

18 Chirurgie und Transplantation

Arbeitsgruppe

A. Weimann (AG-Leiter), C. Ebener, L. Hausser, S. Holland-Cunz, K. W. Jauch, M. Kemen, L. Krähenbühl, E. R. Kuse, F. Längle

Schlüsselwörter

- parenterale Ernährung
- Operation
- Transplantation
- fast-track-Chirurgie
- postoperative Ernährung

Key words

- parenteral nutrition
- surgery
- transplantation
- fast track surgery
- postoperative nutrition

Einleitung



In der Chirurgie ist die Bedeutung des Ernährungsstatus für die postoperative Morbidität und Letalität bei verschiedenen Krankheitsbildern retrospektiv [1–6] und auch prospektiv [7–22] gezeigt worden.

Häufig ist das Bestehen einer Mangelernährung Ausdruck der Grunderkrankung z.B. eines Tumorerleidens oder einer chronischen Organinsuffizienz [22–31] (s. auch entsprechende Kapitel). So ist die Mangelernährung besonders relevant für die Prognose nach Organtransplantation [32–41]. Der Ernährungsstatus beeinflusst auch wesentlich die Morbidität in der Chirurgie alter Menschen [42].

Rasche Rekonvaleszenz nach chirurgischen Eingriffen („Enhanced Recovery after Surgery = ERAS“) ist die Voraussetzung für die auch ökonomisch gebotene Senkung der Krankenhausverweildauer. Insbesondere nach Koloneingriffen ist der sog. „Fast Track“ zum Maßstab des postoperativen Managements geworden. Grundlage ist im multimodalen Vorgehen die perioperativ sparsame Volumenzufuhr, adäquate Schmerztherapie vor allem mittels epiduraler Anästhesie unter Minimierung der Gabe von Opioiden, Gabe von Antiemetika und Peristaltika. Ziel ist der frühestmögliche orale Kostaufbau mit Vollmobilisierung.

Die Indikationen für eine künstliche Ernährung sind auch in der Chirurgie die Prophylaxe und Behandlung von Katabolie und Mangelernährung. Dies betrifft vor allem perioperativ „substitutiv“ den Erhalt des Ernährungszustandes zur Verhinderung einer Mangelernährung. Kriterien des Erfolgs für die „therapeutische“ Indikation einer PE sind unter Berücksichtigung ökonomischer Implikationen, die sogenannten Outcomeparameter Morbidität, Krankenhausverweildauer und Letalität. Bei „palliativer“ Indikation und poststationär steht neben der Verbesserung des Ernäh-

rungsstatus die Lebensqualität im Vordergrund [43–55].

Postoperativer Kostaufbau



- ▶ Generell soll postoperativ die Nahrungszufuhr nicht unterbrochen werden (A).
- ▶ Der orale Kostaufbau sollte sich vor allem nach der Toleranz des Patienten richten (C).
- ▶ Ein oraler bzw. enteraler Kostaufbau binnen 24 h nach OP wird empfohlen (A).
- ▶ Auch nach Anastomosen an Kolon und Rektum kann ab dem ersten postoperativen Tag mit der oralen Nahrungszufuhr begonnen werden (A).
- ▶ Für Anastomosen am oberen Gastrointestinaltrakt ist für die ersten Tage die enterale Zufuhr über eine distal der Anastomose liegende Sonde zu empfehlen (A).

Kommentar

Ein frühzeitiger oraler bzw. enteraler Kostaufbau vermindert das Risiko einer Infektion und verkürzt die Krankenhausverweildauer [56–58] (Ia), [59,60] (Ib), [61] (IIa).

Nach Cholezystektomie kann sofort mit dem Kostaufbau begonnen werden, weil eine Latenzperiode oder ösophagogastrische Dekompression ohne Vorteile ist [62,63] (Ib). Ein früher oraler Kostaufbau mit Trinken ab dem 1. Tag führt auch bei Anastomosen an Kolon und Rektum nicht zu einer erhöhten Insuffizienzrate oder Störung des Heilungsverlaufs [56,63,64] (Ib), [65] (Ia). Die Geschwindigkeit des Kostaufbaus sollte sich an der Funktion des Gastrointestinaltrakts und der Toleranz des Patienten orientieren [57] (Ia), [63–65] (Ib), [66–68] (IIa), [59,69] (IIb).

Für Patienten mit Anastomosen im oberen Gastrointestinaltrakt z.B. nach Gastrektomie und Ösophagusresektion liegen keine vergleichbaren Daten vor. Hier ist in zahlreichen kontrollierten

Bibliografie

DOI 10.1055/s-2006-951898
 Aktuell Ernähr Med 2007; 32, Supplement 1: S114–S123
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York ·
 ISSN 1862-0736

Studien die Praktikabilität einer enteralen Ernährung über eine distal der Anastomose platzierte Sonde gezeigt worden [70–73]. Im Vergleich mit konventionellen Laparotomien ist die Toleranz einer frühzeitigen oralen Ernährung durch rascheres Einsetzen der Peristaltik und der Darmpassage besser nach laparoskopischen Koloneingriffen [74] (Ib), [68,75] (IIa).

Perioperative (prä- und postoperativ) Indikation zur künstlichen Ernährung



Allgemeines

- ▶ Eine nicht ausreichende Nahrungszufuhr für mehr als 14 Tage ist mit einer erhöhten Letalität assoziiert (Ib).
- ▶ Die Indikation zur künstlichen Ernährung besteht daher auch bei Patienten ohne Zeichen der Mangelernährung, die perioperativ voraussichtlich mehr als 7 Tage keine orale Nahrungszufuhr oder mehr als 14 Tage oral eine nicht bedarfsdeckende Kost (weniger als 60–80%) erhalten. Hier wird ohne Verzögerung der Beginn mit einer enteralen und gegebenenfalls auch parenteralen Ernährung empfohlen (B).
- ▶ Nur bei absoluten Kontraindikationen für eine enterale Ernährung wie bei einer chronischen Darmobstruktion mit relevanter Passaggestörung, z. B. einer Peritonealkarzinose, besteht die Indikation zur ausschließlich totalen PE (TPE) (A).
- ▶ Wenn der Energie- und Nährstoffbedarf durch orale und enterale Zufuhr allein nicht gedeckt werden kann, ist eine kombinierte enterale und parenterale Ernährung indiziert (C).
- ▶ Zur Sicherung einer effektiven Ernährungstherapie sollten Klinikintern standardisierte Schemata erstellt werden (C) (Beispiele s. Anhang).

Kommentar

Der prognostische Einfluss des Ernährungszustandes auf Morbidität, Letalität und Krankenhausverweildauer ist für chirurgische Patienten insbesondere auch nach Organtransplantation prospektiv belegt [1–22]. Eine nicht ausreichende Nahrungszufuhr für mehr als 14 Tage ist mit einer erhöhten Letalität assoziiert (Ib) [76]. Auch in den aktuellen Leitlinien der Amerikanischen Gesellschaft für Parenterale und Enteral Ernährung (ASPEN) wird die Durchführung einer postoperativen PE für die Patienten empfohlen, welche ihren Kalorienbedarf nicht innerhalb von 7–10 Tagen oral decken können [77].

Der Effekt einer parenteralen im Vergleich mit einer oralen/enteralen Standardernährung auf die Prognose chirurgischer Patienten wird in der Literatur [72,78–98] (s. ► **Tab. 1** im Anhang) nicht einheitlich beurteilt. Für viszeralchirurgische Patienten, einschließlich solchen mit Lebertransplantation sowie Traumatopatienten, sind der Arbeitsgruppe 21 randomisierte Studien bekannt. Hierbei wurde eine (total) PE mit einer enteralen Ernährung, der Zufuhr von Kristalloidlösungen oder einer normalen Krankenhausdiät verglichen.

In 15 Studien erfolgte ein Vergleich enteral mit parenteral. In 6 der 15 Studien wurden signifikante Vorteile einer enteralen Ernährung nachgewiesen. Diese betrafen vor allem die Verminderung der Inzidenz infektiöser Komplikationen, der Länge der Krankenhausverweildauer und der Kosten (Ib).

In 8 der 15 Studien konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, was von den meisten Autoren aufgrund der geringeren Kosten als Argument für die enterale Ernährung gesehen wurde [72,92,93,95] (Ib).

Einzelne Autoren haben auf mögliche Vorteile einer PE hingewiesen. Diese betreffen vor allem die eingeschränkte Toleranz einer enteralen Ernährung bei intestinaler Dysfunktion, insbesondere in der frühen postoperativen Phase, welche mit einer verminderten Kalorienzufuhr einhergeht [78]. So muss gerade bei Patienten mit schwerem Polytrauma auf die Toleranz der enteralen Zufuhr besonders streng geachtet werden [88] (Ib). Bei eingeschränkter gastrointestinaler Toleranz ist die adäquate Kalorienzufuhr parenteral besser gewährleistet [99] (IIa).

Eine Metaanalyse von Braunschweig et al. [100] zum Vergleich einer enteralen mit einer parenteralen Ernährung erfasst die Ergebnisse von 27 Studien mit 1828 Patienten, wobei nicht nur chirurgische Patienten eingeschlossen wurden. Hier zeigte sich ein signifikant niedrigeres Infektionsrisiko bei oraler/enteraler Ernährung. Es fand sich jedoch eine signifikant niedrigere Letalität mit einer Tendenz zu niedrigerer Infektionsrate bei PE mangelernährter Patienten. Heyland et al. [101] bezogen in eine Metaanalyse zur PE bei chirurgischen Patienten 27 Studien ein. Enteral vs. parenterale Vergleichsstudien wurden ausgeschlossen. Hier konnte ein Einfluss der PE auf die Letalität chirurgischer Patienten nicht nachgewiesen werden. Es fand sich jedoch bei den parenteral ernährten Patienten, vor allem solchen mit Mangelernährung, eine niedrigere Komplikationsrate.

Diese Ergebnisse veranlassen zu der Empfehlung, bei normal ernährten Patienten während der ersten 7 bis 10 Tage ggf. auf eine kalorienbedarfsdeckende Ernährung zu verzichten.

Kombiniert enterale/parenterale Ernährung



Indikation

- ▶ Eine kombinierte enterale/parenterale Ernährung ist immer dann durchzuführen, wenn eine künstliche Ernährung indiziert ist und der Kalorienbedarf durch eingeschränkte enterale Toleranz nicht adäquat gedeckt werden kann. Dies gilt besonders, wenn die Kalorienzufuhr unter 60% des errechneten Bedarfs beträgt und ein zentralvenöser Zugang zur PE bereits vorhanden ist (C).
- ▶ Sofern ein zentralvenöser Zugang zum Zweck der künstlichen Ernährung noch platziert werden muss, ist diese Indikation kritisch im Verhältnis zu der zu erwartenden Zeitdauer zu stellen. Beträgt diese < 4 Tage, ist eine kombinierte Ernährung nicht erforderlich. Beträgt diese 4–7 Tage, kann die Ernährung hypokalorisch mit 2 g Kohlenhydraten und 1 g Aminosäuren/kg Körpergewicht über einen peripheren Zugang erfolgen. Beträgt diese > 7–10 Tage, wird die Platzierung eines zentralvenösen Zugangs empfohlen (C).

Kommentar

Die kombiniert enterale/parenterale Ernährung ist bei elektiven chirurgischen Patienten bisher nicht in vergleichenden prospektiven kontrollierten Studien evaluiert worden. Von Heyland et al. [102] und Dhaliwal et al. [103] wurden die an kritisch Kranken durchgeführten Studien analysiert, hiervon zwei aus den 80er-Jahren von derselben Arbeitsgruppe, jeweils an Patienten nach schwerer Verbrennung und schwerem Trauma. In der Metaanalyse dieser Studien fand sich für die kombinierte Ernährung kein Vorteil mit Bezug auf Letalität, Infektionen, Krankenhausverweil- und Beatmungsdauer. So empfehlen Heyland et al. [102] für kritisch Kranke ohne Zeichen der Mangelernährung, enterale und parenterale Ernährung nicht zum selben Zeitpunkt zu beginnen und nur bei Unverträglichkeit einer enteralen Ernährung

in individueller Abwägung über eine parenterale Substratzufuhr zu entscheiden.

Bei großen elektiven chirurgischen Eingriffen ist die Anlage eines zentralen Venenkatheters häufig anästhesiologische Routine. Deswegen vertritt die Leitlinienarbeitsgruppe die Auffassung, dass dieser Zugang bei geeigneter Indikation, insbesondere bei mangelernährten Patienten frühzeitig auch für die künstliche Ernährung ggf. auch in einem hypokalorischen Regime eingesetzt werden sollte. Es ist in einer randomisierten kontrollierten Studie gezeigt worden, dass eine hypokalorische PE mit 25 kcal/kg und 1,5 g/kg Protein kein erhöhtes Risiko für Hyperglykämie und infektiöse Komplikationen aufweist, jedoch zu einer signifikanten Verbesserung der Stickstoffbilanz führt [104] (Ib). Die Indikation zur Anlage eines zentralen Venenkatheters ausschließlich zur künstlichen Ernährung sollte kritisch gestellt werden. Kurzfristig kann eine Erhöhung der Kalorienzufuhr durch periphervenöse Fettgabe erreicht werden. Bei einer kombiniert enteralen/parenteralen Ernährung ist die Steigerung der enteralen Zufuhr anzustreben.

Ein Schema für die kombinierte und ausschleichende PE beim enteralen Kostaufbau findet sich im Anhang.

Präoperative Indikation für eine PE

- ▶ Die Verschiebung einer Operation zur Durchführung einer gezielten Ernährungstherapie (enteral und parenteral) ist nur bei schwerer Mangelernährung angezeigt (A).
- ▶ Eine präoperative PE ist bei den Patienten indiziert, bei denen enteral der Kalorienbedarf nicht adäquat gedeckt werden kann (C).
- ▶ Bei enteral nicht ernährbaren Patienten wird in der Nacht präoperativ die intravenöse Zufuhr von 200 g Glukose empfohlen (B).
- ▶ Bei mangelernährten Patienten sollte die präoperative Ernährungstherapie möglichst prästationär durchgeführt werden, um das Risiko nosokomialer Infektionen zu senken (C).

Kommentar

Günstige Auswirkungen einer PE für 7–10 Tage sind insbesondere bei postoperativer Fortführung für die Komplikationsrate [83,97] und die Verminderung der Letalität [83] gezeigt worden (Ib). Die frühe postoperative Ausschüttung der Zytokine IL-6 und IL-8 ist jedoch bei PE signifikant höher [105] (Ib). Die parenterale Flüssigkeitszufuhr birgt ferner das Risiko der Erweiterung des Extrazellulärraums und hierdurch der Senkung der Albuminkonzentration mit der erhöhten Gefahr pulmonaler Komplikationen [106] (Ib). Bei präoperativer parenteraler Gabe von 1,5–2 g/kg KG Glukose, 1 g/kg KG Aminosäuren (16–20 h präoperativ) sind günstige Wirkungen auf die postoperative Stressadaptation berichtet worden [107].

Aufgrund ungenügender Daten zum Vergleich einer enteralen mit einer parenteralen präoperativen Ernährung sollte der oralen (Trinklösung) bzw. enteralen Zufuhr wann immer möglich der Vorzug gegeben werden. Sofern zur Deckung des Energiebedarfs eine parenterale Kaloriengabe z. B. bei Stenose im oberen Gastrointestinaltrakt erforderlich ist, sollte zusätzlich eine orale Zufuhr z. B. mit Trinklösung aufrechterhalten werden. Vorteile einer präoperativen PE für die Dauer von 7–10 Tage sind nur für Patienten mit schwerer Mangelernährung (Gewichtsverlust > 15%) vor großen gastrointestinalen Operationen gezeigt worden [83,97]. Bei postoperativer Fortsetzung für 9 Tage ist

die Komplikationsrate um 30% niedriger und auch die Letalität geringer (Ib). Nicht eindeutig geklärt ist bei mangelernährten Patienten die Frage nach der Art der Zufuhr einer präoperativen Ernährung. Lediglich in einer prospektiven Studie sind präoperative parenterale und enterale Ernährung verglichen worden. Ein eindeutiger Vorteil für die präoperative PE konnte hierbei nicht gezeigt werden [85]. Die Ergebnisse der Metaanalyse von Braunschweig [100] sprechen jedoch für die parenterale Zufuhr. Hier fand sich eine signifikant niedrigere Letalität mit einer Tendenz zu niedrigerer Infektionsrate bei PE mangelernährter Patienten.

Glutamin



Indikation zur Gabe von Glutamin

- ▶ Postoperativ besteht für die Arbeitsgruppe in der elektiven Chirurgie die Indikation zur parenteralen Gabe von Glutamin dipeptidlösungen derzeit nur für schwer mangelernährte Patienten, die enteral nicht adäquat ernährbar sind und deshalb einer PE bedürfen (C).
- ▶ Die aktuelle Studienlage reicht für eine generelle Empfehlung zum parenteralen Einsatz von Glutamin in der Chirurgie nicht aus (C).

Kommentar

Die parenterale Zufuhr von Glutamin in einer Dipeptidlösung ist kontrolliert randomisiert mit Endpunkten der Morbidität und des Outcomes bei nicht enteral ernährten erwachsenen chirurgischen Patienten in der Arbeitsgruppe zugänglichen 9 Studien (Ib) untersucht worden (zwei nur als Abstract, ● **Tab. 2** im Anhang [108–116]). In acht Studien wurden Patienten mit elektiven Operationen, in einer nach viszeralchirurgischen Notfalleingriffen eingeschlossen. Alle Studien haben signifikante Vorteile der Glutamingabe gezeigt, sieben bezüglich der postoperativen Krankenhausverweildauer (LOS) und zwei bezüglich der postoperativen Morbidität. Dies entspricht den Ergebnissen einer früheren Metaanalyse für elektiv chirurgische Patienten [117] (Ia). Eine systematische Analyse von europäischen und asiatischen nicht enteral ernährten chirurgischen Patienten ergab zur Frage infektiöser Komplikationen zehn Studien und zur postoperativen Krankenhausverweildauer acht Studien. Auch hier wurden signifikante Vorteile der Glutaminsupplementierung gezeigt [118] (Ia). In zwei weiteren aktuellen Studien mit immunologischen Endpunkten wurde eine signifikant verbesserte Erholung der postoperativen Immunfunktion gezeigt [119–122] (Ib). Nach heutigem Verständnis ist in einem viszeralchirurgischen Patientengut, insbesondere nach elektiven kolorektalen Operationen, die in den vorliegenden Studien durchgeführte abschließliche PE für 5–7 Tage bei unkompliziertem Verlauf nicht indiziert [58,123]. Inwiefern sich eine parenterale Glutaminzufuhr bei oraler/enteraler Ernährung positiv auswirkt, kann aufgrund fehlender Daten derzeit nicht beantwortet werden. Weiter geklärt werden muss die mögliche Bedeutung einer kurzfristigen perioperativen Glutamininfusion für die Dauer von 72 Stunden mit Beginn 24 Stunden vor elektiven Operationen [119].

Besonderheiten in der Kinderchirurgie



- ▶ Prinzipiell gelten die Empfehlungen des frühzeitigen postoperativen Kostaufbaus auch für das Kindesalter (C).

Kommentar

Bei Neonaten und Frühgeborenen ist eine Senkung des Sepsisrisikos durch die Steigerung der Immunkompetenz als Folge eines frühen Kostaufbaus selbst mit kleinen enteralen Mengen nachgewiesen worden [124]. In mehreren Studien konnte bei Neugeborenen nach großen chirurgischen Eingriffen gezeigt werden, dass sich der Energieverbrauch postoperativ lediglich um 20% erhöht und innerhalb der ersten 12–24 Std. wieder normalisiert [125]. Posttraumatisch besteht bei Kleinkindern in den ersten 24 Std. die Tendenz zur Wasserretention aufgrund einer erhöhten ADH-Aktivität, sodass hier das Flüssigkeitsvolumen eher sparsam und die Natriumzufuhr hoch angesetzt werden sollte [126,127].

Für Neugeborene und Kinder mit Operationen des Verdauungstraktes sind bislang keine Vorteile für eine Supplementierung der PE mit Glutamin gezeigt worden [128] (Ib).

Kinder mit einem Kurzdarmsyndrom, nach angeborenem oder erworbenem Verlust an Resorptionsoberfläche sind von parenteraler Langzeiternährung abhängig. Die mit der intravenösen Ernährung assoziierten Leberschädigungen und Komplikationen wie Thromben, Embolien und Sepsis sind Parameter, welche die Prognose des Gedeihens und Überlebens bestimmen [129]. Für die von PE abhängigen pädiatrischen Patienten mit Kurzdarmsyndrom sollte trotz adäquater Therapie über drei Monate hinaus persistierender Hyperbilirubinämie (Gesamtbilirubin > 3 mg/dl) eine Vorstellung in einem Transplantationszentrum erwogen werden [130]. Um die frühzeitige Indikationsstellung zu unterstützen, steht eine Formel zur Errechnung der voraussichtlichen Dauer der Abhängigkeit von der PE zur Verfügung [131]. Es wird angestrebt, bei noch reversibler Leberfunktionsstörung eine isolierte Dünndarmtransplantation vorzunehmen. Nach erfolgreicher Dünndarmtransplantation ist in der Regel mittelfristig die Beendigung der PE möglich.

Organtransplantation

Besonderheiten bei Patienten nach Organtransplantation

- ▶ Nach Herz-, Lungen- und Nierentransplantation ist bei unkompliziertem Verlauf ein frühzeitiger oraler Kostaufbau anzustreben (C).
- ▶ Nach Leber- und Pankreastransplantation wird dem Vorgehen bei großen viszeralchirurgischen Operationen entsprechend die frühzeitige enterale Ernährung innerhalb von 24 Stunden empfohlen, ggf. kombiniert mit PE (C).
- ▶ Nach Dünndarmtransplantation ist die enterale Ernährung innerhalb der ersten Woche nur sehr vorsichtig zu steigern. Auch hier sollte kombiniert enteral/parenteral ernährt werden (C).
- ▶ Zur parenteralen Gabe von immunmodulierenden Substraten kann aufgrund mangelnder Daten keine Empfehlung gegeben werden (C).
- ▶ Zur Frage der Präkonditionierung eines Ischämie-/Reperfusionsschadens durch parenterale Gabe von Glutamin und Arginin kann keine Empfehlung gegeben werden (C).

Kommentar

Es besteht Konsens, dass auch für Transplantationspatienten eine frühe orale bzw. enterale Nahrungszufuhr angestrebt werden sollte [132,133].

Resorption und Blutspiegel von Tacrolimus sind unter einer enteralen Ernährung nicht beeinträchtigt [134] (Ib).

Bei Patienten nach Lebertransplantation sind enterale und parenterale Zufuhr der Ernährung gleichwertig [135] (Ib).

Bei parenteraler Fettapplikation sind im Vergleich mit LCT-Lösungen Vorteile für die Gabe von MCT/LCT-Lösungen gezeigt worden. Diese betreffen die günstigere Wiederherstellung der Funktion des Retikuloendothelialen Systems nach Lebertransplantation [136] (Ib). Die Verstoffwechslung beider Fettlösungen ist ohne Unterschied [137] (Ib).

Es sind Vorteile der enteralen Ernährung bezüglich der Inzidenz viraler Infektionen gezeigt worden [138] (Ib). Im Vergleich zu einer enteralen Standarddiät in Kombination mit einer selektiven Darmdekontamination ist eine signifikante Verminderung der Infektionsrate auch beim Einsatz einer faserreichen Diät, angereichert mit *Lactobacillus plantarum*, gezeigt worden [139] (Ib). Auch bei lebertransplantierten Patienten ist die Anlage einer Feinnadelkatheterjejunostomie praktikabel [140] (Ib). Nach Dünndarmtransplantation wird die enterale Ernährung durch erhöhte intestinale Sekretion erschwert [141].

Die Rolle einer parenteralen Präkonditionierung des Organspenders bzw. des Spenderorgans z. B. durch hoch dosierte Argininzufuhr für die Produktion von NO und die Umwandlung in Glutamin und Glutathion ist offen.

Klinische Studien zur parenteralen Immunonutrition liegen nicht vor. Tierexperimentelle Ergebnisse zur parenteralen Supplementierung mit Glutamin nach Dünndarmtransplantation weisen auf günstige trophische Effekte mit geringerer Mukosapermeabilität und Rate der bakteriellen Translokation [142].

Anhang

Praktische Hinweise zur postoperativen PE auf Allgemeinstation

S. auch „Safe Practices for Parenteral Nutrition“ [126]

- ▶ Mehrkammerbeutel müssen vor der Verabreichung vorschriftsmäßig gemischt werden.
- ▶ Beachtung von Verfallsdatum, Ausfällung etc.
- ▶ Sorgfältige Beschriftung der Infusionsbehälter (Zusätze, Name des Patienten).
- ▶ Hochosmolare Lösungen (> 800 mosm/l) sollen nur über zentralvenösen Zugang infundiert werden.
- ▶ Die Infusion wird bei hochkalorischer Ernährung und bei pädiatrischen Patienten über Infusionspumpen gesteuert.
- ▶ Regelmäßige Kontrolle der eingelaufenen Infusionslösungen in jeder Schicht, um Unregelmäßigkeiten rasch feststellen und korrigieren zu können.
- ▶ Wechsel des gesamten Infusionssystems, einschließlich Dreivegehahn erfolgt jeden 3. Tag.
- ▶ Bei einer Medikamentengabe über Kurzinfusion, wird ein separates Infusionsbesteck verwendet.
- ▶ Beachtung der Hygieneregeln beim Einspritzen von Zusätzen, Einstechen oder Wechseln des Infusionssystems, bei Manipulationen am Zugang usw.
- ▶ Zusätzliche Flüssigkeitsverluste ersetzen (Fieber, Drainagen, Durchfall, Erbrechen, Magensonde, etc.).
- ▶ Exakte Dokumentation im Kurvenblatt (Laufzeit, Unterschrift).
- ▶ Regelmäßige Laborkontrollen.

Postoperative Infusions- und Ernährungstherapie

Schema I: Fast Track mit unverzüglichem oralen Kostaufbau

Anwendungsbereich: Patienten, die nicht mangelernährt sind und bei denen aller Voraussicht nach innerhalb von 4 Tagen eine ausreichende orale oder enterale Ernährung möglich sein wird, benötigen unabhängig von Art und Größe des Eingriffs keine PE.

Prinzip: Alleinige Elektrolyt-, Flüssigkeits- und basale Glukosezufuhr abhängig vom Körpergewicht. Die peripherenöse Gabe ist möglich. Die Elektrolytlösung kann als Trägerlösung für Medikamente dienen. Gleichzeitig orale Flüssigkeitszufuhr und Kostaufbau.

Applikation: Peripherenös, Kristalloide – bevorzugte Lösung Vollerlektrolytlösung, bei Erhöhung des Serumkalium (Dialysepatient) NaCl 0,9%.

Beispiel

Körpergewicht	OP-Tag	1. postop. Tag	2. postop. Tag
unabhängig	1000 ml Elektrolytlösung	1000 ml Elektrolytlösung	nur bei unzureichender oraler Flüssigkeitszufuhr wie Tag 1

Schema II: Kurzfristige hypokalorische PE

Anwendungsbereich: Patienten die nicht mangelernährt sind und bei denen aller Voraussicht nach *nicht* innerhalb von 4 Tagen eine ausreichende orale oder enterale Ernährung möglich sein wird parallel zum oralen/enteralen Kostaufbau.

Prinzip: Hypokalorische PE, d. h. adäquate Aminosäuresubstitution bei limitierter, nur den Basisbedarf deckender Kohlenhydratzufuhr.

Applikation: Peripherenös, ggf. jedoch mit Venenreizung ist insbesondere bei zusätzlicher Elektrolyt- oder Medikamentengabe (z. B. Antibiotikakurzinfusion etc.) zu rechnen; Komplettlösungen bzw. Zweikammerbeutel.

Beispiel

Körpergewicht	OP-Tag	1. postop. Tag	ab dem 2. postop. Tag
unabhängig	2500 ml Elektrolytlösung	1000 ml Glukose (10 – 12%) 1000 ml Aminosäuren 10% 500 ml Elektrolytlösung	1000 ml Glukose (10 – 12%) 1000 ml Aminosäuren 10% 500 ml Elektrolytlösung

Schema III: PE zur Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfs

Anwendungsbereich: Alle mangelernährten Patienten und solche ohne Mangelernährung, bei denen nicht innerhalb von 7 Tagen mit einer oralen/enteralen Nahrungszufuhr begonnen bzw. nicht innerhalb von 14 Tagen mit einer adäquaten oralen/enteralen Aufnahme gerechnet werden kann.

Prinzip: Bedarfsgerechte Kalorienzufuhr unter Berücksichtigung aller Substrate sowie adäquate Substitution von Vitaminen und Spurenelementen („total parenterale Ernährung“). Mit der Fettzufuhr wird ab dem 3. Tag begonnen.

Für Neonaten und Säuglinge unter schweren postoperativen Bedingungen besteht eine ausgeprägte interindividuelle Varianz im Energiebedarf. Jaksic et al. [143] konnte keinen erhöhten Energieverbrauch bei massivem postoperativem Stress der Neugeborenen nachweisen. Bei Säuglingen sollte zur Bewertung der Energiezufuhr zumindest Gewichtsverlauf und Flüssigkeitshaushalt beobachtet werden. Ergänzend kann ggf. die CO₂-Produktion gemessen werden.

Applikation: Zentralvenös (Jugularis- oder Subklaviakatheter), Misch- bzw. Zwei- und Dreikammerbeutel. Die Elektrolytlösung kann als Trägerlösung für Medikamente dienen.

Beispiel

Körpergewicht	OP-Tag	1. postop. Tag	2. postop. Tag	ab dem 3. postop. Tag
unabhängig	1000 ml Elektrolytlösung	2000 ml Zweikammerbeutel 500 ml Elektrolytlösung	2000 ml Zweikammerbeutel 500 ml Elektrolytlösung	2000 ml „All in One“ Dreikammerbeutel 500 ml Elektrolytlösung

Schema IV: Kombinierte enterale und parenterale Ernährung

Anwendungsbereich: Alle Patienten mit Indikation zur künstlichen Ernährung, bei denen eine enterale Ernährung nicht kalorienbedarfsdeckend durchführbar ist

Prinzip: Der enteral tolerierten Zufuhrmenge mit dem Ziel einer Deckung des Kalorienbedarfs angepasste parenterale Substratzufuhr – anzustreben ist die Steigerung der enteralen Zufuhr.

Applikation: Enterale Sonde/Feinnadelkatheterjejunostomie, zentraler bzw. peripherenöser Zugang, Zwei-, Dreikammerbeutel.

Beispiel

Stufe*	enteral	parenteral
1a	10 – 25 ml/h über 20 – 24 h ca. 200 – 500 kcal	1000 ml Glukose 10 – 12% (100 – 120 g = 400 – 480 kcal) + Elektrolyte 500 ml Aminosäuren 10% (50 g)**
1b	10 – 25 ml/h über 20 – 24 h ca. 200 – 500 kcal	1000 ml Glukose 20 – 25% (200 – 250 g = 800 – 1000 kcal) + Elektrolyte 1000 ml Aminosäuren 10% (100 g) evtl. 250 ml Fette 20% (50 g ca. 500 kcal)
2	50 ml/h über 20 h ca. 1000 kcal	1000 ml Glukose 20 – 25% (200 – 250 g = 800 – 1000 kcal) + Elektrolyte 1000 ml Aminosäuren 10% (100 g)
3	75 ml/h über 20 h ca. 1500 kcal	500 ml Glukose 10 – 12% (100 – 120 g = 400 – 480 kcal) + Elektrolyte 500 ml Aminosäuren 10% (100 g)
4	100 – 125 ml/h über 20 h ca. 2000 – 2500 kcal	

* Die Steigerung der Stufen richtet sich nach der enteralen Toleranz des Patienten. Sofern mehrtägig Stufe 1 nicht überschritten werden kann, wird die Substitution mit wasser- und fettlöslichen Vitaminen und Spurenelementen empfohlen. ** Aminosäuren werden in diesem Beispiel für die Berechnung der Kalorienzufuhr nicht einbezogen

Tab. 1 Randomisierte kontrollierte Studien zur perioperativen PE

Autor	Jahr	n	OP	Typ	Start	Ergebnis	Bewertung
Muggia-Sullam et al. [78]	1985	19	viszeral	EE vs. TPE	1. – 10. Tag, FKJ	kein Unterschied	±
Adams et al. [79]	1986	46	Trauma	EE vs. TPE	1. – 14. Tag	kein Unterschied in Komplikationsrate und N-Bilanz	±
Bower et al. [80]	1986	20	viszeral	EE vs. TPE	1. – 7. Tag – FKJ	Kosten niedriger	+
Moore et al. [81]	1989	59	Trauma	EE vs. TPE	12 h, FKJ, 50 ml/h isokalorische TPE, 1,3 – 1,5 × BEE HB	weniger schwerer Infekt, kein Unterschied in N-Bilanz	+
Reilly et al. [82]	1990		viszeral – Lebertransplantation	TPE ± BCC vs. Kontrolle		bei TPE bessere Stickstoffbilanz und kürzerer Intensivaufenthalt – kein Unterschied für Anreicherung mit BCC	+
VA [83]	1991	395	mangelernährt vor Laparotomie oder Nicht-Herz-Thorakotomie	7 Tage präop. und 3 Tage postop. TPE vs. Kontrolle		signifikant weniger nichtinfektiöse Komplikationen bei schwerer Mangelernährung – sonst kein Unterschied	±
Kudsk et al. [84]	1992	98	Trauma	EE vs. TPE	24 h FKJ	EE weniger Infektionen	+
Von Meyenfeldt [85]	1992	101	viszeral	präop. EE vs. TPE, vs. Kontrolle	mindestens 10 Tage bei Mangelernährung (NI), nasogastr. oder oral 150 % BEE nach Harris u. Benedict	weniger intraabdom. Abszesse bei Gewichtsverlust > 10 % im Vergleich zu mangelernährter Kontrollgruppe, jedoch TEE vs. TPE vergleichbar	+
Sandstrom et al. [76]	1993	300	viszeral	TPE vs. Glukoselösung			
Iovinelli et al. [86]	1993	48	Laryngektomie	EE vs. TPE	PEG nach 24 h, Energie: Harris u. Benedict + 40 %	Gewicht, TSF, MAC, Alb., TFN, keine Diff., kürzerer LOS	+
Brennan et al. [87]	1994		viszeral – Pankreasresektionen	TPE vs. Kontrolle		kein Benefit – signifikant mehr Komplikationen bei TPE	–
Durham et al. [88]	1994	37	schweres Polytrauma (ISS ≥ 15)	EE vs. TPE vs. PE/EE	ca. 24 h	kein Unterschied in der Letalität, jedoch erhöhte Letalität der enteralen Ernährung bei intestinaler Dysfunktion	–
Fan et al. [89]	1994	124	viszeral – Leberresektion	oral vs. oral + PE	1. Tag	geringere Komplikationsrate bei PE	+
Wicks et al. [90]	1994	24	viszeral – Lebertransplantation	EE vs. TPE	innerhalb 18 h	kein Unterschied in anthropometrischen Parametern, intestinaler Funktion und Infektionsrate	±
Jauch et al. [91]	1995	44	viszeral	hypokal. Glukose oder Xylit vs. NaCl 0,9 %	OP-Tag	hypokal. metabolisch günstiger kein Unterschied zw. Glukose und Xylit	±
Baigrie et al. [92]	1996	97	viszeral	EE vs. TPE	3. Tag, FKJ	Tendenz weniger Komplik.	± sicher
Reynolds et al. [93]	1997	67	viszeral	EE vs. TPE	1. Tag, FKJ	kein Unterschied in Komplik.	±
Sand et al. [94]	1997	29	Gastrektomie	EE vs. TPE	1. Tag, FKJ	kostengünstiger	+
Shirabe et al. [95]	1997	26	Leberresektion	EE vs. TPE	2. Tag, nasojejunal	kein signifikanter Unterschied im Outcome	±

Tab. 1 Fortsetzung

Autor	Jahr	n	OP	Typ	Start	Ergebnis	Bewertung
Hu et al. [96]	1998	40	Orthopädie Wirbelsäule	TPE vs. Kontrolle	1. Tag	signifikant geringerer Abfall im Albumin und Präalbumin, niedriges Albumin und Präalbumin korreliert mit erhöhtem Risiko für Pneumonie und Harnwegsinfekte, kein signifikanter Unterschied in der Rate Wundinfektionen	+
Pacelli et al. [72]	2001	241	Mangelernährung – viszeral	EE vs. PE	FKJ oder nasojejunal am 1. Tag 30 ml/h	kein Unterschied in Komplikationsrate und Letalität	±
Bozzetti et al. [73]	2001	317	Mangelernährung – viszeral	EE vs. PE	FKJ oder nasojejunal am 1. Tag isokalorisch	enteral: signifikant weniger Kompl. und kürzere LOS	+
Braga et al. [98]	2001	257	viszeral: Magen-[122], Pankreas-[111], Ösophaguskarzinom [26]	EE vs. PE	Ziel: 25 kcal/kg/d	kein Unterschied in Komplikationsrate, LOS und Letalität, EE 4-mal kostengünstiger	±

BCC = verzweigt-kettige Aminosäuren; EE = enterale Ernährung; FKJ = Feinnadelkatheterjejunostomie; LOS = Length of Hospital Stay = Krankenhausverweildauer; LQ = Lebensqualität; PEG = perkutane Endoskopische Gastrostomie; PE = parenterale Ernährung; TPE = total parenterale Ernährung

Tab. 2 Randomisierte kontrollierte Studien zur Glutaminsupplementierung in der PE chirurgischer Patienten

Autor	Jahr	n	Patienten	Glutaminsdosierung	Ergebnis	Bewertung
Morlion et al. [108]	1998	28	viszeral – kolorektal	0,3 g/kg d ALA-GLN vs. Standard isonitrogen, isokalorisch für 5 d postop.	signifikant kürzere LOS, verbesserte N-Bilanz und Erholung der Immunabwehr	+
Fürst et al. [109]*	1999	126	multizentrier viszeral, Thorax	0,5 g/kg d ALA-GLN vs. Standard isonitrogen für 5 d postop.	signifikant kürzere LOS, kein Unterschied in Komplikationsrate	+
Jacobi et al. [110]	1999	34	viszeral (Ösophagus, Magen)	0,4 g/kg/d für 5 Tage postop.	niedrigere Komplikationsrate kein klarer Vorteil in der postop. Immunfunktion	+
Jiang et al. [111]	1999	120	multizentrier viszeral	0,5 g/kg/d ALA-GLN vs. Standard isonitrogen, isokalorisch für 6 d postop.	signifikant kürzere LOS	+
Powell-Tuck et al. [112]	1999	168	gemischt – auch viszeral	Suppl. von 20 g/d vs. Standard für die gesamte Zeit der PE	signifikant kürzere LOS nur bei chirurgischen Patienten	+
Mertes et al. [113]	2000	37	viszeral	0,5 g/kg/d ALA-GLN vs. Standard isonitrogen, isokalorisch für 5 d postop.	signifikant kürzere LOS	+
Karwowska et al. [114]*	2000	30	abdominelle Aorten Chirurgie	0,202 g/kg/d ALA-GLN vs. Standard isonitrogen, isokalorisch für 10 d postop.	signifikant kürzere LOS, signifikant bessere N-Bilanz, bessere Erholung der Immunfunktion	+
Neri et al. [115]	2001	33	viszeral	0,3 g/kg/d ALA-GLN vs. Standard isonitrogen, isokalorisch für 10 d postop.	signifikant kürzere LOS, signifikant bessere N-Bilanz	+
Fuentes Orozco et al. [116]	2004	33	viszeral – sekundäre Peritonitis	0,4 g/kg/d ALA-GLN vs. Standard isonitrogen, isokalorisch für 10 d postop.	signifikant weniger infektiöse Komplikationen	+
Albers et al. [128]	2005	80	Neugeborene und Kinder mit OP am Verdauungstrakt	0,4 g/kg/d L-Glutamin in 2,5%-Lösung, isonitrogen, isokalorisch	keine signifikanten Unterschiede in Darmpermeabilität, N-Bilanz und Outcome	±

* Abstract; LOS = Length of Hospital Stay = Krankenhausverweildauer

Literatur

- 1 *Velanovich V.* The value of routine preoperative laboratory testing in predicting postoperative complications: a multivariate analysis. *Surgery* 1991; 109: 236–243
- 2 *Engelman DT, Adams DH, Byrne JG et al.* Impact of body mass index and albumin on morbidity and mortality after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 866–873
- 3 *Kama NA, Coskun T, Yuksek YN, Yazgan A.* Factors affecting post-operative mortality in malignant biliary tract obstruction. *Hepatogastroenterology* 1999; 46: 103–107
- 4 *Takagi K, Yamamori H, Toyoda Y, Nakajima N, Tashiro T.* Modulating effects of the feeding route on stress response and endotoxin translocation in severely stressed patients receiving thoracic esophagectomy. *Nutrition* 2000; 16: 355–360
- 5 *Koval KJ, Maurer SG, Su ET, Aharonoff GB, Zuckerman JD.* The effects of nutritional status on outcome after hip fracture. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 164–169
- 6 *Klein JD, Hey LA, Yu CS et al.* Perioperative nutrition and postoperative complications in patients undergoing spinal surgery. *Spine* 1996; 21: 2676–2682
- 7 *Dannhauser A, Zyl JM Van, Nel CJ.* Preoperative nutritional status and prognostic nutritional index in patients with benign disease undergoing abdominal operations – Part I. *J Am Coll Nutr* 1995; 14: 80–90
- 8 *Jagoe RT, Goodship TH, Gibson CJ.* The influence of nutritional status on complications after operations for lung cancer. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 936–943
- 9 *Mazolewski P, Turner JF, Baker M, Kurtz T, Little AG.* The impact of nutritional status on the outcome of lung volume reduction surgery: a prospective study. *Chest* 1999; 116: 693–696
- 10 *Bokhorst-de van der Schueren MA van, Leeuwen PA van, Sauerwein HP, Kuik DJ, Snow GB, Quak JJ.* Assessment of malnutrition parameters in head and neck cancer and their relation to postoperative complications. *Head Neck* 1997; 19: 419–425
- 11 *Bokhorst-de van der Schueren MA van, Leeuwen PA van, Kuik DJ et al.* The impact of nutritional status on the prognoses of patients with advanced head and neck cancer. *Cancer* 1999; 86: 519–527
- 12 *Lavernia CJ, Sierra RJ, Baerga L.* Nutritional parameters and short-term outcome in arthroplasty. *J Am Coll Nutr* 1999; 18: 274–278
- 13 *Patterson BM, Cornell CN, Carbone B, Levine B, Chapman D.* Protein depletion and metabolic stress in elderly patients who have a fracture of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74: 251–260
- 14 *Rey-Ferro M, Castano R, Orozco O, Serna A, Moreno A.* Nutritional and immunologic evaluation of patients with gastric cancer before and after surgery. *Nutrition* 1997; 13: 878–881
- 15 *Guo CB, Ma DQ, Zhang KH.* Applicability of the general nutritional status score to patients with oral and maxillofacial malignancies. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1994; 23: 167–169
- 16 *Guo CB, Zhang W, Ma DQ, Zhang KH, Huang JQ.* Hand grip strength: an indicator of nutritional state and the mix of postoperative complications in patients with oral and maxillofacial cancers. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1996; 34: 325–327
- 17 *Pedersen NW, Pedersen D.* Nutrition as a prognostic indicator in amputations. A prospective study of 47 cases. *Acta Orthop Scand* 1992; 63: 675–678
- 18 *Mohler JL, Flanigan RC.* The effect of nutritional status and support on morbidity and mortality of bladder cancer patients treated by radical cystectomy. *J Urol* 1987; 137: 404–407
- 19 *Saluja SS, Kaur N, Shrivastava UK.* Enteral nutrition in surgical patients. *Surg Today* 2002; 32: 672–678
- 20 *Durkin MT, Mercer KG, McNulty MF et al.* Vascular surgical society of great britain and ireland: contribution of malnutrition to postoperative morbidity in vascular surgical patients. *Br J Surg* 1999; 86: 702
- 21 *Nezu K, Yoshikawa M, Yoneda T et al.* The effect of nutritional status on morbidity in COPD patients undergoing bilateral lung reduction surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 49: 216–220
- 22 *Hulsewe KW, Meijerink WJ, Soeters PB, Meyenfeldt MF von.* Assessment of outcome of perioperative nutritional interventions. *Nutrition* 1997; 13: 996–998
- 23 *Butters M, Straub M, Kraft K, Bittner R.* Studies on nutritional status in general surgery patients by clinical, anthropometric, and laboratory parameters. *Nutrition* 1996; 12: 405–410
- 24 *Correia MI, Caiaffa WT, Silva AL da, Waitzberg DL.* Risk factors for malnutrition in patients undergoing gastroenterological and hernia surgery: an analysis of 374 patients. *Nutr Hosp* 2001; 16: 59–64
- 25 *Lumbers M, New SA, Gibson S, Murphy MC.* Nutritional status in elderly female hip fracture patients: comparison with an age-matched home living group attending day centres. *Br J Nutr* 2001; 85: 733–740
- 26 *Haugen M, Homme KA, Reigstad A, Teigland J.* Assessment of nutritional status in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis undergoing joint replacement surgery. *Arthritis Care Res* 1999; 12: 26–32
- 27 *Saito T, Kuwahara A, Shigemitsu Y et al.* Factors related to malnutrition in patients with esophageal cancer. *Nutrition* 1991; 7: 117–121
- 28 *Weimann A, Meyer HJ, Müller MJ et al.* Bedeutung des präoperativen Gewichtsverlustes für die perioperative Stoffwechselladaptation und das Operationsrisiko bei Patienten mit Tumoren im oberen Gastrointestinaltrakt. *Langenbecks Arch Chir* 1992; 377: 45–52
- 29 *Bollschweiler E, Schröder W, Hölscher AH, Siewert JR.* Preoperative risk analysis in patients with adenocarcinoma or squamous cell carcinoma of the oesophagus. *Br J Surg* 2000; 87: 1106–1110
- 30 *Takagi K, Yamamori H, Morishima Y, Toyoda Y, Nakajima N, Tashiro T.* Preoperative immunosuppression: its relationship with high morbidity and mortality in patients receiving thoracic esophagectomy. *Nutrition* 2001; 17: 13–17
- 31 *Padillo FJ, Andicoberry B, Muntane J et al.* Factors predicting nutritional derangements in patients with obstructive jaundice: multivariate analysis. *World J Surg* 2001; 25: 413–418
- 32 *Moukarzel AA, Najm I, Vargas J, McDiarmid SV, Busuttill RW, Ament ME.* Effect of nutritional status on outcome of orthotopic liver transplantation in pediatric patients. *Transplant Proc* 1990; 22: 1560–1563
- 33 *Müller MJ, Lautz HU, Plogmann B, Bürger M, Körber J, Schmidt FW.* Energy expenditure and substrate oxidation in patients with cirrhosis: the impact of cause, clinical staging and nutritional state. *Hepatology* 1992; 15: 782–794
- 34 *Pikul J, Sharpe MD, Lowndes R, Ghent CN.* Degree of preoperative malnutrition is predictive of postoperative morbidity and mortality in liver transplant recipients. *Transplantation* 1994; 57: 469–472
- 35 *Shaw BW Jr, Wood RP, Gordon RD, Iwatsuki S, Gillquist WP, Starzl TE.* Influence of selected patient variables and operative blood loss on six-month survival following liver transplantation. *Semin Liver Dis* 1985; 5: 385–393
- 36 *Selberg O, Böttcher J, Tusch G, Pichlmayr R, Henkel E, Müller MJ.* Identification of high- and low-risk patients before liver transplantation: a prospective cohort study of nutritional and metabolic parameters in 150 patients. *Hepatology* 1997; 25: 652–657
- 37 *Roggero P, Cataliotti E, Ulla L et al.* Factors influencing malnutrition in children waiting for liver transplants. *Am J Clin Nutr* 1997; 65: 1852–1857
- 38 *Plöchl W, Pezawas L, Artemiou O, Grimm M, Klepetko W, Hiesmayr M.* Nutritional status, ICU duration and ICU mortality in lung transplant recipients. *Intensive Care Med* 1996; 22: 1179–1185
- 39 *Schwebel C, Pin I, Barnoud D et al.* Prevalence and consequences of nutritional depletion in lung transplant candidates. *Eur Respir J* 2000; 16: 1050–1055
- 40 *Figueiredo F, Dickson ER, Pasha T et al.* Impact of nutritional status on outcomes after liver transplantation. *Transplantation* 2000; 70: 1347–1352
- 41 *Stephenson GR, Moretti EW, El Moalem H, Clavien PA, Tuttle-Newhall JE.* Malnutrition in liver transplant patients: preoperative subjective global assessment is predictive of outcome after liver transplantation. *Transplantation* 2001; 72: 666–670
- 42 *Linn BS, Robinson DS, Klimas NG.* Effects of age and nutritional status on surgical outcomes in head and neck cancer. *Ann Surg* 1988; 207: 267–273
- 43 *Kornowski A, Cosnes J, Gendre JP, Quintrec Y.* Enteral nutrition in malnutrition following gastric resection and cephalic pancreaticoduodenectomy. *Hepatogastroenterology* 1992; 39: 9–13
- 44 *Velez JP, Lince LF, Restrepo JJ.* Early enteral nutrition in gastrointestinal surgery: a pilot study. *Nutrition* 1997; 13: 442–445
- 45 *Weimann A, Müller MJ, Adolph M et al.* Kriterien der Überwachung und des Erfolgs einer künstlichen Ernährung – Loccumer Gespräche 1997. *Intensivmed* 1997; 34: 744–748
- 46 *Hedberg AM, Lairson DR, Aday LA et al.* Economic implications of an early postoperative enteral feeding protocol. *J Am Diet Assoc* 1999; 99: 802–807
- 47 *Hamaoui E, Lefkowitz R, Olender L et al.* Enteral nutrition in the early postoperative period: a new semi-elemental formula versus total parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1990; 14: 501–507
- 48 *Moore FA, Feliciano DV, Andrassy RJ et al.* Early enteral feeding, compared with parenteral, reduces postoperative septic complications. The results of a meta-analysis. *Ann Surg* 1992; 216: 172–183
- 49 *Mochizuki H, Togo S, Tanaka K, Endo I, Shimada H.* Early enteral nutrition after hepatectomy to prevent postoperative infection. *Hepatogastroenterology* 2000; 47: 1407–1410

- 50 Shaw-Stiffel TA, Zarny LA, Pleban WE, Rosman DD, Rudolph RA, Bernstein LH. Effect of nutrition status and other factors on length of hospital stay after major gastrointestinal surgery. *Nutrition* 1993; 9: 140–145
- 51 Neumayer LA, Smout RJ, Horn HG, Horn SD. Early and sufficient feeding reduces length of stay and charges in surgical patients. *J Surg Res* 2001; 95: 73–77
- 52 Weimann A, Müller MJ, Herz U von et al. Lebensqualität als Kriterium des Erfolgs einer künstlichen Ernährung – Loccumer Gespräche 1998. *Intensivmed* 1998; 35: 724–726
- 53 Bruning PF, Halling A, Hilgers FJ et al. Postoperative nasogastric tube feeding in patients with head and neck cancer: a prospective assessment of nutritional status and well-being. *Eur J Cancer Clin Oncol* 1988; 24: 181–188
- 54 Hammerlid E, Wirblad B, Sandin C et al. Malnutrition and food intake in relation to quality of life in head and neck cancer patients. *Head Neck* 1998; 20: 540–548
- 55 Weimann A. Sinnvolle Ziele für eine Ernährungstherapie beim Tumorpatienten. *Aktuel Ernähr Med* 2001; 26: 167–169
- 56 Lewis SJ, Egger M, Sylvester PA, Thomas S. Early enteral feeding versus „nil by mouth“ after gastrointestinal surgery: systematic review and meta-analysis of controlled trials. *BMJ* 2001; 323: 773–776
- 57 Marik PE, Zaloga GP. Early enteral nutrition in acutely ill patients: a systematic review. *Crit Care Med* 2001; 29: 2264–2270
- 58 Weimann A, Jauch KW, Kemen M et al. DGEM-Leitlinie Enterale Ernährung: Chirurgie und Transplantation. *Aktuel Ernähr Med* 2003; 28: S51–S60
- 59 Schilder JM, Hurteau JA, Look KY et al. A prospective controlled trial of early postoperative oral intake following major abdominal gynecologic surgery. *Gynecol Oncol* 1997; 67: 235–240
- 60 Stewart BT, Woods RJ, Collopy BT, Fink RJ, Mackay JR, Keck JO. Early feeding after elective open colorectal resections: a prospective randomized trial. *Aust N Z J Surg* 1998; 68: 125–128
- 61 Moiniche S, Bulow S, Hesselheldt P, Hestbaek A, Kehlet H. Convalescence and hospital stay after colonic surgery with balanced analgesia, early oral feeding, and enforced mobilisation. *Eur J Surg* 1995; 161: 283–288
- 62 Bickel A, Shtamler B, Mizrahi S. Early oral feeding following removal of nasogastric tube in gastrointestinal operations. A randomized prospective study. *Arch Surg* 1992; 127: 287–289
- 63 Elmore MF, Gallagher SC, Jones JG, Koons KK, Schmalhausen AW, Strange PS. Esophagogastric decompression and enteral feeding following cholecystectomy: a controlled, randomized prospective trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1989; 13: 377–381
- 64 Reissman P, Teoh TA, Cohen SM, Weiss EG, Noguera JJ, Wexner SD. Is early oral feeding safe after elective colorectal surgery? A prospective randomized trial. *Ann Surg* 1995; 222: 73–77
- 65 Jeffery KM, Harkins B, Cresci GA, Martindale RG. The clear liquid diet is no longer a necessity in the routine postoperative management of surgical patients. *Am Surg* 1996; 62: 167–170
- 66 Choi J, O'Connell TX. Safe and effective early postoperative feeding and hospital discharge after open colon resection. *Am Surg* 1996; 62: 853–856
- 67 Detry R, Ciccarelli O, Komlan A, Claeys N. Early feeding after colorectal surgery. Preliminary results. *Acta Chir Belg* 1999; 99: 292–294
- 68 Chen HH, Wexner SD, Iroatulam AJ et al. Laparoscopic colectomy compares favorably with colectomy by laparotomy for reduction of postoperative ileus. *Dis Colon Rectum* 2000; 43: 61–65
- 69 Bronnimann S, Studer M, Wagner HE. Early postoperative nutrition after elective colonic surgery. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd* 1998; 115: 1094–1095
- 70 Daly JM, Bonau R, Stofberg P, Bloch A, Jeevanandam M, Morse M. Immediate postoperative jejunostomy feeding. Clinical and metabolic results in a prospective trial. *Am J Surg* 1987; 153: 198–206
- 71 Kemen M, Senkal M, Homann HH et al. Early postoperative enteral nutrition with arginine-omega-3 fatty acids and ribonucleic acid-supplemented diet versus placebo in cancer patients: an immunologic evaluation of impact. *Crit Care Med* 1995; 23: 652–659
- 72 Pacelli F, Bossola M, Papa V et al. Enteral vs parenteral nutrition after major abdominal surgery: an even match. *Arch Surg* 2001; 136: 933–936
- 73 Bozzetti F, Braga M, Gianotti L, Gavazzi C, Mariani L. Postoperative enteral versus parenteral nutrition in malnourished patients with gastrointestinal cancer: a randomised multicentre trial. *Lancet* 2001; 358: 1487–1492
- 74 Schwenk W, Böhm B, Haase O, Junghans T, Müller JM. Laparoscopic versus conventional colorectal resection: a prospective randomised study of postoperative ileus and early postoperative feeding. *Langenbecks Arch Surg* 1998; 383: 49–55
- 75 Bardram L, Funch-Jensen P, Kehlet H. Rapid rehabilitation in elderly patients after laparoscopic colonic resection. *Br J Surg* 2000; 87: 1540–1545
- 76 Sandström R, Drott C, Hylltander A et al. The effect of postoperative intravenous feeding (TPN) on outcome following major surgery evaluated in a randomized study. *Ann Surg* 1993; 217: 185–195
- 77 ASPEN Board of Directors and the Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2002; 26: 15A–138SA
- 78 Muggia-Sullam M, Bower RH, Murphy RF, Joffe SN, Fischer JE. Postoperative enteral versus parenteral nutritional support in gastrointestinal surgery. A matched prospective study. *Am J Surg* 1985; 149: 106–112
- 79 Adams S, Dellinger EP, Wertz MJ, Oreskovich MR, Simonowitz D, Johansen K. Enteral versus parenteral nutritional support following laparotomy for trauma: a randomized prospective trial. *J Trauma* 1986; 26: 882–891
- 80 Bower RH, Talamini MA, Sax HC, Hamilton F, Fischer JE. Postoperative enteral vs parenteral nutrition. A randomized controlled trial. *Arch Surg* 1986; 121: 1040–1045
- 81 Moore FA, Moore EE, Jones TN, McCroskey BL, Peterson VM. TEN versus TPN following major abdominal trauma – reduced septic morbidity. *J Trauma* 1989; 29: 916–922
- 82 Reilly J, Mehta R, Teperman L et al. Nutritional support after liver transplantation: a randomized prospective study. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1990; 14: 386–391
- 83 No authors listed. Perioperative total parenteral nutrition in surgical patients. The Veterans Affairs Total Parenteral Nutrition Cooperative Study Group. *N Engl J Med* 1991; 325: 525–532
- 84 Kudsk KA, Croce MA, Fabian TC et al. Enteral versus parenteral feeding. Effects on septic morbidity after blunt and penetrating abdominal trauma. *Ann Surg* 1992; 215: 503–511
- 85 Meyenfeldt MF von, Meijerink WJ, Rouflart MMJ, Builmaassen MTHJ, Soeters PB. Perioperative nutritional support: a randomised clinical trial. *Clin Nutr* 1992; 11: 180–186
- 86 Iovinelli G, Marsili I, Varrassi G. Nutrition support after total laryngectomy. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1993; 17: 445–448
- 87 Brennan MF, Pisters PW, Posner M, Quesada O, Shike M. A prospective randomized trial of total parenteral nutrition after major pancreatic resection for malignancy. *Ann Surg* 1994; 220: 436–441
- 88 Dunham CM, Frankenfield D, Belzberg H, Wiles C, Cushing B, Grant Z. Gut failure – predictor of or contributor to mortality in mechanically ventilated blunt trauma patients? *J Trauma* 1994; 37: 30–34
- 89 Fan ST, Lo CM, Lai EC, Chu KM, Liu CL, Wong J. Perioperative nutritional support in patients undergoing hepatectomy for hepatocellular carcinoma. *N Engl J Med* 1994; 331: 1547–1552
- 90 Wicks C, Somasundaram S, Bjarnason I et al. Comparison of enteral feeding and total parenteral nutrition after liver transplantation. *Lancet* 1994; 344: 837–840
- 91 Jauch KW, Kroner G, Hermann A, Inthorn D, Hartl W, Günther B. Postoperative infusion therapy: electrolyte solution in comparison with hypocaloric glucose and carbohydrate exchange-amino acid solutions. *Zentralbl Chir* 1995; 120: 682–688
- 92 Baigrie RJ, Devitt PG, Watkin DS. Enteral versus parenteral nutrition after oesophagogastric surgery: a prospective randomized comparison. *Aust N Z J Surg* 1996; 66: 668–670
- 93 Reynolds JV, Kanwar S, Welsh FK, Harry M et al. Vars Research Award. Does the route of feeding modify gut barrier function and clinical outcome in patients after major upper gastrointestinal surgery? *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1997; 21: 196–201
- 94 Sand J, Luostarinen M, Matikainen M. Enteral or parenteral feeding after total gastrectomy: prospective randomised pilot study. *Eur J Surg* 1997; 163: 761–766
- 95 Shirabe K, Matsumata T, Shimada M et al. A comparison of parenteral hyperalimentation and early enteral feeding regarding systemic immunity after major hepatic resection – the results of a randomized prospective study. *Hepatogastroenterology* 1997; 44: 205–209
- 96 Hu SS, Fontaine F, Kelly B, Bradford DS. Nutritional depletion in staged spinal reconstructive surgery. The effect of total parenteral nutrition. *Spine* 1998; 23: 1401–1405
- 97 Bozzetti F, Gavazzi C, Miceli R et al. Perioperative total parenteral nutrition in malnourished, gastrointestinal cancer patients: a randomized, clinical trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2000; 24: 7–14
- 98 Braga M, Gianotti L, Gentilini O, Parisi V, Salis C, Di CV. Early postoperative enteral nutrition improves gut oxygenation and reduces costs

- compared with total parenteral nutrition. *Crit Care Med* 2001; 29: 242–248
- 99 Woodcock NP, Zeigler D, Palmer MD, Buckley P, Mitchell CJ, MacFie J. Enteral versus parenteral nutrition: a pragmatic study. *Nutrition* 2001; 17: 1–12
- 100 Braunschweig CL, Levy P, Sheehan PM, Wang X. Enteral compared with parenteral nutrition: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 534–542
- 101 Heyland DK, Montalvo M, MacDonald S, Keeffe L, Su XY, Drover JW. Total parenteral nutrition in the surgical patient: a meta-analysis. *Can J Surg* 2001; 44: 102–111
- 102 Heyland DK, Dhaliwal R, Drover JW, Gramlich L, Dodek P. Canadian clinical practice guidelines for nutrition support in mechanically ventilated, critically ill adult patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2003; 27: 355–373
- 103 Dhaliwal R, Jurewitsch B, Harrietha D, Heyland DK. Combination enteral and parenteral nutrition in critically ill patients: harmful or beneficial? A systematic review of the evidence. *Intensive Care Med* 2004; 30: 1666–1671
- 104 McCowen KC, Friel C, Sternberg J et al. Hypocaloric total parenteral nutrition: effectiveness in prevention of hyperglycemia and infectious complications – a randomized clinical trial. *Crit Care Med* 2000; 28: 3606–3611
- 105 Lin MT, Saito H, Fukushima R et al. Preoperative total parenteral nutrition influences postoperative systemic cytokine responses after colorectal surgery. *Nutrition* 1997; 13: 8–12
- 106 Gil MJ, Franch G, Guirao X et al. Response of severely malnourished patients to preoperative parenteral nutrition: a randomized clinical trial of water and sodium restriction. *Nutrition* 1997; 13: 26–31
- 107 Bolder U, Ebers M, Tacke J, Löhlein D. Effekte einer unmittelbaren präoperativen Substratzufuhr auf das postoperative Stoffwechselverhalten. *Aktuell Ernähr Med* 1995; 20: 98–103
- 108 Morlion BJ, Stehle P, Wachtler P et al. Total parenteral nutrition with glutamine dipeptide after major abdominal surgery: a randomized, double-blind, controlled study. *Ann Surg* 1998; 227: 302–308
- 109 Fürst P. Effects of supplemental parenteral L-alanyl-L-glutamine (Ala-Gln) following elective operation – a European multicentre study. *Clin Nutr* 1999; 18: 16
- 110 Jacobi CA, Ordemann J, Zuckermann H, Docke W, Volk HD, Müller JM. The influence of alanyl-glutamine on immunologic functions and morbidity in postoperative total parenteral nutrition. Preliminary results of a prospective randomized trial. *Zentralbl Chir* 1999; 124: 199–205
- 111 Jiang ZM, Cao JD, Zhu XG et al. The impact of alanyl-glutamine on clinical safety, nitrogen balance, intestinal permeability, and clinical outcome in postoperative patients: a randomized, double-blind, controlled study of 120 patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1999; 23: S62–S66
- 112 Powell-Tuck J. Total parenteral nutrition with glutamine dipeptide shortened hospital stays and improved immune status and nitrogen economy after major abdominal surgery. *Gut* 1999; 44: 155
- 113 Mertes N, Schulzki C, Goeters C et al. Cost containment through L-alanyl-L-glutamine supplemented total parenteral nutrition after major abdominal surgery: a prospective randomized double-blind controlled study. *Clin Nutr* 2000; 19: 395–401
- 114 Karwowska KA, Szulc R, Dworacki G, Zeromski J. Influence of glutamine-enriched parenteral nutrition on nitrogen balance and immunologic status in patients undergoing elective aortic aneurysm repair. *Clin Nutr* 2000; 19: 22
- 115 Neri A, Mariani F, Piccolomini A, Testa M, Vuolo G, Cosmo L di. Glutamine-supplemented total parenteral nutrition in major abdominal surgery. *Nutrition* 2001; 17: 968–969
- 116 Fuentes-Orozco C, Anaya-Prado R, Gonzalez-Ojeda A et al. L-alanyl-L-glutamine-supplemented parenteral nutrition improves infectious morbidity in secondary peritonitis. *Clin Nutr* 2004; 23: 13–21
- 117 Novak F, Heyland DK, Avenell A, Drover JW, Su X. Glutamine supplementation in serious illness: a systematic review of the evidence. *Crit Care Med* 2002; 30: 2022–2029
- 118 Jiang ZM, Jiang H, Fürst P. The impact of glutamine dipeptides on outcome of surgical patients: systematic review of randomized controlled trials from Europe and Asia. *Clin Nutr Suppl* 2004; 1: 17–23
- 119 Exner R, Tamandl D, Goetzinger P et al. Perioperative GLY-GLN infusion diminishes the surgery-induced period of immunosuppression: accelerated restoration of the lipopolysaccharide-stimulated tumor necrosis factor-alpha response. *Ann Surg* 2003; 237: 110–115
- 120 Jing-Xiang S, Xiao-Huang T, Lie W, Chen-Jing L. Glutamine dipeptide-supplemented parenteral nutrition in patients with colorectal cancer. *Clin Nutr Suppl* 2004; 1: 49–53
- 121 Yao GX, Xue XB, Jiang ZM, Yang NF, Wilmore DW. Effects of perioperative parenteral glutamine-dipeptide supplementation on plasma endotoxin level, plasma endotoxin inactivation capacity and clinical outcome. *Clin Nutr* 2005; 24: 510–515
- 122 Lin MT, Kung SP, Yeh SL et al. Glutamine-supplemented total parenteral nutrition attenuates plasma interleukin-6 in surgical patients with lower disease severity. *World J Gastroenterol* 2005; 11: 6197–6201
- 123 Weimann A, Braga M, Harsanyi L, Laviano A, Ljungqvist O, Soeters P. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Surgery including Organ Transplantation. *Clin Nutr* 2006; 25: 224–244
- 124 Marin VB, Rebollo MG, Castillo-Duran CD et al. Controlled study of early postoperative parenteral nutrition in children. *J Pediatr Surg* 1999; 34: 1330–1335
- 125 Shulman RJ, Phillips S. Parenteral nutrition in infants and children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2003; 36: 587–607
- 126 Mirtallo J, Canada T, Johnson D et al. Safe practices for parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2004; 28: S39–S70
- 127 Deutsche Arbeitsgemeinschaft für künstliche Ernährung (DAKE), Österreichische Arbeitsgemeinschaft für künstliche Ernährung (AKE). Empfehlungen zur parenteralen Infusions- und Ernährungstherapie im Kindesalter. *Klin Pädiatr* 1987; 199: 315–317
- 128 Albers MJ, Steyerberg EW, Hazebroek FW et al. Glutamine supplementation of parenteral nutrition does not improve intestinal permeability, nitrogen balance, or outcome in newborns and infants undergoing digestive-tract surgery: results from a double-blind, randomized, controlled trial. *Ann Surg* 2005; 241: 599–606
- 129 Amii LA, Moss RL. Nutritional support of the pediatric surgical patient. *Curr Opin Pediatr* 1999; 11: 237–240
- 130 Kaufman SS. Prevention of parenteral nutrition-associated liver disease in children. *Pediatr Transplant* 2002; 6: 37–42
- 131 Sondheimer JM, Cadnapaphornchai M, Sontag M, Zerbe GO. Predicting the duration of dependence on parenteral nutrition after neonatal intestinal resection. *J Pediatr* 1998; 132: 80–84
- 132 Weimann A, Kuse ER, Bechstein WO, Neuberger JM, Plauth M, Pichlmayr R. Perioperative parenteral and enteral nutrition for patients undergoing orthotopic liver transplantation. Results of a questionnaire from 16 European transplant units. *Transpl Int* 1998; 11: S289–S291
- 133 Plauth M, Merli M, Kondrup J et al. ESPEN guidelines for nutrition in liver disease and transplantation. *Clin Nutr* 1997; 16: 43–55
- 134 Wicks C, Somasundaram S, Bjarnason I et al. Comparison of enteral feeding and total parenteral nutrition after liver transplantation. *Lancet* 1994; 344: 837–840
- 135 Hasse JM, Blue LS, Liepa GU et al. Early enteral nutrition support in patients undergoing liver transplantation. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1995; 19: 437–443
- 136 Kuse ER, Kotzerke J, Muller S, Nashan B, Luck R, Jaeger K. Hepatic reticuloendothelial function during parenteral nutrition including an MCT/LCT or LCT emulsion after liver transplantation – a double-blind study. *Transpl Int* 2002; 15: 272–277
- 137 Delafosse B, Viale JP, Pachiardi C et al. Long- and medium-chain triglycerides during parenteral nutrition in critically ill patients. *Am J Physiol* 1997; 272: E550–E555
- 138 Rayes N, Seehofer D, Theruvath T et al. Supply of pre- and probiotics reduces bacterial infection rates after liver transplantation – a randomized, double-blind trial. *Am J Transplant* 2005; 5: 125–130
- 139 Pescovitz MD, Mehta PL, Leapman SB, Milgrom ML, Jindal RM, Filo RS. Tube jejunostomy in liver transplant recipients. *Surgery* 1995; 117: 642–647
- 140 Rovera GM, Graham TO, Hutson WR et al. Nutritional management of intestinal allograft recipients. *Transplant Proc* 1998; 30: 2517–2518
- 141 Murray M, Grogan TA, Lever J, Warty VS, Fung J, Venkataramanan R. Comparison of tacrolimus absorption in transplant patients receiving continuous versus interrupted enteral nutritional feeding. *Ann Pharmacother* 1998; 32: 633–636
- 142 Li YS, Li JS, Jiang JW et al. Glycyl-glutamine-enriched long-term total parenteral nutrition attenuates bacterial translocation following small bowel transplantation in the pig. *J Surg Res* 1999; 82: 106–111
- 143 Jaksic T, Shew SB, Keshen TH, Dzakovic A, Jahoor F. Do critically ill surgical neonates have increased energy expenditure? *J Pediatr Surg* 2001; 36: 63–67