

Enteral vs. parenteral nutrition

C. Goeters

Enterale vs. parenterale Ernährung

► **Zitierweise:** Goeters C: Enterale vs. parenterale Ernährung. Anästh Intensivmed 2019;60:433–442. DOI: 10.19224/ai2019.433

Zertifizierte Fortbildung

CME online

BDA- und DGAI-Mitglieder müssen sich mit ihren Zugangsdaten aus dem geschlossenen Bereich der BDA- und DGAI-Webseite unter der Domain www.cme-anesthesiologie.de anmelden, um auf das Kursangebot zugreifen zu können.

Zusammenfassung

Künstliche Ernährung von kritisch Kranken hat das Ziel, den Abbau von Körpersubstanz zu mildern und hierdurch Voraussetzungen für die Erholung nach einer schweren Erkrankung zu schaffen. Für eine metabolisch ausgewogene Substratzufuhr müssen der individuelle situationsbezogene Bedarf und die Verwertung des Angebots berücksichtigt werden. Unter- und Überernährung sind zu vermeiden. Bei korrekter Indikationsstellung und Vermeidung von metabolischen Dysbalancen sind die enterale wie die parenterale Ernährung sinnvolle und gleichwertige Maßnahmen. Die enterale Ernährung soll jedoch als physiologische Ernährungsform wann immer möglich bevorzugt werden. Die parenterale Ernährung ist eine alternative bzw. ergänzende Ernährungsform, wenn sich die Nahrungszufuhr über den Magen-Darm-Trakt verbietet oder unzureichend ist.

Summary

Artificial nutrition in critically ill patients aims to mitigate body substance loss and is an important prerequisite for recovery after critical illness. The individual situation-related requirements and the utilisation of the offered substrates are basics of a balanced nutritional support. Over- and underfeeding have to be avoided. The route of delivery of nutritional support does not affect outcome in case of correct indication and avoidance of metabolic imbalances. However, phy-

siological enteral feeding is preferred. Parenteral nutrition is an alternative or complementary method in patients with contraindications for enteral feeding or even insufficient enteral food intake.

Stressstoffwechsel

Beim gesunden Menschen befindet sich der Organismus in einem metabolisch balancierten Zustand. Die Nahrungsaufnahme wird unbewusst durch das Hunger- und Durstgefühl gesteuert, aber auch durch bewusste, „willentliche“, kompensatorische Mechanismen.

Krankheit und Stress führen auf unterschiedlichen Wegen zu einer uniformen, aber sehr unterschiedlich ausgeprägten metabolischen Antwort. Diese macht den menschlichen Organismus durch die Mobilisation endogener Substrate für eine begrenzte Zeit unabhängig von der äußeren Nahrungszufuhr. Die Glukosesynthese und der Glukoseumsatz sind maximal gesteigert, während Eiweiß- und Fettdepots abgebaut werden. Diese Sollwertverstellungen können im Gegensatz zum **Hungerstoffwechsel** nicht durch die Zufuhr von externen Substraten normalisiert, sondern lediglich gemildert werden. So verstärkt die Ernährungstherapie in Kombination mit vermehrter Substratmobilisation und -synthese bestehende metabolische Imbalancen, z. B. die Hyperglykämie.

Schlüsselwörter

Enterale Ernährung – Parenterale Ernährung – Intensivtherapie – Vitamine – Spurenelemente

Keywords

Enteral Nutrition – Parenteral Nutrition – Intensive Care Medicine – Vitamins – Trace Elements

- In der **Akutsituation** steht die kausale Therapie, Stabilisation der Vitalparameter und eine frühe suffiziente Behandlung der zugrundeliegenden Krankheit im Vordergrund (Abb. 1).
- Mit zunehmender **Stabilisation der Organfunktionen** und **abklingender Entzündungsreaktion** auf die auslösende Noxe steigt die Möglichkeit des Organismus, externe Substrate zu verwerten.
- Schließlich wird in der **Rekonvaleszenz- und Rehabilitationsphase** ein Aufbau von Körpersubstanz möglich.

Bei **schweren Homöostasestörungen** mit persistierenden Organfunktionsstörungen und Immunsuppression kann der Abbau von Körpersubstanz langfristig andauern und in eine chronische Phase übergehen. Der zeitliche Ablauf und das Ausmaß der Homöostasestörung unterliegen einer großen Variabilität und werden durch die auslösenden Noxe, den Krankheitsverlauf, aber auch individuelle Faktoren beeinflusst.

Die Ernährungstherapie als adjuvante Therapie muss sich den unterschiedlichen Krankheitsphasen mit dem Ziel anpassen, den Abbau von Kör-

persubstanz maximal zu reduzieren und eine schnelle Wiederherstellung aller Organfunktionen zu erlauben.

Hieraus resultiert, dass die Zufuhr von Substraten individuell gesteuert sowie kurzfristig evaluiert und angepasst werden muss, um iatrogene Schäden zu vermeiden.

Erfassung des Ernährungsstatus

Bei jedem kritisch kranken Patienten soll bei der Aufnahme der Ernährungszustand bestimmt werden [3–5].

Mangelernährung ist mit einer erhöhten Morbidität und Letalität verbunden und hat somit eine prognostische Relevanz. Zur Beschreibung des Ernährungszustands sind die **Kriterien der DGEM** (Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin e.V.; Tab. 1) und der SGA (Subjective Global Assessment of Nutritional Status) geeignet [2,6]. Der **NRS 2002** (Nutritional Risk Screening) ist ein weiteres Instrument zur Erfassung des Ernährungszustands, das jedoch bei kritisch kranken Patienten wenig geeignet ist, Risikopatienten zu diskriminieren [7].

Der **NUTRIC-Score** beschreibt eine prognostische Einschätzung kritisch kranker Patienten und nicht den Ernährungszustand [8]. Wesentliche Faktoren zur Erfassung des Ernährungszustands eines Patienten sind

- Co-Morbiditäten,
- Alter,
- Schwere der akuten Erkrankung,
- unbeabsichtigter Gewichtsverlust und
- die aktuelle Nahrungsaufnahme.

Das **Körpergewicht (KG)** wird während eines Intensivaufenthaltes durch Flüssigkeitseinlagerung beeinflusst und reflektiert somit nicht objektiv den Ernährungszustand. Neue Ansätze beschäftigen sich mit der Bestimmung der Muskelmasse mittels Computertomographie oder Sonographie sowie mit der Bioimpedanzanalyse.

Tabelle 1

DGEM-Kriterien einer krankheitsspezifischen Mangelernährung [2]. Als zusätzlicher unabhängiger Risikofaktor für Mangelernährung gilt eine Nüchternperiode von länger als 7 Tagen.

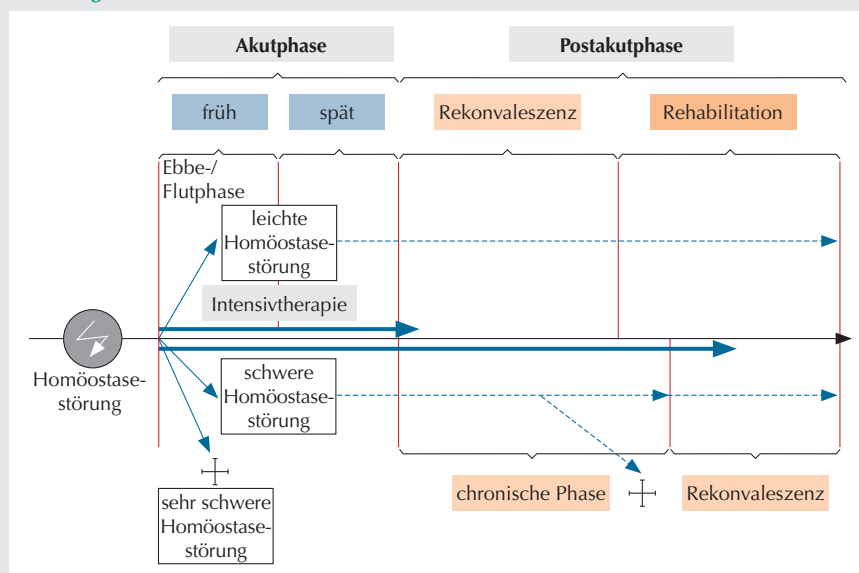
- Body-Mass-Index (BMI) <18,5 kg/m² oder
- unbeabsichtigter Gewichtsverlust >10% in den letzten 3–6 Monaten oder
- BMI <20 kg/m² und unbeabsichtigter Gewichtsverlust >5% in den letzten 3–6 Monaten

Indikationsstellung zur künstlichen Ernährung

Patienten in einem guten Ernährungszustand mit einer kurzfristigen Unterbrechung der Nahrungszufuhr bedürfen keiner systematischen Ernährungstherapie.

Immer dann, wenn langfristig die Nahrungsaufnahme gestört ist und eine bedarfsdeckende orale Ernährung nicht möglich ist, Komplikationen erwartet werden und/oder eine Mangelernährung vorliegt, ist die Indikation zur künstlichen Ernährung gegeben. Schockzustände jedweder Genese sind eine Kontraindikation für eine Ernährungstherapie.

Abbildung 1



Phasen der kritischen Erkrankung nach der S2k-Leitlinie Ernährung der DGEM: Klinische Ernährung in der Intensivmedizin (nach [3]).

Die künstliche Ernährungstherapie sollte innerhalb von 24–48 Stunden nach Aufnahme auf einer Intensivstation begonnen werden. Ziel einer Ernährung über den Magen-Darm-Trakt oder die Vene ist es, durch eine geeignete Substratzufuhr der Entwicklung einer Mangelernährung entgegenzuwirken und durch eine frühzeitige therapeutische Intervention die Prognose der Patienten günstig zu beeinflussen. Dies setzt voraus, dass der Organismus die angebotenen Substrate verwerten kann und die Ernährung nicht zusätzliche metabolische Belastungen verursacht.

Voraussetzung für den Beginn einer Ernährungstherapie sind stabilisierte Vitalfunktionen mit sinkenden Dosierungen von kreislaufunterstützenden Medikamenten und sinkenden Laktatwerten im Serum.

Festlegung der Therapieziele

Energiezufuhr

Für eine bedarfsorientierte Ernährungstherapie und Festlegung der angestrebten Energiezufuhr ist die **Bestimmung des Energieverbrauchs** wünschenswert [3,9]. Der Energieverbrauch ist eine individuelle Größe, die situativ großen Änderungen unterworfen ist und sich nur ungenau mittels Formeln abschätzen lässt. Aus der Messung des Sauerstoffverbrauchs und der CO₂-Produktion kann der tägliche Energieverbrauch abgeschätzt werden. Die **indirekte Kalorimetrie** ist zeitaufwendig und mit gewissen methodischen Problemen behaftet. Sie steht den meisten Kliniken nicht zur Verfügung und wird eher selten angewandt.

Für nicht adipöse Patienten wird in den meisten Leitlinien eine Energiezufuhr von 24 kcal/kg KG empfohlen [3–5,10]. Dieses Äquivalent soll je nach Verträglichkeit innerhalb von 2–3 Tagen erreicht werden.

Wichtigstes Steuerinstrument ist der **Blutzuckerspiegel** im Serum, der unter 180 mg/dl liegen soll [1,3]. Um dieses

Ziel zu erreichen, sollen nicht mehr als 4 IE Insulin/h appliziert werden (Abb. 2), ansonsten muss die applizierte Kalorienmenge reduziert werden [1,3]. Die **Hypophosphatämie** als Surrogatparameter für ein sogenanntes Refeeding-Syndrom (potenziell lebensbedrohliche Komplikation, die zu Beginn einer Ernährungstherapie bei mangelernährten Patienten bzw. nach der Wiederaufnahme der Ernährung nach einer Fasten- oder Hungerperiode entstehen kann) ist ein weiterer wichtiger Parameter zur Steuerung einer individuellen Ernährungstherapie (Abb. 3). In der Rekonvaleszenz kann die Energiezufuhr bis auf 30 kcal/kg entsprechend der Verträglichkeit gesteigert werden. Für Patienten mit **Adipositas** (BMI >30 kg/m²) empfehlen die amerikanischen Leitlinien eine hypokalorische Ernährung mit 11–14 kcal bezogen auf das aktuelle Körpergewicht bei gleichzeitig hoher Proteinzufuhr [4]. Kreyman et al. empfehlen bei diesen Patienten dagegen eine Energiezufuhr von 25 kcal/kg Standardkörpergewicht [11].

Die Bedeutung der Energiezufuhr auf die Prognose ist nicht klar. Retrospektive Untersuchungen weisen darauf hin, dass sowohl eine zu niedrige als auch eine

zu hohe Energiezufuhr ungünstig sind, mit einem Optimum bei ca. 70% des gemessenen Energieverbrauchs [12].

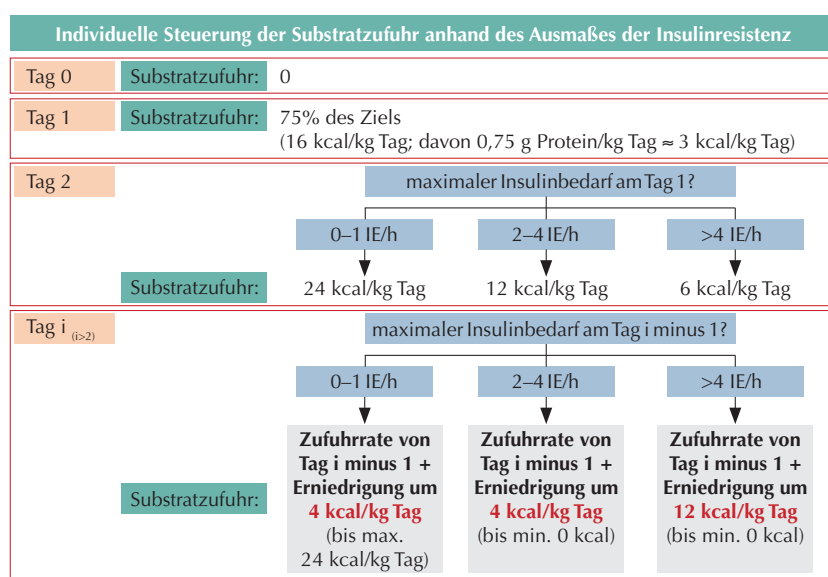
Proteinzufuhr

Nicht nur die Menge der Energie, sondern auch die Zusammensetzung der Komponenten hat Einfluss auf die Effizienz der Ernährungstherapie. Zusmann et al. konnten in retrospektiven Daten einen linearen Zusammenhang zwischen zugeführter Proteinmenge und Letalität nachweisen [12]. Dies gilt jedoch nicht für alle Patientenkollektive: In zwei prospektiven Untersuchungen konnte nur bei Hochrisikopatienten oder nicht-septischen Patienten mit einer höheren Proteinzufuhr ein positiver Effekt erzielt werden [13,14].

Nach den aktuellen Empfehlungen der DGEM sollte – bezogen auf das aktuelle Körpergewicht – die Proteinzufuhr 1,0 g/kg bzw. die Aminosäurezufuhr 1,2 g/kg pro Tag betragen [3].

Die amerikanischen Empfehlungen zur täglichen Proteinzufuhr liegend höher (1,2–2 g/kg), sind jedoch durch aktuelle Studien nicht hinreichend belegt [4].

Abbildung 2



Individuelle Steuerung der Substratzufuhr anhand des Ausmaßes der Insulinresistenz nach der S2k-Leitlinie Ernährung der DGEM: Klinische Ernährung in der Intensivmedizin (nach [3]).

Bei adipösen Patienten scheint für die Berechnung des Proteinbedarfs die Körpermagermasse entscheidend. Kreymann et al. schlagen einen Algorithmus vor, die Proteinzufuhr bei adipösen Patienten entsprechend zu optimieren [11].

Die auf dem deutschen Markt verfügbaren Diäten bzw. Komplettlösungen zur parenteralen Ernährung sind in ihrer Zusammensetzung so konzipiert, dass sich hiermit bei entsprechender Deckung des Energiebedarfs eine Proteinzufuhr von 0,8–1,2 g/kg sichergestellt wird. Dies scheint nach derzeitiger Datenlage für die Proteinzufuhr bei Intensivpatienten adäquat zu sein.

Zufuhr der künstlichen Ernährung

Enterale Ernährung

Die enterale Ernährung ist die bevorzugte Form der Nährstoffzufuhr [3–5,15,16].

Die Zufuhr von Substraten über den Magen-Darm-Trakt ist physiologisch, wenig invasiv und wesentlich für die Aufrechterhaltung von Funktion und Struktur dieses Organsystems. Mit dem Magen-Darm-Trakt ist das größte Lymphsystem des menschlichen Organismus assoziiert. Störungen in diesem Organsystem haben somit weitreichende Konsequenzen für den gesamten Organismus[4].

- Die enterale Ernährung soll so früh wie möglich gestartet werden. Für Patienten nach elektiven chirurgischen Eingriffen wird heute bereits in den ersten 24 Stunden mit dem oralen Kostaufbau begonnen.
- Bei gutem Ausgangszustand ist selten eine systematische und individuell geplante Ernährungstherapie erforderlich.
- Patienten mit Kachexie, vorbestehenden Störungen des Magen-Darm-Traktes (z. B. Kurzdarmsyndrom), aber auch mit Zuständen, die eine enterale Ernährung verbieten (z. B. Insuffizienzen, Fisteln) bedürfen eines systematischen Ernährungsplans, der den individuellen Aspekten Rechnung trägt und sowohl enterale wie parenterale Ernährung beinhaltet.
- Die Energiezufuhr soll langsam nach Verträglichkeit gesteigert werden. Eine frühe, aggressive Ernährungstherapie kann Ursache einer erhöhten Mortalität sein [17].

Auf der Intensivstation soll innerhalb der ersten 24–48 Stunden mit einer enteralen Ernährungstherapie gestartet werden. Hierfür ist Voraussetzung, dass der Patient sich in einem kompensierten Zustand ohne Schocksymptomatik befindet und keine absoluten Kontraindikationen für eine enterale Ernährung vorliegen [4,5,15].

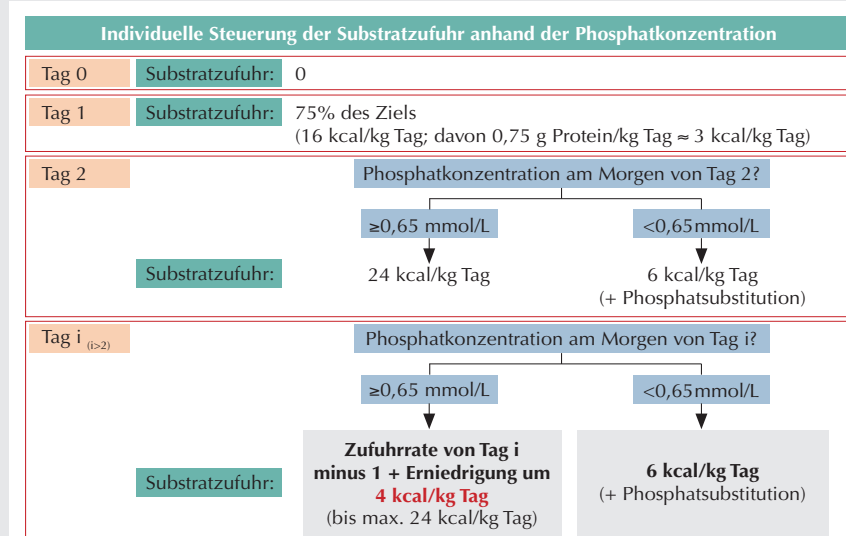
Sowohl die kanadischen als auch die amerikanischen Leitlinien empfehlen, dass innerhalb der ersten 7 Tage nur eine enterale und keine parenterale Ernährung durchgeführt werden soll [4,15]. Diese Vorgehensweise ist jedoch nicht unumstritten, da sich innerhalb dieser Zeit ein erhebliches Energie- und Proteindefizit aufbauen kann, das schlecht kompensiert und einen ungünstigen Einfluss auf den Krankheitsverlauf nehmen kann [18].

Inzwischen konnte in zwei großen randomisierten Studien gezeigt werden, dass enterale und parenterale Ernährung für kritisch kranke Patienten gleichwertig sind [19,20].

Die erhöhte Inzidenz infektiologischer Komplikationen unter parenteraler Ernährung in älteren Studien ist vermutlich auf eine deutlich höhere Kalorienzufuhr zurückzuführen [15]. Falls in den ersten 3–4 Tagen keine suffiziente enterale Ernährung aufgebaut werden kann, sollte man eine ergänzende parenterale Ernährung erwägen. Heidegger et al. konnten zeigen, dass diese Vorgehensweise zur individuellen Optimierung der Ernährung mit keinen Nachteilen verbunden ist [21].

Die enterale Ernährung wird mit balanzierten Standarddiäten durchgeführt, die eine ausgewogene Zusammensetzung von Mikro- und Makronährstoffen beinhalten. Eine zusätzliche Substitution von Vitaminen und Spurenelementen ist somit nicht erforderlich.

Abbildung 3



Individuelle Steuerung der Substratzufuhr anhand der Phosphatkonzentration nach der S2k-Leitlinie Ernährung der DGEM: Klinische Ernährung in der Intensivmedizin (nach [3]).

Bei Patienten mit **dialysepflichtiger Niereninsuffizienz** werden die Verluste an wasserlöslichen Vitaminen kompensiert [22].

Auch Patienten mit Nieren- und Leberversagen werden mit Standarddiäten ernährt [22,23].

Immunonutrition wird bei kritisch kranken Patienten nicht empfohlen [3,4,15]. Die Datenlage zu Spezialdiäten mit Fischölen, Borretschöl und Antioxidantien, die mit einer inversen Nährstoffrelaxation und hohem Fettanteil zu einer Immunmodulation und verringerten CO₂-Produktion beitragen sollen, ist sehr uneinheitlich [4,15]. Folglich können keine eindeutigen Empfehlungen für den Einsatz bei bestimmten Patientengruppen (z. B. mit Lungenversagen) ausgesprochen werden. **Ballaststoffe** und **Probiotika** sollten bei Intensivpatienten nicht generell eingesetzt werden. Sie können jedoch bei bestimmten Patientenkollektiven zur Therapie gastrointestinaler Intoleranzen, insbesondere Diarrhoen, sinnvoll sein.

Die üblichen Diäten haben eine **Energiedichte von 1–1,5 kcal/ml**. Es wird mit einer niedrigen Zufuhr von 20 ml/h über eine gastrale Sonde begon-

nen. Bei hohem Aspirationsrisiko bzw. hohem gastralem Reflux und geringem technischen Aufwand (Sondenanlage) kann alternativ ein jejunaler Zugang verwendet werden. Nach Verträglichkeit erfolgt innerhalb von 2–3 Tagen eine Steigerung bis zur angestrebten Dosis. Die Verträglichkeit beinhaltet sowohl den Transport der zugeführten Diät als auch metabolische Aspekte, insbesondere die Glukosekonzentration im Serum. Zur besseren metabolischen Steuerung ist eine kontinuierliche Zufuhr über 24 Stunden mit wenigen Unterbrechungen und geringen Karenzen für diagnostische Prozeduren sinnvoll. Grundsätzlich sind jedoch auch Applikationen von Boli möglich.

Gastrale Residualvolumina und **Reflux** sind keine guten Parameter für die Funktion des Magen-Darm-Traktes und das Risiko einer Aspiration [24]. Bei internistischen Patienten kann nach Nahrungsaufbau auf die Bestimmung von Magenrestmengen verzichtet werden, während bei chirurgischen Patienten die Bestimmung der Residualvolumina günstig sein könnte [25]. Grundsätzlich sollen erhöhte Residualvolumina nicht zu einem kompletten Stopp der enteralen Ernährung, sondern lediglich zu einer Reduktion der Zufuhr führen.

Unverträglichkeitsreaktionen und Unterbrechungen führen regelhaft dazu, dass nur ein Teil der angestrebten Energie- und Substratmenge effektiv verabreicht wird. Es resultiert eine **hypokalorische Ernährung**, die durch die schwer quantifizierbare Resorption aggraviert wird. Die Umstellung auf orale Kost wird bei vielen Intensivpatienten durch mangelnden Appetit, Unfähigkeit der selbstständigen Nahrungsaufnahme und Schluckstörungen erschwert und birgt ein großes Risiko für Mangelernährung.

Parenterale Ernährung

Die enterale Ernährung soll der parenteralen wann immer möglich vorgezogen werden. Dennoch sind beide Methoden bei korrekter Indikationsstellung und Vermeidung eines Überangebots an Energie und Substraten als gleichwertig zu betrachten.

Da jedoch physiologische Abwehrfunktionen wie Übelkeit, Erbrechen und Durchfall bei der parenteralen Ernährung fehlen, besteht immer latent die Gefahr eines **Overfeeding**.

- Die Zusammensetzung der **Protein- und Fettkomponente** wird durch pharmakologische Aspekte wie die Verträglichkeit der Lösung, Löslichkeit und Stabilität der Einzelkomponenten in Lösung sowie Sterilitätsanforderungen bestimmt.
- **Kristalline Aminosäuren** und **Dipeptide** werden anstatt von Vollprotein genutzt. Ein Korrekturfaktor von 1,2 ist erforderlich, da kristalline Aminosäuren weniger Proteinäquivalent als geformtes Protein enthalten.
- Statt einzelnen Komponenten werden heute aus hygienischen Aspekten und Kostengründen Komplettlösungen („all-in-one“) verabreicht, denen obligat **Vitamine** und **Spurenelemente** zugesetzt werden müssen.
- Die kommerziellen Kammerbeutel variieren in ihrer Zusammensetzung, sodass zur Orientierung neben der Energiezufuhr auch die Zufuhr der Komponenten (Aminosäuren, Glukose und Fett) bezogen auf das Körpergewicht der Patienten berechnet werden muss.

Zusammensetzung der Ernährung

Makronährstoffe

Aminosäuren

Für die Konzeption von **Aminosäurelösungen** orientierte man sich früher an der Zusammensetzung hochwertiger Proteine (Kartoffel, Ei). Die heutigen Aminosäurelösungen ermöglichen Patienten, die über den Magen-Darm-Trakt nicht ausreichend ernährt werden können, ein langfristiges Überleben. Die Zusammensetzung unterscheidet sich jedoch von der physiologischer Proteine.

Glutamin als häufigste freie Aminosäure im menschlichen Organismus konnte lange Zeit aus pharmakologischen Gründen nicht substituiert werden. Umfangreiche Untersuchungen beschäftigten sich mit der Optimierung der Ernährung durch Glutamin und einer damit erhofften Verbesserung der Prognose. Positive Effekte aus kleinen Untersuchungen an einzelnen Zentren konnten jedoch nicht durch große randomisierte Multicenterstudien bestätigt werden [15]. Unter einer hochdosierten, ernährungsunabhängigen Glutamintherapie in Kombination mit Antioxidantien wurde bei Patienten im Multiorganversagen und Schock eine erhöhte Letalität festgestellt [26]. Die Ergebnisse dieser Studie führten dazu, dass in den kanadischen und amerikanischen Leitlinien von einer Glutaminsubstitution abgeraten wird, obwohl in keiner Ernährungsstudie eine Unterlegenheit gegenüber einer traditionellen Therapie gezeigt werden konnte [4,15]. Dennoch kann Glutamin mit einer Dosierung von 0,2–0,3 g/kg bei Patienten ohne Leber- und Nierenversagen und stabilen Vitalfunktionen zur Optimierung des Aminosäureangebots eingesetzt werden [3].

Speziallösungen mit einem hohen Anteil an **verzweigtkettigen Aminosäuren** sollten bei Intensivpatienten nicht eingesetzt werden [4,15].

Orientierend sollte die tägliche Zufuhrmenge der Aminosäuren 1,2 g/kg KG betragen. Substratverluste unter Nierenersatzverfahren (2 g/h unter Hämodialyse, 0,6 g/h unter kontinuierlicher venovenöser Hämodia-

filtration) müssen ausgeglichen werden [22].

Kohlenhydrate

Glukose wird als Kohlenhydrat zur parenteralen Ernährung verwendet. Die Dosis richtet sich nach der Verwertung des angebotenen Substrats. Die Glukosekonzentration im Serum soll bei gleichzeitiger Gabe von maximal 4 IE/h Insulin unter 180 mg/dl liegen [1]. Große Schwankungen im Blutzuckerspiegel sind zu vermeiden. Auch wenn keine gesicherte Obergrenze für die Zufuhr von Glukose existiert, soll eine Dosis von 4 g/kg KG nicht überschritten werden.

Fette

Fette sind als Substrat mit **hoher Energiedichte** fester Bestandteil der parenteralen Ernährung. Im europäischen Raum werden überwiegend Lipidlösungen mit einem breiten Fettsäuremuster und guter Verträglichkeit eingesetzt. Die kanadischen und amerikanischen Leitlinien formulieren einen restriktiven Umgang mit Fetemulsionslösungen und sehen zum Teil nur eine zweimalige Gabe in der Woche zur Deckung des essentiellen Bedarfs an Linol- und Linolensäure vor [4,15]. Dies liegt daran, dass im angelsächsischen Sprachbereich lange Zeit nur klassische Fetemulsionen auf Sojaölbasis mit einem hohen Anteil an langkettigen Fettsäuren und ungünstigem Verträglichkeitsprofil verfügbar waren. Theoretische Überlegungen sprechen jedoch dafür, dass mit den modernen Fetemulsionen die Empfehlungen zur Substitution essentieller Fettsäuren revidiert werden müssen [27].

Als obere, tägliche Zufuhrmenge von Lipiden wird 1,5 g/kg angegeben. Die Nährstoffrelation von Kohlenhydraten und Fett soll zwischen 70:30 und 50:50 liegen. Außerdem muss die durch Medikamente applizierte Lipidmenge (z.B. durch die Gabe von Propofol) bei der Berechnung der Energiezufuhr berücksichtigt werden.

Mikronährstoffe

Die zusätzliche Zufuhr von Vitaminen und Spurenelementen ist bei der

parenteralen Ernährung essentiell, um Mangelzustände zu vermeiden.

Sie erfolgt standardisiert und unabhängig vom Körpergewicht. Die Zusammensetzung derzeitiger Präparate basiert auf Empfehlungen, die vom Tagesbedarf gesunder Menschen abgeleitet wurden. Eine Anpassung der Dosierungsempfehlungen in den Leitlinien an aktuelle Erkenntnisse ist bisher noch nicht erfolgt [28,29].

In Abhängigkeit von Aufenthaltsort und Ernährungsgewohnheiten variiert der Status und der Bedarf an Mikronährstoffen. So ändert sich z.B. der Selengehalt in der Nahrungskette in Abhängigkeit von der Bodenqualität und Anreicherungsverfahren. Die Aufnahme von Selen in Europa ist geringer als in Amerika, aber auch innerhalb Europas sind sehr starke Unterschiede zu verzeichnen [30].

Zuverlässige Dosierungsempfehlungen für die Zufuhr von **Vitaminen** und **Spurenelementen** im Bereich der Intensivtherapie fehlen, sodass der Bedarf unter Berücksichtigung der Grunderkrankung nur abgeschätzt werden kann. Die Erhebung des Vitaminstatus und die Überwachung einer Therapie sind komplex. Serumspiegel reflektieren nicht zuverlässig den Mikronährstoff-Status des Patienten, da diese durch vielfältige Effekte (z.B. Umverteilungsprozesse, Proteinstatus und -synthese, Organfunktionen sowie spezifische Halbwertszeiten) beeinflusst werden. Klinische Symptome einer Mangelerscheinung oder Intoxikation sind oft unspezifisch und werden erst in Extremsituationen klinisch manifest. Theoretisch können Vitamine und Spurenelemente auch zur Immunmodulation eingesetzt werden.

- **Vitamin K** ist in einigen Vitaminpräparaten nicht enthalten, jedoch aber natürlicher Bestandteil der Rohstoffe von Lipidlösungen. Somit ist eine reguläre Substitution nicht erforderlich.
- **Thiamin (Vitamin B₁)** hat eine kurze Halbwertszeit. Der Bedarf bei parenteraler Ernährung ist erhöht. Es kann sich in Abhängigkeit vom Ausgangszustand innerhalb von einer Woche bereits ein Mangelzustand

mit Entstehung einer Laktatazidose ausbilden. Septische Patienten profitieren nicht generell von einer ungezielten Thiamin-Substitution, wohl aber solche, bei denen ein Mangel nachgewiesen werden konnte [31]. Ebenso kann bei Patienten mit Alkoholabusus eine Thiamin-Substitution sinnvoll sein. Klare Empfehlungen für die Dosis und Dauer der Therapie sind nicht bekannt.

- Im Rahmen von **Nierenersatzverfahren** wird empfohlen, den erhöhten Verlust durch die zusätzliche Gabe des Tagesbedarfs an wasserlöslichen Vitaminen sowie 300 µg Selen und 0,5 g L-Carnitin auszugleichen [22].
- Eine hochdosierte **Selentherapie** wird nach aktuellem Stand in der Intensivmedizin nicht generell empfohlen [3,32].
- Bei Verbrennungspatienten werden in einigen Schwerpunktzentren Verluste an Mikronährstoffen protokollbasiert kompensiert. Eine solche Therapie bedarf der kontinuierlichen Überwachung und Anpassung [33].

Überwachung der Ernährungstherapie

Eine **Bilanzierung** der Ernährungstherapie sowie die Überwachung der **metabolischen Verträglichkeit** sind erforderlich, um eine Hypo- bzw. Hyperalimentation und die hieraus resultierenden Schäden zu vermeiden (Tab. 2). In der Praxis bestehen häufig Diskrepanzen zwischen Anordnungen und der verabreichten Ernährungstherapie, was die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit zwischen Ärzten und Pflegenden unterstreicht. Klinikinterne Standards und etablierte Protokolle erleichtern den Nahrungsaufbau und die metabolische Überwachung.

Eine individuelle, bedarfsorientierte und metabolisch angepasste Ernährungstherapie kann einen günstigen Krankheitsverlauf unterstützen. Wie bei allen therapeutischen Maßnahmen soll das oberste Ziel eine Vermeidung iatrogenen Noxen sein.

Tabelle 2

Metabolische Überwachung der Ernährungstherapie (nach [1]). Bei metabolisch stabilen Patienten sind 3–4 Messungen des Blutzuckers pro Tag ausreichend; Triglyceridspiegel sollten zweimal in der Woche bestimmt werden.

- Blutzuckerzielbereich 140–180 mg/dl
- Reduktion der Glukosezufuhr bei mehr als 4 IE Insulin/h
- Vermeidung von Blutzuckerwerten <110 mg/dl unter Insulin
- Vermeidung von großen Blutzuckerschwankungen
- Triglyceridspiegel <400 mg/dl

Literatur

1. Hartl WH, Parhofer KG, Kuppinger D, Rittler P: S3-Guideline of the German Society for Nutritional Medicine (DGEM) in Cooperation with the GESKES and the AKE, Monitoring of Artificial Nutrition: Specific Aspects. *Aktuel Ernährungsmed* 2013;38:e90–e100
2. Valentini L, Volkert D, Schütz T, Ockenga J, Pirlich M, Druml W, et al: Guideline of the German Society for Nutritional Medicine (DGEM) DGEM

- Terminology for Clinical Nutrition. *Aktuel Ernährungsmed* 2013;38:97–111
3. Elke G, Hartl WH, Kreyman KG, Adolph A, Felbinger TW, Graf T et al: DGEM-Leitlinie: „Klinische Ernährungsmedizin in der Intensivmedizin“. *Aktuel Ernährungsmed* 2018;43:341–408
 4. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al: Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2016;40:159–211
 5. Kreyman KG, Berger MM, Deutz NE, Hiesmayr M, Jolliet P, Kazandjiev G, et al: ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive care. *Clin Nutr* 2006;25:210–223
 6. Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, et al: What is subjective global assessment of nutritional status? *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1987;11:8–13
 7. Kondrup J: Nutritional-risk scoring systems in the intensive care unit. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2014;17:177–182
 8. Rahman A, Hasan RM, Agarwala R, Martin C, Day AG, Heyland DK: Identifying critically-ill patients who will benefit most from nutritional therapy: Further validation of the „modified NUTRIC“ nutritional risk assessment tool. *Clin Nutr* 2016;35:158–162
 9. Oshima T, Berger MM, De Waele E, Guttormsen AB, Heidegger CP, Hiesmayr M, et al: Indirect calorimetry in nutritional therapy. A position paper by the ICALIC study group. *Clin Nutr* 2017;36:651–662
 10. Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, et al: ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: intensive care. *Clin Nutr* 2009;28:387–400
 11. Kreyman KG, DeLegge MH, Luft G, de Heer G: A nutrition strategy for obese ICU patients with special consideration for the reference of protein. *Clin Nutr ESPEN* 2015;10:e160–e166
 12. Zusman O, Theilla M, Cohen J, Kagan I, Bendavid I, Singer P: Resting energy expenditure, calorie and protein consumption in critically ill patients: a retrospective cohort study. *Crit Care* 2016;20:367
 13. Compher C, Chittams J, Sammarco T, Nicolo M, Heyland DK: Greater Protein and Energy Intake May Be Associated With Improved Mortality in Higher Risk Critically Ill Patients: A Multicenter, Multinational Observational Study. *Crit Care Med* 2017;45:156–163
 14. Weijs PJ, Looijaard WG, Beishuizen A, Girbes AR, Oudemans-van Straaten HM: Early high protein intake is associated with low mortality and energy overfeeding with high mortality in non-septic mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care* 2014;18:701
 15. <http://criticalcarenutrition.com> (Zugriffsdatum: 31.01.2019)
 16. Elke G, van Zanten AR, Lemieux M, McCall M, Jeejeebhoy KN, Kott M, et al: Enteral versus parenteral nutrition in critically ill patients: an updated systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* 2016;20:117
 17. Peterson SJ, Lateef OB, Freels S, McKeever L, Fantuzzi G, Braunschweig CA: Early Exposure to Recommended Calorie Delivery in the Intensive Care Unit Is Associated With Increased Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2018;42:739–747
 18. Oshima T, Singer P, Pichard C: Parenteral or enteral nutrition: do you have the choice? *Curr Opin Crit Care* 2016;22:292–298
 19. Harvey SE, Parrott F, Harrison DA, Bear DE, Segaran E, Beale R, et al: Trial of the route of early nutritional support in critically ill adults. *N Engl J Med* 2014;371:1673–1684
 20. Reignier J, Boisrame-Helms J, Brisard L, Lascarrou JB, Ait Hssain A, Anguel N, et al: Enteral versus parenteral early nutrition in ventilated adults with shock: a randomised, controlled, multicentre, open-label, parallel-group study (NUTRIREA-2). *Lancet* 2018;391:133–143
 21. Heidegger CP, Berger MM, Graf S, Zingg W, Darmon P, Costanza MC, et al: Optimisation of energy provision with supplemental parenteral nutrition in critically ill patients: a randomised controlled clinical trial. *Lancet* 2013;381:385–393
 22. Druml W, Contzen B, Joannidis M, Kierdorf H, Kulmann MK: S1-Guideline of the German Society for Nutritional Medicine (DGEM) in Corporation with the GESKES, AKE and DGiN, Enteral and Parenteral Nutrition in Patients with Kidney disease. *Aktuel Ernährungsmed* 2015;40:21–37
 23. Plauth M, Schütz T, Pirlich M, Canbay A: S3-Guideline of the German Society for Nutritional Medicine (DGEM) in Corporation with the GESKES, the AKE and the DGVs, Clinical Nutrition in the gastroenterology (Part1) – Liver. *Aktuel Ernährungsmed* 2014;39:e1–e42
 24. Montejo JC, Minambres E, Bordeje L, Mesejo A, Acosta J, Heras A, et al: Gastric residual volume during enteral nutrition in ICU patients: the REGANE study. *Intensive Care Med* 2010;36:1386–1393
 25. Kuppinger DD, Rittler P, Hartl WH, Ruttiger D: Use of gastric residual volume to guide enteral nutrition in critically ill patients: a brief systematic review of clinical studies. *Nutrition* 2013;29:1075–1079
 26. Heyland D, Muscedere J, Wischmeyer PE, Cook D, Jones G, Albert M, et al: A randomized trial of glutamine and antioxidants in critically ill patients. *N Engl J Med* 2013;368:1489–1497
 27. Anez-Bustillos L, Dao DT, Fell GL, Baker MA, Gura KM, Bistrrian BR, et al: Redefining essential fatty acids in the era of novel intravenous lipid emulsions. *Clin Nutr* 2018;37:784–789
 28. Stehle P, Stoffel-Wagner B, Kuhn KS: Parenteral trace element provision: recent clinical research and practical conclusions. *Eur J Clin Nutr* 2016;70:886–893
 29. Vanek VW, Borum P, Buchman A, Fessler TA, Howard L, Jeejeebhoy K, et al: A.S.P.E.N. position paper: recommendations for changes in commercially available parenteral multivitamin and multi-trace element products. *Nutr Clin Pract* 2012;27:440–491
 30. Rayman MP: The importance of selenium to human health. *Lancet* 2000;356:233–241
 31. Donnino MW, Andersen LW, Chase M, Berg KM, Tidswell M, Giberson T, et al: Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial of Thiamine as a Metabolic Resuscitator in Septic Shock: A Pilot Study. *Crit Care Med* 2016;44:360–367
 32. Manzanares W, Lemieux M, Elke G, Langlois PL, Bloos F, Heyland DK: High-dose intravenous selenium does not improve clinical outcomes in the critically ill: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2016;20:356
 33. Jafari P, Thomas A, Haselbach D, Watfa W, Pantet O, Michetti M, et al: Trace element intakes should be revisited in burn nutrition protocols: A cohort study. *Clin Nutr* 2018;37:958–964.

Korrespondenzadresse

**Priv.-Doz. Dr. med.
Christiane Goeters**

Klinik für Anästhesiologie,
operative Intensivmedizin und
Schmerztherapie
Universitätsklinik Münster
Albert-Schweitzer-Campus 1
48149 Münster, Deutschland
Tel.: 0251 83-47252
Fax: 0251 83-48667
E-Mail: goeters@uni-muenster.de