

Die Rolle der Ernährung bei der Entstehung von Sarkopenie und Frailty

*Dorothee Volkert,
Julia Bollwein,
Rebecca Diekmann,
Cornel Sieber,
Nürnberg*

Sarkopenie und Frailty sind zwei hochrelevante geriatrische Gesundheitsprobleme, denen aufgrund ihrer weitreichenden Folgen und der demografischen Entwicklung zukünftig noch mehr Bedeutung zukommen wird. Bei ihrer Entstehung wird der Ernährung neben anderen Faktoren wie Hormon- und Entzündungsstatus, Erkrankungen und körperlicher

Inaktivität eine zentrale Rolle zugesprochen. In zahlreichen Studien der letzten Jahre hat sich ein Zusammenhang zwischen verschiedenen Ernährungsfaktoren und den beiden Phänomenen gezeigt. Neben der richtigen Nahrungsmenge ist dabei auch ihre Zusammensetzung von Bedeutung.

Sarkopenie

Der Alterungsprozess ist mit quantitativen und qualitativen Veränderungen der Skelettmuskulatur verbunden, die mit einer Abnahme von körperlicher Aktivität, Funktionalität und Leistungsfähigkeit einhergehen und von großer Bedeutung für Gesundheit und Lebensqualität älterer Menschen sind. Muskelmasse und Muskelfunktion nehmen im Rahmen des normalen Alterungsprozesses ab dem 50. Lebensjahr kontinuierlich um etwa 1–2 % pro Jahr ab, wobei die Ausprägung des Muskelabbaus durch verschiedene Faktoren wie Erkrankungen, körperliche Inaktivität und Fehlernährung verstärkt werden kann. Geht die Abnahme an Muskelmasse und Muskelkraft über den normalen Altersverlust hinaus, spricht man von Sarkopenie [1].

Frailty

Eng mit Sarkopenie verbunden ist das Syndrom der Gebrechlichkeit oder „Frailty“, das insbesondere im hohen Alter weit verbreitet ist. Frailty beschreibt die Abnahme funktioneller Reserven in physiologischen Systemen und die daraus resultierende verminderte Belastbarkeit des hochbetagten Organismus gegenüber endogenen und exogenen Störfaktoren [2]. Das Frailty-Syndrom ist durch physische, psychische und soziologische Faktoren bestimmt, wobei der Fokus bisheriger Forschung im physischen Bereich liegt. Hier hat sich die Definition von FRIED et al. [3] zur Erfassung allgemein durchgesetzt. Demnach ist Gebrechlichkeit durch körperliche Schwäche, rasche Ermüdbarkeit, verlangsamte Gehgeschwindigkeit, verminderte Aktivität und einen unbeabsichtigten Gewichtsverlust charakterisiert. Die Diagnose „Frailty“ wird gestellt, wenn mindestens 3 dieser 5 Kriterien erfüllt sind.

Bedeutung von Sarkopenie und Frailty

Sarkopenie und Frailty sind sowohl pathophysiologisch als auch klinisch eng miteinander verbunden und hochrelevant für die Funktionalität und Mobilität älterer Menschen, aber auch für Morbidität und Mortalität. ♦Abbildung 1 veranschaulicht die Zusammenhänge.

Da die Skelettmuskulatur eine wichtige Rolle bei der Regulation des Stoffsstoffwechsels spielt, beeinträchtigt eine Abnahme der Muskelmasse auch die metabolische Anpassung an Krankheits- und Stresssituationen. In der „Cardiovascular Health Study“ wurde bei mehr als 5000 über 65-jährigen Probanden festgestellt, dass Frailty mit mehr chronischen Begleiterkrankungen und Behinderungen einhergeht und innerhalb von drei Jahren prädiktiv für Stürze, Behinderung, Mobilitätsverschlechterung, Klinikeinweisung und Tod ist. Teilnehmer mit nur ein oder zwei Gebrechlichkeitskriterien zu Beginn der Studie („Pre-Frailty“) hatten ein erhöhtes Risiko, innerhalb der kommenden 3–4 Jahre gebrechlich zu werden [3]. In weiteren Studien

wurde für mehrere chronische Krankheiten, z. B. koronare Herzkrankheit, Schlaganfall, Alzheimer-Demenz oder Morbus Parkinson, gezeigt, dass Frailty den Verlauf negativ beeinflusst [4].

Sarkopenie und Frailty können somit für die Betroffenen erhebliche Einbußen der Selbstständigkeit und Lebensqualität bewirken. Sie können den Einsatz von sozialen Hilfsdiensten beziehungsweise die Aufnahme in ein Heim erforderlich machen und erhöhen den Bedarf an ambulanten und stationären ärztlichen Behandlungen. Sarkopenie und Frailty sind somit auch von erheblicher gesundheitsökonomischer Relevanz. Angesichts der demografischen Entwicklung ist die optimale Erhaltung von Muskelmasse und -funktion bis ins hohe Alter demnach ein wichtiges Ziel von enormer gesellschaftlicher Bedeutung.

Rolle der Ernährung bei der Entstehung von Sarkopenie und Frailty

Die Entstehung von Sarkopenie und Frailty ist multifaktoriell und komplex, wobei der Ernährung eine wichtige Rolle zugesprochen wird [1]. Die

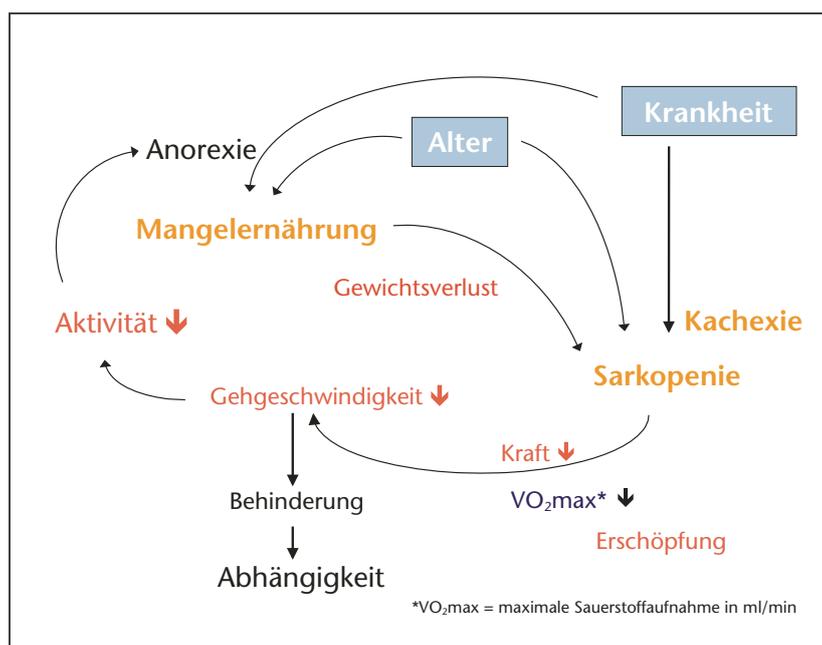


Abb. 1: Kreislauf der Gebrechlichkeit – „Cycle of Frailty“ [3]
(rot: Kriterien der Gebrechlichkeit)

Abnahme von Muskelmasse und Muskelkraft im Rahmen des physiologischen Alterungsprozesses wird im Wesentlichen auf hormonelle Veränderungen (Geschlechtshormone, Glukokortikoide, Insulin, Wachstumshormon), inflammatorische und neurodegenerative Prozesse zurückgeführt. Neben Krankheitseinflüssen und reduzierter körperlicher Aktivität kann eine unzureichende Ernährung die unvermeidliche altersbegleitende Abnahme von Muskelmasse und -funktion verstärken und zur Entwicklung der Sarkopenie beitragen. Umgekehrt können Sarkopenie und Frailty auch die Ernährung beeinträchtigen. Bei eingeschränkter körperlicher Aktivität und Leistungsfähigkeit können Einkauf und Essenszubereitung mühsam und anstrengend sein. Die Fähigkeit, selbstständig adäquate Mahlzeiten zuzubereiten, kann eingeschränkt und der Appetit durch fehlende körperliche Aktivität verringert sein. Bei gebrechlichen Senioren, die bei grundlegenden Alltagsaktivitäten auf Hilfe von anderen angewiesen sind, ist das Risiko einer ungenügenden Ernährung weiter erhöht. So kann ein Teufelskreis entstehen, in dem sich Mangelernährung, Sarkopenie und Frailty gegenseitig verstärken.

Der Zusammenhang zwischen Ernährung und körperlicher Leistungsfähigkeit wurde erstmals umfassend in der InCHIANTI-Studie in Norditalien untersucht. Bei mehr als 800 über 65-jährigen Einwohnern aus der Gegend von Florenz konnte mit Hilfe einer ausführlichen Ernährungserhebung gezeigt werden, dass sowohl die Zufuhr an Energie als auch – unabhängig davon – die Aufnahme verschiedener Nährstoffe mit Gebrechlichkeit assoziiert sind [5]. In den letzten Jahren wurde der Zusammenhang zwischen Ernährungsfaktoren und Muskelmasse, -kraft, -funktion und körperlicher Leistungsfähigkeit bzw. Gebrechlichkeit im Alter in einer wachsenden Zahl von Studien beschrieben. Nachfolgend soll der aktuelle Wissens-

stand über die Rolle der Ernährung bei der Entstehung von Sarkopenie und Frailty dargestellt werden.

Energiezufuhr – Gewichtsverlust

Außer für Kontraktionen und Bewegungen benötigt die Skelettmuskulatur permanent auch Energie für den eigenen Stoffwechsel und Unterhalt. Energiemangel kann zu Muskelsymptomen wie Schwäche, Kraftlosigkeit und Ermüdung führen. Auf längere Sicht führt er zu einem Verlust an Körpergewicht, der in erster Linie durch eine Abnahme der Fettserven bedingt ist, immer aber auch mit einer Abnahme der fettfreien Körpermasse einhergeht. Im Alter geht ein Gewichtsverlust – egal ob beabsichtigt oder nicht – noch mehr zu Lasten der fettfreien Körpermasse und damit zu Lasten der Muskulatur als bei jüngeren Personen mit vergleichbarem Gewichtsverlust [6]. Andererseits sind Ausgleich eines Gewichtsverlusts und Zunahme der fettfreien Körpermasse im Alter wesentlich schwerer als in jüngeren Jahren. Ein Gewichtsverlust, selbst wenn er teilweise wieder aufgeholt wird wie z. B. nach einer akuten Krankheitsphase, führt zu einem absoluten Verlust an Muskelmasse und verstärkt bzw. beschleunigt so die Sarkopenie.

Ältere Menschen haben aufgrund zahlreicher Altersveränderungen ein erhöhtes Risiko für eine ungenügende Nahrungsaufnahme und Gewichtsverlust. Generell nimmt die Energiezufuhr mit zunehmendem Alter aufgrund physiologischer Altersveränderungen wie abnehmendem Appetit und Abnahme von fettfreier Körpermasse und Grundumsatz ab. Infolge körperlicher oder geistiger Beeinträchtigungen, Kau- oder Schluckbeschwerden, Einsamkeit, Depressionen oder auch finanzieller Beschränkungen ist die Essmenge oft weiter reduziert. Akute und chronische Krankheiten, begleitende inflammatorische Prozesse, Schmerzen und Multimedikation können die Ernährung ebenfalls gra-

vierend beeinträchtigen und zu einem Gewichtsverlust und Mangelernährung führen [7].

Der Zusammenhang zwischen geringer Energiezufuhr, Gewichtsverlust und Mangelernährung einerseits und funktionellen Beeinträchtigungen andererseits ist in mehreren Studien dokumentiert. Wie bereits erwähnt, war in der InCHIANTI-Studie eine geringe Energiezufuhr mit Gebrechlichkeit verbunden [5]. In der „Nun Study“ wurde bei annähernd 500 katholischen Ordensschwwestern beobachtet, dass ein jährlicher Gewichtsverlust von 3 % oder mehr mit einem signifikant erhöhten Risiko verbunden war, bei den grundlegenden Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL = *activities of daily living*) hilfsbedürftig zu werden [8]. In einer Studie mit 200 Pflegeheimbewohnern in Nürnberg war ein erniedrigter BMI ($< 20 \text{ kg/m}^2$) mit einer geringeren Handkraft und eingeschränkter Selbstständigkeit bei den ADLs verbunden [9]. Bei zuhause lebenden älteren Frauen in Baltimore war ein BMI unter 20 kg/m^2 mit einer größeren Wahrscheinlichkeit für Pre-Frailty und Frailty assoziiert als ein höherer BMI [10].

Andererseits wurden auch bei Senioren mit Übergewicht oder Adipositas funktionelle Beeinträchtigungen festgestellt. Tatsächlich sind viele ältere Menschen adipös und haben gleichzeitig eine reduzierte Muskelmasse – ein Phänomen, das als sarkopene Adipositas bezeichnet wird. Betroffene Personen haben ein besonders hohes Risiko für körperliche Beeinträchtigungen, Mobilitätsstörungen und Behinderungen [11].

Zusammenfassend führt ein Gewichtsverlust, egal ob beabsichtigt oder nicht und unabhängig vom Ausgangsgewicht, zu einem Verlust an Muskelmasse und geht mit eingeschränkter Funktionalität einher.

Protein

Da die Skelettmuskulatur hauptsächlich aus Protein besteht und die Muskelproteinsynthese (MPS) durch

Nahrungsprotein stimuliert werden kann, ist die Rolle der Proteinzufuhr bei der Entstehung der Sarkopenie von besonderem Interesse.

Die Beziehung zwischen Proteinzufuhr und Muskelmasse bzw. -funktion und der verhängnisvolle Effekt einer ungenügenden Proteinzufuhr in dieser Hinsicht wurden von CASTANEDA et al. bereits 1995 beschrieben [12]. In einer Studie mit zwölf älteren Frauen wurden die Auswirkungen einer täglichen Proteinmenge von 0,45 und 0,92 g/kg Körpergewicht verglichen. Die geringe Proteinmenge führte zu signifikanten Verlusten der fettfreien Körpermasse, insbesondere der Muskelmasse und der Muskelkraft, während Muskelmasse und -funktion bei der höheren Proteinmenge erhalten blieben [12]. In der InCHIANTI-Studie hatten Teilnehmer in der niedrigsten Proteinzufuhrquintile (< 66 g/d bei Männern und < 55 g/d bei Frauen, unter Berücksichtigung der Energiemengen) ein fast doppelt so hohes Gebrechlichkeitsrisiko als Teilnehmer mit höherer Zufuhr [5]. In der „Health ABC Study“ wurde festgestellt, dass die Abnahme der fettfreien Körpermasse im Verlauf von drei Jahren bei den anfangs 70–79 Jahre alten Teilnehmern in der höchsten Quintile der Proteinzufuhr etwa 40 % geringer war als bei den Teilnehmern in der niedrigsten Quintile [13] (◆Abbildung 2).

In einer kleinen Querschnittstudie mit 38 gesunden, im Durchschnitt 66-jährigen Frauen wurden signifikante Korrelationen zwischen der Muskelmasse und der Gesamtproteinzufuhr und zwischen der Muskelmasse und der Zufuhr an tierischem Protein beobachtet. In einer schrittweisen Regressionsanalyse erwies sich die Zufuhr an tierischem Protein als einziger unabhängiger Prädiktor der Muskelmasse [14]. Die Überlegenheit von tierischem Eiweiß im Vergleich zu pflanzlichem ist in diesem Zusammenhang auch auf molekularer Ebene belegt. In einer Studie mit zwölf älteren Frauen war eine Proteinzufuhr im Verhältnis

75 % tierisches und 25 % pflanzliches Protein mit einer größeren Muskelproteinsynthese verbunden als eine Proteinzusammensetzung im umgekehrten Verhältnis [15]. Im Hinblick auf die MPS ist auch bekannt, dass vor allem die essenziellen Aminosäuren und hier speziell die verzweigt-kettigen, insbesondere Leuzin, für den anabolen Effekt verantwortlich sind [16]. Bezüglich unterschiedlicher Proteinarten wurde außerdem gezeigt, dass bei älteren Menschen ein schnell verdauliches Protein wie Molkenprotein, das zu einem schnellen und starken Anstieg der Aminosäurekonzentration im Blut führt, eine größere MPS bewirkt als ein „langsames“ Protein wie Kasein [17]. Neben Quantität und Qualität des verzehrten Proteins scheint auch die Verteilung auf die Mahlzeiten eine Rolle zu spielen. So wurde beobachtet, dass Proteinturnover und N-Retention bei drei Mahlzeiten am Tag und 80 % der Proteinmenge zur Mittagsmahlzeit höher waren, als bei einer gleichmäßigen Verteilung der Proteinmenge auf vier Mahlzeiten [18].

Sehr große Eiweißmengen bei einer Mahlzeit scheinen dagegen nicht effektiver zu sein als normale Portionsgrößen. So berichten PADDON-JONES et al. [16], dass eine einmalige Portion von 340 g magerem Rindfleisch (90 g Aminosäuren) keinen größeren anabolen Effekt ausübt als eine Portion von einem Drittel der

Größe. Sie schließen daraus, dass mehr als 30 g Protein zu einer Mahlzeit im Hinblick auf die MPS ineffizient sind. Dies steht in Einklang mit Ergebnissen einer Studie, die hinsichtlich MPS keinen größeren Nutzen von 3 g Protein/kg Körpergewicht und Tag als bei 1,5 g/kg über zehn Tage gefunden hat [19].

Ebenso ergab die Supplementierung von Protein zusätzlich zu üblichen Lebensmitteln in mehreren Studien keinen Benefit für Kraft und Leistungsfähigkeit. Auch in Kombination mit Krafttraining war eine Proteinsupplementierung zur Steigerung von Muskelmasse und -kraft weitgehend erfolglos. So ergaben mehrere Studien übereinstimmend, dass eine zusätzliche Proteingabe bei älteren Menschen, die gewöhnlich ausreichende Proteinmengen zu sich nehmen (etwas über 0,8 g/kg KG), die trainingsinduzierte Zunahme von Muskelmasse und -kraft nicht weiter steigern kann [20].

Interessanterweise wurden im Gegensatz dazu in einigen Studien durch Gabe von Aminosäuren positive Effekte auf Muskelkraft und Leistungsfähigkeit beschrieben [21–23]. Ob sich diese Befunde längerfristig bestätigen, muss allerdings erst noch gezeigt werden.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass essenzielle Aminosäuren, insbesondere die verzweigt-kettigen und darunter speziell Leuzin, eine wichtige Rolle im Muskelprotein-

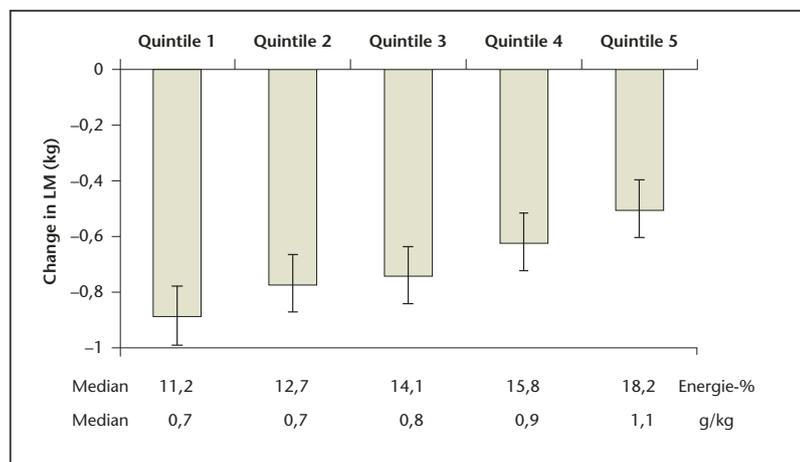


Abb. 2: Abnahme der Magermasse (LM) in energie-adjustierten Quintilen der Proteinzufuhr (n = 2066) [13]

stoffwechsel spielen und zumindest kurzfristig die Proteinsynthese steigern können. Art und Menge des verzehrten Proteins scheinen sich auch längerfristig auf Muskelmasse und -funktion auszuwirken. Darüber hinaus könnte die Verteilung der Proteinzufuhr über den Tag relevant sein.

Vitamin D

In den letzten Jahren hat sich als weiterer Nährstoff Vitamin D als sehr bedeutend für Muskelfunktion und Leistungsfähigkeit herausgestellt. Schon seit langem ist bekannt, dass ein schwerer Vitamin-D-Mangel mit Muskelsymptomen wie Schwäche, Muskelschmerzen und Gangstörungen einhergeht. Nachdem im menschlichen Muskelgewebe ein Vitamin-D-Rezeptor entdeckt wurde, dessen Aktivierung die Proteinsynthese unterstützt, haben zahlreiche Beobachtungsstudien über einen Zusammenhang zwischen Vitamin-D-Status und Muskeleigenschaften wie Muskelmasse, Muskelkraft, Leistungsfähigkeit und Gebrechlichkeit berichtet. Darüber hinaus erwies sich Vitamin D als unabhängiger Prädiktor für Stürze [24–26].

Niedrige Vitamin-D-Serumwerte sind bei älteren Menschen weit verbreitet, insbesondere bei Pflegeheimbewohnern, bei denen die Zufuhr mit der Nahrung und die Sonnenlichtexposition oft extrem niedrig sind. In einer Untersuchung bei 186 Pflegeheimbewohnern in Nürnberg wurde vor kurzem bei gut zwei Dritteln der Probanden (68 %) ein Vitamin-D-Mangel (25-Hydroxy-Vita-

min D < 25 nmol/l) festgestellt, bei 28 % waren die Werte suboptimal und lediglich 4 % hatten einen Vitamin-D-Spiegel im wünschenswerten Bereich (≥ 75 nmol/l) [27]. Selbst bei gesunden Senioren ist die Aufnahme durch die Nahrung mit im Mittel etwa $3 \mu\text{g/d}$ [28] weit von der empfohlenen täglichen Zufuhrmenge von $10 \mu\text{g}$ [29] entfernt. In der InCHIANTI-Studie war auch eine geringe Vitamin-D-Zufuhr mit Gebrechlichkeit assoziiert [5].

Supplementierungsstudien mit Vitamin D ergaben bei älteren Menschen mit schlechtem Vitamin-D-Status (sowohl zuhause lebende als auch solche in Heimen) sowohl Hinweise auf eine Zunahme der Muskelkraft und Leistungsfähigkeit als auch ein signifikant verringertes Sturzrisiko [24–26, 30].

Antioxidanzien und ω 3-Fettsäuren

Oxidativer Stress und entzündliche Prozesse werden als wichtige Mechanismen bei der altersbegleitenden Abnahme der Muskelfunktion angesehen. Bei oxidativem Stress schädigen reaktive Sauerstoffspezies (*reactive oxygen species*, ROS) DNA, Proteine und Lipide in der Skelettmuskelzelle. Diese ROS sind auch in der Lage, Transkriptionsfaktoren wie NF- κ B zu modulieren und so die Produktion pro-inflammatorischer Zytokine wie TNF- α und IL-6 anzuregen. Proteolytische Stoffwechselwege, Proteinabbau und Apoptose werden verstärkt, Muskelfaseratrophie und -verlust sind die Folge [31]. In der „*Women’s Health and Aging*

Study“ (WHAS) waren oxidative Proteinschäden in einer Querschnittsanalyse mit einer reduzierten Handkraft [32] und longitudinal mit der Abnahme der Gehgeschwindigkeit im Verlauf von drei Jahren assoziiert [33]. Auch zwischen inflammatorischen Markern wie IL-6 und CRP und eingeschränkter Muskelkraft, Behinderung und funktioneller Abnahme wurden Zusammenhänge festgestellt [34]. In mehreren Studien waren sowohl die Zufuhr als auch die Serumkonzentrationen antioxidativ wirksamer Substanzen wie Karotinoide, Vitamin E und C bzw. Selen mit Muskelkraft, körperlichem Leistungsvermögen bzw. Frailty verbunden [5, 35–37]. Longitudinal wurde bei älteren Menschen mit erniedrigten Serumspiegeln an Antioxidanzien eine Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit [38, 39] und ein erhöhtes Risiko, im Verlauf von drei bzw. sechs Jahren gebrechlich zu werden [40], beobachtet.

Die Zufuhr an ω 3-Fettsäuren, die für ihre anti-inflammatorischen Eigenschaften bekannt sind, korrelierte in einer kleineren amerikanischen Studie mit 247 über 60-Jährigen positiv mit der Beinkraft und der Fähigkeit vom Stuhl aufzustehen [41]. In Analogie hierzu beschreibt eine britische Studie mit knapp 3 000 Senioren einen Zusammenhang zwischen dem Verzehr von Fettfisch und der Handkraft [42]. In der InCHIANTI Studie waren die Serumspiegel von ω 3-Fettsäuren positiv mit der körperlichen Leistungsfähigkeit assoziiert [43].

◆ Übersicht 1 zeigt mögliche Mechanismen, wie die Ernährung Muskelmasse und -funktion beeinflussen kann.

Ernährungsempfehlungen zur Vermeidung von Sarkopenie und Gebrechlichkeit

Aus den bisherigen Ausführungen ergeben sich verschiedene Ansatzpunkte, wie sich durch Modifikation

Mangel an	
– Energie	→ Schwäche, Müdigkeit, Erschöpfung → Gewichtsverlust → Muskelmasse ↓
– Protein	→ Begrenzung der Muskelproteinsynthese (MPS)
– Vitamin D	→ Muskelschwäche, Begrenzung der MPS
– Antioxidanzien	→ oxidative Schädigung des Muskelgewebes
– ω 3-Fettsäuren	→ Entzündungsprozesse ↑

Übers. 1: Ernährung und Sarkopenie – mögliche Mechanismen

der Ernährung möglicherweise die Entstehung von Sarkopenie und Frailty verzögern lässt. Unser derzeitiges Wissen ist zwar noch relativ begrenzt, dennoch sind die Zusammenhänge plausibel und so können einige grundlegende Empfehlungen abgeleitet werden (◆ Übersicht 2).

An erster Stelle steht dabei eine ausreichende **Energiemenge**, um Gewichtsverluste und die damit einhergehende Abnahme der Muskelmasse soweit wie möglich zu vermeiden. Dies gilt auch für übergewichtige und sogar adipöse Senioren – vorausgesetzt, es liegen keine medizinischen Gründe vor, die eine Gewichtsreduktion erfordern. Falls eine Gewichtsabnahme aus gesundheitlichen Gründen indiziert ist, muss unbedingt auf eine reichliche Proteinzufuhr und körperliche Bewegung mit Betonung von Krafttraining geachtet werden. Andererseits sollte jedoch auch eine übermäßige Energiezufuhr vermieden werden, da auch starkes Übergewicht mit funktionellen Einbußen und Gebrechlichkeit einhergeht. Unter Berücksichtigung des Morbiditäts- und Mortalitätsrisikos werden BMI-Werte zwischen 22 und 30 kg/m² im Alter als vorteilhaft betrachtet. Die Energiezufuhr sollte darauf abzielen, den BMI in diesem Bereich konstant zu halten. Die meisten Senioren erreichen dies je nach Aktivität und Gesundheitszustand mit einer täglichen Zufuhr zwischen 24 und 36 kcal/kg Körpergewicht – für eine 60 kg schwere Person gleichbedeutend mit 1 440–2 160 kcal/Tag. Zur Beurteilung der Energiemenge im Einzelfall sind regelmäßige Kontrollen des Körpergewichts unerlässlich.

Mindestens genauso wichtig wie die adäquate Energiemenge ist die Aufnahme von hochwertigem **Protein** in ausreichenden Mengen. Die derzeitigen Empfehlungen für über 65-jährige Personen liegen bei 0,8 g hochwertigem Protein pro kg Körpergewicht und Tag und damit genau so hoch wie in jüngeren Jahren [29]. Es wird jedoch vermutet, dass die er-

forderliche Menge zur Minimierung der Sarkopenie möglicherweise etwas höher liegt. Tägliche Zufuhrmengen von 1,2–2,0 g/kg werden diskutiert, allerdings ist das aktuelle Wissen derzeit unzureichend, um konkrete Bedarfszahlen in dieser Hinsicht abzuleiten. Bis mehr Evidenz verfügbar ist, erscheint es sinnvoll, bei allen Älteren eine Zufuhr von 0,8–1,2 g/kg zu sichern – insbesondere bei Senioren mit Risiko für Mangelernährung, wie gebrechliche und multimorbide Personen.

Eine adäquate Versorgung mit **Vitamin D** ist für eine optimale Muskelfunktion ebenfalls von Relevanz. Da nur wenige Lebensmittel wie fetter Seefisch oder Leber nennenswerte Mengen an Vitamin D enthalten, sind reine Ernährungsmaßnahmen sicher nicht ausreichend, um die empfohlenen Serumspiegel zu erreichen. Üblicherweise wird Vitamin D durch Sonneneinstrahlung in der Haut gebildet. Bei vielen Senioren ist

jedoch auch diese Vitamin-D-Quelle unzureichend. Folglich sollte bei Personen mit Risiko für Vitamin-D-Mangel, d. h. denjenigen mit eingeschränkter Sonnenlichtexposition, eine Supplementierung erfolgen. Eine zusätzliche Zufuhr von 700–800 IU (17,5–20 µg) pro Tag und Serumspiegel von mindestens 75 nmol/l werden derzeit zur Sturzprävention und für eine optimale körperliche Leistungsfähigkeit als adäquat angesehen [26, 30].

Die Zufuhr von **Antioxidanzien** kann zu einer Verringerung oxidativer Schäden in der Muskulatur beitragen und auf diesem Wege die funktionellen Verluste möglicherweise reduzieren. Nährstoffe mit antioxidativen Eigenschaften wie die Vitamine E und C, β-Karotin, Selen und Zink sind in einer Vielzahl verschiedener Lebensmitteln wie Obst und Gemüse (Vitamin C, β-Karotin), Pflanzenölen, Weizenkeimen und Nüssen (Vitamin E), Fisch, Fleisch,

– **Bedarfsangepasste Energiezufuhr**

- 24–36 kcal/kg Körpergewicht und Tag je nach Aktivität, Ernährungs- und Gesundheitszustand
- Erhaltung des Körpergewichts – Gewichtsverluste vermeiden
- Vermeidung von extremem Über- und Untergewicht

– **Proteinzufuhr**

- 0,8–1,2 g hochwertiges Protein pro kg Körpergewicht und Tag
- hochwertige Proteinquellen zu jeder Hauptmahlzeit: Milchprodukte, Fleisch, Fisch, Eier

– **Vitamin-D-Versorgung sichern**

- regelmäßiger Fischverzehr
- täglicher Aufenthalt im Freien
- gegebenenfalls Supplementierung

– **Antioxidanzien**

- vielseitige und abwechslungsreiche Lebensmittelauswahl mit reichlich Obst und Gemüse, pflanzlichen Ölen und Nüssen, Vollkornprodukten, Brot, Fleisch, Wurst, Milch und Käse

– **ω3-Fettsäuren**

- reichliche Aufnahme durch regelmäßigen Verzehr pflanzlicher Öle, z. B. Leinöl, Walnussöl und Rapsöl sowie fetter Seefische wie Hering, Makrele und Lachs

– **Aufmerksamkeit für Ernährungsprobleme**

- frühzeitige Erkennung von Ernährungsproblemen durch regelmäßiges Screening
- Ursachen abklären und soweit wie möglich beseitigen

Übers. 2: **Ernährungsempfehlungen zur Prävention von Sarkopenie und Frailty**

Eier (Selen) sowie Vollkornprodukten, Fleisch, Fisch, Eiern und Käse (Zink) weit verbreitet. Sekundäre Pflanzenstoffe mit antioxidativer Wirkung wie Polyphenole oder Karotinoide – beispielsweise in Rotwein, Obst und Gemüse enthalten – können die antioxidative Abwehr ebenfalls stärken. Da die nutritiven Antioxidanzien auf zahlreiche Lebensmittel verteilt sind, empfiehlt sich eine möglichst abwechslungsreiche und „bunte“ Ernährung, um deren Aufnahme zu sichern.

Der Zusammenhang zwischen der Aufnahme an Fettsäuren und Gebrechlichkeit ist zwar bisher nur sehr unzureichend geklärt, im Rahmen einer gesund erhaltenden Ernährung kann der regelmäßige Verzehr von Lebensmitteln mit einem hohen Gehalt an **ω3-Fettsäuren** wie Pflanzenöle insbesondere, Raps- und Walnussöl, sowie fette Seefische wie Hering, Makrele und Lachs in jedem Fall empfohlen werden.

Neben diesen Empfehlungen zur Lebensmittelauswahl ist es bei älteren Menschen wichtig, **Ernährungsprobleme** möglichst **frühzeitig zu erkennen**. Eine adäquate Ernährung im Alter erfordert Aufmerksamkeit und bewusste Bemühungen, da physiologische Signale wie Appetit- und Durstempfinden im Alter weniger ausgeprägt und nicht mehr ausreichend sind.

Ein schlechter Appetit, geringe Essmengen, einseitige Ernährungsweisen und Gewichtsverlust müssen wahrgenommen und ernst genommen werden. Hemmnisse für eine ausreichende, bedarfsgerechte Ernährung sollten frühzeitig geklärt und so weit wie möglich beseitigt werden. Die Sicherung einer ausreichenden Energie- und Nährstoffzufuhr benötigt bei älteren Menschen mit Risiko für Mangelernährung häufig mehr als reine Ernährungsempfehlungen, z. B. auch Unterstützung beim Kochen oder Gesellschaft beim Essen.

Da neben der Ernährung zahlreiche

andere Faktoren an der Entstehung von Sarkopenie und Gebrechlichkeit beteiligt sind, müssen alle Maßnahmen zur Sicherung einer adäquaten Ernährung in ein umfassendes Präventions- bzw. Therapiekonzept eingebettet sein. In diesem Zusammenhang muss die entscheidende Bedeutung von **körperlicher Aktivität**, speziell von Krafttraining, betont werden – nicht nur um die Muskelproteinsynthese zu erleichtern, sondern auch um Energieumsatz, Appetit und Nahrungsaufnahme bei älteren Menschen mit Risiko für Mangelernährung zu erhöhen. Da sich Sarkopenie langsam im Lauf der Zeit entwickelt, sollte die Prävention am besten frühzeitig beginnen und während des ganzen Erwachsenenlebens erfolgen.

Abschließend muss betont werden, dass viele Einzelheiten, wie die Ernährung zur Prävention von Sarkopenie und Frailty beitragen kann, derzeit noch ungeklärt sind und die aktuell vorliegenden Studienergebnisse keine Ableitung konkreter Bedarfswerte zur Prävention von Sarkopenie und Gebrechlichkeit ermöglichen. Um die Zusammenhänge weiter zu erhellen, werden Langzeitstudien benötigt, die die Ernährung in Beziehung zu klinischen Endpunkten wie Leistungsfähigkeit im Alter und selbstständige Alltagsbewältigung setzen.

**Prof. Dr. Dorothee Volkert¹,
Dipl. oec. troph. Julia Bollwein²,
Dr. oec. troph. Rebecca Diekmann²,
Prof. Dr. Cornel Sieber²**

¹Theo und Friedl Schöller-Stiftungsprofessur für Klinische Ernährung im Alter

²Institut für Biomedizin des Alterns
Universität Erlangen-Nürnberg
Heimerichstraße 58
90419 Nürnberg
E-Mail: dorothee.volkert@aging.med.uni-erlangen.de

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Literatur

1. Rolland Y, Czerwinski S, Abellan Van Kan G et al. (2008) Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging* 12: 433–450
2. Bergman H, Ferrucci L, Guralnik J (2007) Frailty: an emerging research and clinical paradigm—issues and controversies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 62: 731–737
3. Fried L, Tangen CM, Walston J et al. (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol*. 56: M146–156
4. Sieber CC (2009) Ein geriatrisches Syndrom im Fokus der Ernährungsmedizin. *Aktuel Ernähr Med* 34: 69–73
5. Bartali B, Frongillo EA, Bandinelli S et al. (2006) Low nutrient intake is an essential component of frailty in older persons. *J Gerontol* 61A: 589–593
6. Hébuterne X, Bermon S, Schneider SM (2001) Ageing and muscle: the effects of malnutrition, re-nutrition, and physical exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 4: 295–300
7. Morley JE (2001) Anorexia, sarcopenia, and aging. *Nutrition* 17: 660–663
8. Tully CL, Snowdon DA (1995) Weight change and physical function in older women: Findings from the Nun Study. *J Am Geriatr Soc* 43: 1394–1397
9. Kaiser R, Winning K, Uter W et al. (2010) Functionality and mortality in obese nursing home residents: an example of ‘risk factor paradox’? *J Am Med Dir Assoc* 11: 428–435
10. Blaum CS, Xue QL, Tian J et al. (2009) Is hyperglycemia associated with frailty status in older women? *J Am Geriatr Soc*. 57: 840–847
11. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cristini C et al. (2009) Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l’OSteoporose) Study. *Am J Clin Nutr*. 89: 1895–1900
12. Castaneda C, Charnley JM, Evans WJ et al. (1995) Elderly women accommodate to a low-protein diet with losses of body cell mass, muscle function, and immune response. *Am J Clin Nutr* 62: 30–39
13. Houston DK, Nicklas BJ, Ding J et al. (2008) Dietary protein intake is associated

- with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition Study. *Am J Clin Nutr* 87: 150–155
14. Lord C, Chaput JP, Aubertin-Leheudre M et al. (2007) Dietary animal protein intake: association with muscle mass index in older women. *J Nutr Health Aging* 11: 383–387
 15. Pannemans DLE, Wagenmakers AM, West-erterp KR et al. (1998) Effect of protein source and quantity on protein metabolism in elderly women. *Am J Clin Nutr* 68: 1228–1235
 16. Paddon-Jones D, Rasmussen BB (2009) Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 12: 86–90
 17. Dangin M, Boirie Y, Guillet C et al. (2002) Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. *J Nutr* 132: 3228S–3233S
 18. Arnal MA, Mosoni L, Boirie Y et al (1999) Protein pulse feeding improves protein retention in elderly women. *Am J Clin Nutr* 69: 1202–1208
 19. Walrand S, Short KR, Bigelow ML et al. (2008) Functional impact of high protein intake on healthy elderly people. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 295: E921–E928
 20. Campbell WW (2007) Synergistic use of higher-protein diets or nutritional supplements with resistance training to counter sarcopenia. *Nutr Rev* 65: 416–422
 21. Borsheim E, Bui QU, Tissier S et al. (2008) Effect of amino acid supplementation on muscle mass, strength and physical function in elderly. *Clin Nutr* 27: 189–195
 22. Ferrando AA, Paddon-Jones D, Hays NP et al. (2010) EAA supplementation to increase nitrogen intake improves muscle function during bed rest in the elderly. *Clin Nutr* 29: 18–23
 23. Scognamiglio R, Piccolotto R, Negut C et al. (2005) Oral amino acids in elderly subjects: effect on myocardial function and walking capacity. *Gerontology* 51: 302–308
 24. Annweiler C, Schott AM, Berrut G et al. (2009) Vitamin D-related changes in physical performance: a systematic review. *J Nutr Health Aging* 13: 893–898
 25. Ceglia L (2009) Vitamin D and its role in skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 12: 628–633
 26. Dawson-Hughes B (2008) Serum 25-hydroxyvitamin D and functional outcomes in the elderly. *Am J Clin Nutr* 88: 537S–540S
 27. Kaiser R, Winning K, Volkert D et al. (2010) Nährstoffstatus von Pflegeheimbewohnern – Ergebnisse einer Longitudinalstudie. *Aktuel Ernährungsmed* 35: 153–154
 28. Max-Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (Hg). Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht Teil 2. Karlsruhe (2008)
 29. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Auflage, 3. korrigierter Nachdruck, Umschau/Braus, Frankfurt. (2008)
 30. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Staehelin HB et al. (2009) Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 339: b3692
 31. Meng SJ, Yu LJ (2010) Oxidative stress, molecular inflammation and sarcopenia. *Int J Mol Sci* 11: 1509–1526
 32. Howard C, Ferrucci L, Sun K. et al. (2007) Oxidative protein damage is associated with poor grip strength among older women living in the community. *J Appl Physiol* 103: 17–20
 33. Semba RD, Ferrucci L, Sun K et al. (2007) Oxidative stress and severe walking disability among older women. *Am J Med* 120: 1084–1089
 34. Schaap LA, Pluijm SM, Deeg DJ, Visser M (2006) Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *Am J Med* 119: 526.e9–17
 35. Cesari M, Pahor M, Bartali B et al. (2004) Antioxidants and physical performance in elderly persons: the Invecchiare in Chianti (InCHIANTI) study. *Am J Clin Nutr* 79: 289–294
 36. Beck J, Ferrucci L, Sun K et al. (2007) Low serum selenium concentrations are associated with poor grip strength among older women living in the community. *Biofactors* 29: 37–44
 37. Lauretani F, Semba RD, Bandinelli S et al. (2008) Low plasma carotenoids and skeletal muscle strength decline over 6 years. *J Gerontol* 63: 376–383
 38. Alipanah N, Varadhan R, Sun K et al. (2009) Low serum carotenoids are associated with a decline in walking speed in older women. *J Nutr Health Aging* 13: 170–175
 39. Bartali B, Semba RD, Frongillo EA et al. (2006) Low micronutrient levels as a predictor of incident disability in older women. *Arch Intern Med* 166: 2335–2340
 40. Semba RD, Bartali B, Zhou J et al. (2006) Low serum micronutrient concentrations predict frailty among older women living in the community. *J Gerontol* 61: 594–599
 41. Rousseau JH, Kleppinger A, Kenny AM (2009) Self-reported dietary intake of omega-3 fatty acids and association with bone and lower extremity function. *J Am Geriatr Soc* 57: 1781–1788
 42. Robinson SM, Jameson KA, Batelaan SF et al. (2008) Diet and its relationship with grip strength in community-dwelling older men and women: the Hertfordshire cohort study. *J Am Geriatr Soc* 56: 84–90
 43. Abbatecola AM, Cherubini A, Guralnik JM (2009) Plasma polyunsaturated fatty acids and age-related physical performance decline. *Rejuvenation Res* 12: 25–32

DOI: 10.4455/eu.2011.957