher eintritt als bei Frauen (1). Die Zunahme des Viszeralfetts korreliert dabei mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität und ist mit erheblichen Gesundheitskosten verbunden.

Durch ein Bias von Querschnittstudien (Kohorteneffekt) werden die im Querschnitt berechneten Gewichtszunahmen unterbewertet, da heutzutage der mittlere Body-Mass-Index (BMI) junger Erwachsener höher liegt als derjenige ihrer Eltern im gleichen Alter. Zudem beeinträchtigt ein weiteres Bias die Querschnittuntersuchungen: Die mittlere Lebensdauer adipöser Personen ist nämlich kürzer, sodass sie vorzeitig aus dem Kollektiv ausscheiden, was die Mittelwerte für Körpergewicht und BMI im fortgeschrittenen Alter nach unten drückt. Daraus folgt, dass der in den Querschnittstudien gezeigte Abfall des Körpergewichts in den letzten zwei Lebensjahrzehnten eher überbewertet wird.

Der Versuch, die Magermasse im Alter aufrechtzuerhalten, wird mit einer Zunahme des Körpergewichts bezahlt

Obwohl die Gewichtszunahme vorwiegend durch eine übermässige Zunahme adipösen Gewebes bei Männern und Frauen zu erklären ist, stammt ein geringer Anteil des Zusatzgewichtes aus der Magermasse (vor allem nichtmuskulärer Natur). Mit anderen Worten: die «spontane» Gewichtszunahme im Alter erlaubt es, die Erosion der Magermasse im Alter wenigstens teilweise zu kompensieren. Die Gewichtszunahme verhindert ausserdem, wie oben gezeigt, ein zu starkes Absinken des Nahrungsbedarfs im Alter. Das führt also zu einer Art Circulus vitiosus, dargestellt in *Abbildung 2*, der sich nur im Verlauf der ersten Lebensjahrzehnte zeigt: Die Deregulierung der Nahrungszufuhr im Alter

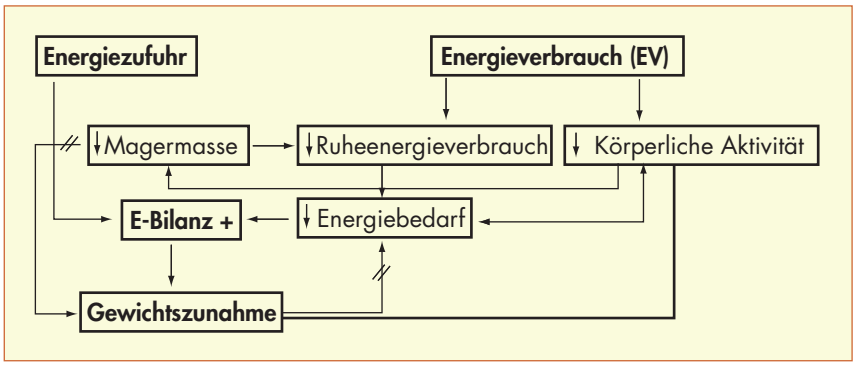

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Entwicklung der Energiebilanz in den ersten Jahrzehnten des Erwachsenenlebens (20–70 Jahre).

führt zu einer Gewichtszunahme, was wiederum den Energiebedarf steigert, damit die neu gewonnenen Pfunde auch erhalten bleiben. Grob geschätzt kann eine Gewichtszunahme um 10 kg den Gesamtenergieverbrauch um etwa 150 bis 200 kcal/Tag steigern, was den sinkenden Energiebedarf aufgrund des abnehmenden Ruheumsatzes und der reduzierten körperlichen Aktivität wieder teilweise kompensiert *(Abbildung 1)*.

Umkehr der Gewichtsentwicklung im Alter

Die Entwicklung der Energiebilanz verläuft in den ersten und letzten Jahrzehnten eines Erwachsenenlebens unterschiedlich, was die Deregulierung des Energiestoffwechsels und die gestörte Kontrolle der Nahrungsaufnahme belegt (4–5). Bis etwa zum 65. bis 75. Lebensjahr verzeichnet man im Allgemeinen eine Gewichtszunahme, die von einer positiven Energiebilanz zeugt. Hauptursachen sind eine Verringerung des Gesamtenergieverbrauchs zusammen mit der Aufrechterhaltung (ja sogar der Erhöhung) der Nahrungszufuhr, was zu einer positiven Energiebilanz führt *(Abbildung 2)*. Durch diese Gewichtszunahme wird ein neues Energiegleichgewicht erreicht und damit auch eine (mehr oder weniger vorübergehende) Stabilisierung des Körpergewichts, allerdings auf höherem Niveau. Die Gewichtszunahme im Alter stellt jedoch wegen der Zunahme des Bauchfettgewebes einen Risikofaktor dar.

Nach dem 75. Lebensjahr kehrt sich der Trend dagegen um: Diverse soziale, psychologische, physiologische und medizinische Faktoren bewirken, dass die Energiezufuhr sehr stark abnimmt (Anorexie), und zwar ungeachtet der Tatsache, dass der Energieverbrauch durch Erosion der Muskelmasse ohnehin weiter abnimmt, was zur Folge hat, dass auch der Ruheenergieverbrauch abfällt *(Abbildung 3)*. Parallel dazu nimmt die spontane körperliche Aktivität weiter ab, und das Ruhebedürfnis des Menschen steigt. Dies hängt mit dem Rückgang der körperlichen und funktionellen (oft durch Krankheiten reduzierten) Leistungsfähigkeit zusammen. Ein energetisches Gleichgewicht wird nicht mehr unbedingt erreicht, und das Körpergewicht nimmt unweigerlich ab (6). Die verringerte Nahrungszufuhr und der Gewichtsverlust im fortgeschrittenen Alter stellen einen Risikofaktor für vorzeitigen Tod dar.

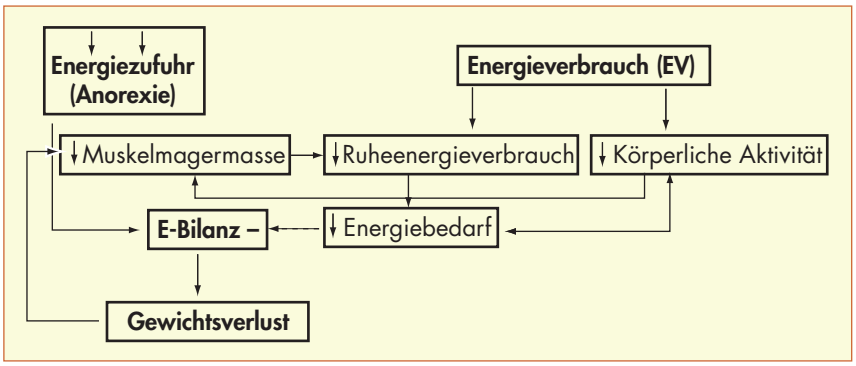

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Entwicklung der Energiebilanz in den letzten Jahrzehnten des Erwachsenenlebens (nach 70–75 Jahren).

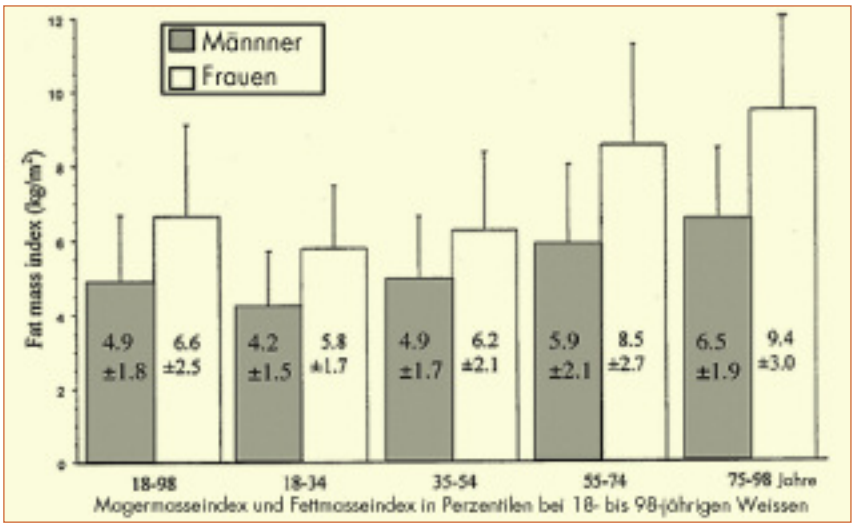

Abbildung 4: Entwicklung des Fettmasseindex («Fat-Mass-Index») im Alter (aus Schutz, Kyle & Pichard, 2002).

3. Die Entwicklung des Körpergewichts und der Körperzusammensetzung im Alter: die Genfer Studien

Wir haben in Genf mehrere Schweizer Studien über Körpergewicht und Körperzusammensetzung durchgeführt (7–10), um nationale Referenzwerte für Mager- und Fettmasse in absoluten und für die Körpergrösse standardisierten Werten zu erhalten (7). In einer gemischten Population in Genf nimmt die für die Körpergrösse standardisierte Fettmasse im Alter bis zum 6. Lebensjahrzehnt im Quadrat zu (FMI = «Fat-Mass-Index» *[Abbildung 4])*. Danach tendiert sie zu stabileren Werten. Für die Fettbilanz bedeutet das in den ersten Lebensjahrzehnten eine endogene Oxidation des Körperfetts, die niedriger ist als die exogene Fettzufuhr. Die für die Körpergrösse standardisierte Magermasse im Quadrat (FFMI = «Fat-free-Mass-Index») wird (paradoxerweise) im Alter bis zum 6. Jahrzehnt beibehalten *(Abbildung 5)*, was darauf hinweist, dass die Stickstoff-(Protein-)Bilanz per se kein Problem darstellt. Anzumerken ist, dass dies für das fortgeschrittene Alter, wo die Magermasse kollabiert, nicht mehr zutrifft. Dafür gibt es zwei Gründe, nämlich eine ungenügende Kalorienzufuhr (Anorexie) sowie eine marginale (oder gar defizitäre) Proteinzufuhr. Diese zwei Faktoren üben beide einen negativen Einfluss auf die Stickstoff-(Protein-)Bilanz aus. Dazu kommt, dass die Sedentarität einen negativen Effekt auf den Magermasseindex ausübt (8).

Sarkopenie

Der Begriff Sarkopenie bezeichnet einen progressiven Abbau der Muskelmasse und der Muskelkraft im fortgeschrittenen Alter (11), der häufig mit einem Verlust an Knochenmasse und Knochendichte (Osteoporose) einhergeht. Dies führt zu allgemeiner Dysfunktion sowie zu Behinderungen der Bewegungsmotorik, verbunden mit

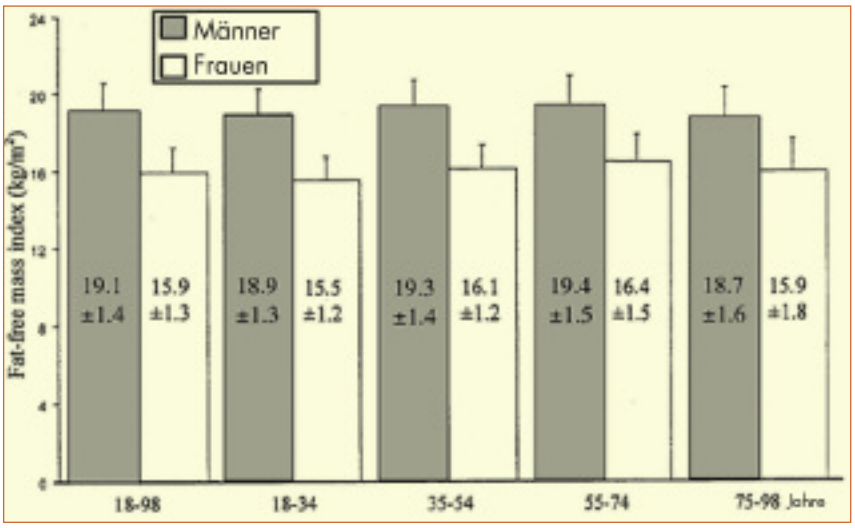

Abbildung 5: Entwicklung des Magermasseindex («Fat-free-Mass-Index») im Alter (nach Schutz, Kyle & Pichard, 2002).

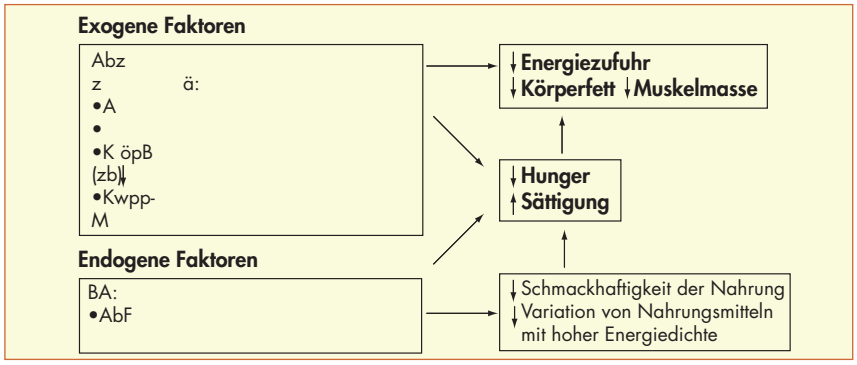

Abbildung 6: Mögliche Ursachen der Anorexie im fortgeschrittenen Alter (adaptiert nach Hay & Roberts, 2006).

einer erhöhten Sturz- und Verletzungsgefahr. Die Betroffenen leiden allgemein unter einer erheblich reduzierten Lebensqualität. Selbst bei Personen, die lange gesund erscheinen, lässt sich nach 65 bis 75 Lebensjahren ein Gewichtsverlust sowie ein Rückgang des Körperfetts und der Magermasse (Sarkopenie) feststellen.

Der Magermasseindex: ein diagnostischer Basiswert bei älteren Patienten

Ein Abbau der Magermasse gilt als Risikofaktor für Morbidität und Mortalität und führt zu einer Schädigung der Allgemeinfunktionen, insbesondere der spontanen Bewegungsabläufe (Lokomotorik). Ein frühzeitiges Erkennen dieses sarkopenischen Zustandes erlaubt es, rechtzeitig Gegenmassnahmen zu treffen, die Situation zu stabilisieren beziehungsweise zu korrigieren, und zwar durch eine adäquate therapeutische Betreuung, dank der die Überlebenschancen und die Lebensqualität älterer Patienten verbessert werden können.

Das Ausmass des Muskelmasseabbaus beziehungsweise der Sarkopenie-Grad lässt sich durch die Berechnung des Magermasseindex (Fat-free-Mass-Index oder FFMI), gemäss einem neuen Konzept von Schutz et al. (7) aus dem Jahr 2002, bestimmen. Dank der Zusammenarbeit zwischen dem Physiologischen Institut Lausanne und dem Genfer Universitäts- und Kantonsspital konnten hierfür schweizerische Referenznormen entwickelt werden.

Bei 145 älteren Menschen in Alters- und Pflegeheimen wurden vor kurzem entsprechende Messungen vorgenommen (Schutz et al., noch unveröffentlichte Daten). Merkmale der in die Untersuchung eingeschlossenen Personen waren: 81 Prozent Frauen, im Mittel 82 Jahre alt, 59 kg, 157 cm, Body-Mass-Index 24,1 kg/m². Die Mittelwerte des FFMI lagen bei 15,8 kg/m², diejenigen des FMI bei 8,3 kg/m². Der Prozentsatz der Patienten mit einem Magermasseindex (FFMI) unterhalb der definierten Normwerte (Sarkopenie) belief sich auf etwa 10 Prozent, ein erstaunlich niedriger Wert, der aber auch von den Diagnosekriterien abhängt. Die Bestimmung des Magermasseindex durch einfache ambulatorische Massnahmen (z.B. totale Impedanzmessungen) könnte künftig sehr wohl eine objektive, verlässliche Nachweismethode sarkopenischer Zustände werden, unter der Voraussetzung der wissenschaftlichen Validierung vor allem bei sehr alten Personen (75 Jahre und älter), die diesem Risiko besonders ausgesetzt sind.

Anorexie im fortgeschrittenen Alter: ein Zusammenspiel zahlreicher Faktoren

Die häufig bei sehr alten Menschen beobachtete Anorexie führt zu einem unwillkürlichen progressiven Gewichtsverlust nach dem 7. Lebensjahrzehnt. Dieser Gewichtsverlust lässt sich durch mehrere Faktoren erklären, die vor allem exogener Natur sind und soziale, psychologische, körperliche und medizinische Gründe haben, wie Armut, Verlust und Trauer, Essen in Einsamkeit, Abhängigkeit von Nahrungsversorgung, körperliche Schwächen. Dies alles schränkt die Einkaufsmöglichkeiten, die Auswahl und Vielfalt der Nahrung ein und erklärt die Schwierigkeiten bei der Selbstzubereitung von Mahlzeiten. Dazu kommen die Auswirkungen von Medikamenten sowie insbesondere von Krankheiten (Depression, Demenz), die Appetit und Nahrungsaufnahme zusätzlich negativ beeinflussen *(Abbildung 6)*.

Weitere endogene Faktoren wie Abnahme und Veränderungen des Geschmacksempfindens spielen ebenfalls eine Rolle. All diese Faktoren tragen dazu bei, die Energiebilanz zu verschlechtern, und führen zu einem unwillkürlichen Gewichtsverlust, insbesondere zu einem starken Abbau der Muskelmagermasse. Daraus ergeben sich eine erhöhte Mortalität sowie ein höheres Risiko für Oberschenkelhals-Frakturen (12). Diese Situation lässt sich durch zusätzliche Energiezufuhr und Gewichtszunahme verbessern.

Welche physiologischen Mechanismen erklären den Rückgang der Nahrungsaufnahme im höheren Alter?

Abbildung 7 stellt schematisch die Stoffwechselfaktoren dar, die für die Abnahme des Hungers und die Zunahme der postprandialen Sättigung im höheren Alter verantwortlich sind. Mehrere Faktoren scheinen daran beteiligt zu sein:

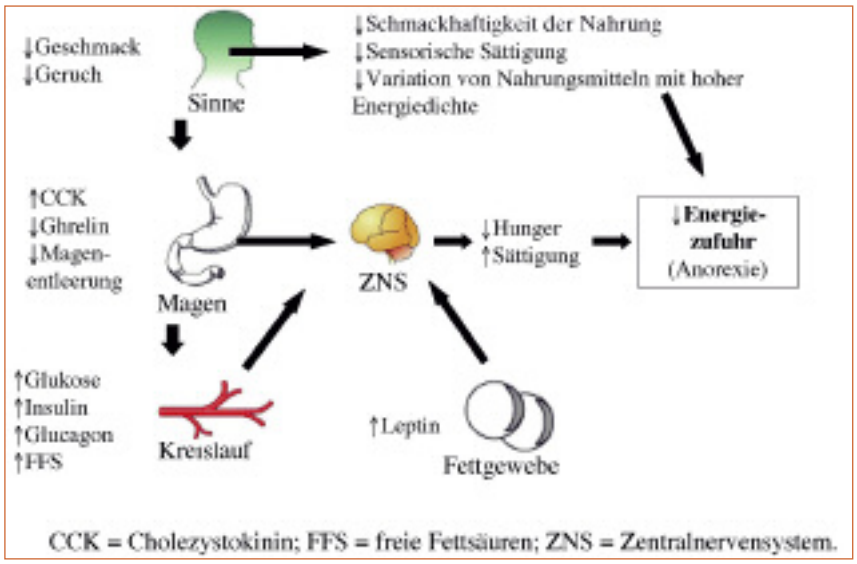

Abbildung 7: Physiologisches Modell der Anorexie im fortgeschrittenen Alter (nach Roberts & Rosenberg, 2006).

1. Die mit dem Alter verbundenen Veränderungen des Geschmacks- und Geruchssinns;
2. Alterstypische Einschränkungen, die die Vielfalt und Ausgewogenheit der Ernährung beeinträchtigen;
3. Eine Zunahme des Cholezystokinins, das zusammen mit dem Neuropeptid Y (NPY) die Nahrungsaufnahme regelt;
4. Eine langsamere Magenentleerung, was die postprandiale Sättigung zusätzlich steigert;
5. Eine Verringerung der Insulinsensitivität, die mit einer Zunahme der Insulinämie sowie der postprandialen Glykämie einhergeht. Ein Anstieg des Glucagons könnte bei der Erhöhung der postprandialen Sättigung ebenfalls eine Rolle spielen.

4. Schlussfolgerung

Im Laufe des Erwachsenenlebens ergibt sich aus der ungenauer werdenden Regulation der Energiebilanz, die sich vor allem durch exogene Faktoren erklärt, eine (im Verhältnis zu den im Alter sukzessive abnehmenden energetischen Bedürfnissen) relativ übermässige Energiezufuhr. Dies führt zu einer progressiven Gewichtszunahme bis zum 65.–70. Lebensjahr. Danach kommt es allmählich zu einer Bilanzumkehr. Im fortgeschrittenen Alter nimmt die Fähigkeit zur präzisen Regulation der Nahrungszufuhr so weit ab, dass es zu einer Anorexie kommt, die sich durch einen mit etwa 75 beginnenden Gewichtsverlust manifestiert. Noch ist nicht bekannt, wie der Übergang vom Zuwachs zur Abnahme vor sich geht. Vom ärztlichen und praktischen Standpunkt aus erlaubt die regelmässige Kontrolle des Körpergewichts durch den Allgemeinmediziner/Internisten oder durch den Patienten selbst, sowohl die Gewichtszunahme im Alter als auch eine mögliche Verschlechterung des Ernährungszustandes rechtzeitig zu diagnostizieren oder zu verhindern. ■

Danksagung

Ich danke V. Lecoultre für seinen Beitrag.

Korrespondenzadresse:
PD Dr. Yves Schutz, Ph.D., M.Ph.
Abteilung für Physiologie
Medizinisch-biologische Fakultät
Universität Lausanne
1005 Lausanne
E-Mail: yves.schutz@unil.ch

Literatur:

1. Suter PM , Schutz Y ; Overweight and obesity in adults, 5th Swiss Report of Nutrition. Swiss Federal Office of Public Health, OFSP, 2005.
2. Roberts SB, Dallal GE; Energy requirements and aging. Public Health Nutr. 2005; 8: 1028–36.
3. Sequeira MM, Rickenbach M, Wietlisbach V, Tullen B, Schutz Y. Physical activity assessment using a pedometer and its comparison with a questionnaire in a large population survey. Am J Epidemiol. 1995; 142: 989–99.
4. Roberts SB and Rosenberg I; Nutrition and Aging: Changes in the Regulation of Energy Metabolism With Aging. Physiol. Rev.2006; 86: 651–667.
5. Roberts SB. Impaired regulation of energy intake in old age. Nestle Nutr Workshop Ser Clin Perform Programme. 2002; 6: 49–60.
6. Delarue J, Constans T, Malvy D, Pradignac A, Couet C, Lamisse F. Anthropometric values in an elderly French population. Br J Nutr. 1994; 71: 295–302.
7. Schutz Y, Kyle UU, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. Int J Obes Relat Metab Disord. 2002; 26: 953–60.
8. Kyle UG, Morabia A, Schutz Y, Pichard C. Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. Nutrition. 2004; 20: 255–60.
9. Kyle UG, Dupertuis YM, Pichard C, Schutz Y. Body composition interpretation. Contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. Nutrition. 2003; 19: 597–604.
10. Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects. Nutrition. 2000; 16: 245–54.
11. Crepaldi G, Maggi S. Sarcopenia and osteoporosis: A hazardous duet. J Endocrinol Invest. 2005; 28 (10 Suppl): 66–89.
12. Morley JE. Pathophysiology of weight loss in older persons. Nestle Nutr Workshop Ser Clin Perform Programme. 2005; 10: 167–72; discussion 172–8.