

Grundlagen und Praxis der parenteralen Ernährung

Reinhard Imoberdorf^a, Andreas Kündig^b, Alois Haller^{a,b}, Peter E. Ballmer^a

Einleitung

Fasten über längere Zeit führt zu Unterernährung («undernutrition») mit negativen Auswirkungen auf praktisch alle Organsysteme [1]. Da bei vielen krankhaften Zuständen und perioperativ ein klarer Zusammenhang zwischen Unterernährung und zunehmenden Komplikationsraten besteht, wurde die parenterale Ernährung mit dem Ziel eingesetzt, Unterernährung zu verhindern und dadurch den *Outcome* zu verbessern. Da Unterernährung häufig die Folge einer schweren Erkrankung ist, haben diese Patienten möglicherweise nur darum eine höhere Morbidität, weil sie krank sind als gut ernährte Patienten – und darum profitieren sie nicht unbedingt von einer Ernährungstherapie.

Die Entwicklung der parenteralen Ernährung begann in den 40er Jahren [2], und es wurde gezeigt, dass totale parenterale Ernährung (TPE) eine positive Stickstoffbilanz erzeugen, das Wachstum fördern und die Menschen langfristig am Leben erhalten konnte. Bald zeigten sich aber auch die potentiellen Gefahren der TPE. Mit unserem Beitrag wollen wir einerseits Evidenz-basierte Daten und Empfehlungen für oder gegen TPE zusammenfassen und andererseits die praktische Durchführung der TPE dem Leser näher bringen.

Parenterale Ernährung im Vergleich mit enteraler Ernährung oder mit keiner Ernährung

Es gibt viele Untersuchungen, in denen TPE mit enteraler Ernährung oder mit Standardbehandlung (Flüssigkeit, keine Ernährung, ausser was der Patient mag) verglichen wurde. Im Vergleich zur enteralen Ernährung führt TPE in der Regel signifikant häufiger zu Komplikationen, vor allem infektiösen Komplikationen [3], was aber nicht unwidersprochen blieb [4]. Koretz et al. haben eine systematische Review von randomisierten kontrollierten Studien publiziert, welche TPE (82 Studien) oder eine sog. «protein-sparing»-parenterale Ernährung (27 Studien, Gesamtkalorienzufuhr <10 kcal/kg/Tag) mit keiner Ernährung oder mit enteraler

Ernährung verglichen haben [5]. Die Resultate waren ernüchternd. Die Studien wurden vor allem bei hospitalisierten Patienten durchgeführt und konnten zum grossen Teil keinen Vorteil betreffend Morbidität und Mortalität für TPE nachweisen. Einige Studien zeigten sogar höhere Komplikationsraten bei mit TPE behandelten Patienten (vgl. unten). Wichtig ist aber zu erwähnen, dass praktisch alle Studien Patienten mit schwerer Unterernährung ausgeschlossen haben, so dass die Empfehlungen nicht auf diese Patientengruppe extrapolierbar sind. Die «Veterans-affairs»-Multizenterstudie [6] zeigte zwar auch in der TPE-Gruppe eine signifikant höhere Infektionsrate, allerdings profitierte die Untergruppe der schwer unterernährten Patienten von TPE – bedingt durch eine signifikante Reduktion der nicht-infektiösen Komplikationen (5% vs. 43%) bei gleicher Rate infektiöser Komplikationen wie die Kontrollgruppe.

Die wichtigsten Evidenz-basierten Empfehlungen für die Durchführung einer TPE (nach [5]) finden sich in Tabelle 1. In dieser Review von Koretz et al. [5] sind Studien zu folgenden Gebieten enthalten: perioperative Periode, onkologische Behandlungen, Leberkrankheiten, akute Pankreatitis, entzündliche Darmerkrankungen, Frühgeburten, HIV, Lungen- und Nierenerkrankungen, Verbrennungen und andere schwere Krankheiten auf Intensivstationen. In der gepoolten Gesamtauswertung aller Studien hatte die TPE keinen Einfluss auf die Mortalität, während die Infektionsrate signifikant zunahm. Die absolute Risikodifferenz betrug +5%, d.h., TPE führte zu einer zusätzlichen Infektion pro 20 behandelte Patienten. Wurden nur die 41 Studien mit prä- und postoperativer TPE analysiert, fand sich ebenfalls kein Einfluss auf die Mortalität, und auch die postoperative Komplikationsrate war statistisch nicht unterschiedlich. Nur in der Untergruppe von Patienten mit Krebsleiden des oberen Gastrointestinaltraktes fand sich eine signifikante Reduktion der postoperativen Komplikationsrate in der TPE-Gruppe. Im Gegensatz dazu zeigte eine kürzlich publizierte Metaanalyse, dass eine 7 bis 10 Tage dauernde präoperative TPE bei unterernährten Patienten mit Magen-Darm-Krebs die postoperative Komplikationsrate um 10% senken konnte, während die alleinige postoperative TPE die Komplikationsrate um 10% er-

^a Medizinische Klinik

^b Zentrum für Intensivmedizin
Kantonsspital Winterthur

Korrespondenz:
Dr. med. Reinhard Imoberdorf
Medizinische Klinik
Kantonsspital
CH-8400 Winterthur

r.imoerdorf@ksw.ch

Tabelle 1. Empfehlungen für die Anwendung von TPE (mod. nach [5]).

Klinische Situation	Evidenz aus randomisierten kontrollierten Studien					Empfehlung ¹
	Benefit	Effekt nicht wahrscheinlich	Effekt vorhanden oder nicht	Schaden	keine random. kontrol. Studien	
Präoperativ bei gastrointestinalem Krebs	+					B
Chemo-, Radiotherapie				+		E
Knochenmarktransplantation			+			C
Alkoholische Hepatitis		+				D
Pankreatitis						
Ranson-Score <2				+		E
Ranson-Score >2					+	C
Colitis ulcerosa		+				D
M. Crohn		+				D
Chronische Lungenerkrankung		+				D
Niereninsuffizienz						
Akut					+	C
Chronisch					+	C
Verbrennung				+		E
Trauma		+				D
Ventilator		+				D

¹ A: TPE sollte routinemässig gebraucht werden; B: TPE sollte wahrscheinlich gebraucht werden; C: keine klare Evidenz aus randomisierten kontrollierten Studien für oder gegen TPE; D: TPE sollte wahrscheinlich nicht gebraucht werden; E: TPE sollte nicht routinemässig gebraucht werden.

höhte [7]. Schliesslich profitierten Krebspatienten, die eine Chemo-, Strahlentherapie oder eine Knochenmarktransplantation bekamen, nicht von TPE. TPE führte zu einer signifikanten Erhöhung der gesamten und infektiösen Komplikationen. Zudem zeigte sich eine geringere Ansprechrate der Tumoren auf die Chemotherapie, was möglicherweise durch eine Stimulation des Tumorwachstums durch die exogenen Nährstoffe bedingt war. Zusammenfassend ist die Indikation für TPE streng zu stellen, da der mögliche Nutzen durch potentielle Komplikationen, z.B. Katheterinfektionen, gefährdet sein kann.

Was ist TPE?

Unter TPE versteht man die intravenöse Zufuhr aller Makro- (Protein, Glukose und Fett) und Mikronährstoffe (Elektrolyte, Vitamine und Spurenelemente), die zur Erhaltung des Organismus für unbestimmte Zeit notwendig sind. TPE erfolgt in der Regel wegen der hohen Osmolarität der Nährlösungen über einen zentralen Venenkatheter. Partielle parenterale Ernährung bedeutet, dass nicht der gesamte Nährstoffbedarf parenteral gegeben wird.

Indikation für eine TPE

TPE soll Patienten vorbehalten sein, bei denen perorale/enterale Ernährung nicht möglich ist. Nach den neuesten Evidenz-basierten amerikanischen Richtlinien [8] wird eine künstliche Ernährung bei Patienten empfohlen, die voraussichtlich postoperativ mehr als 7 bis 10 Tage «Hungerphase» vor sich haben. Bei schwer kranken Patienten auf der Intensivstation soll TPE nach 5 bis 10 Tagen ohne adäquate perorale/enterale Ernährung durchgeführt werden. Diese Richtlinien basieren auf Expertenmeinung, da die prospektiven, kontrollierten Studien keine eindeutigen Schlüsse zulassen.

Tabelle 2. Kontraindikationen für TPE.

Absolut

Ethische Aspekte (z.B. terminaler Zustand, Ablehnung des Patienten)

Kein geeigneter venöser Zugang

Relativ

Möglichkeit der enteralen Ernährung

Hepatopathie im Rahmen der TPE

Stoffwechsel-, Wasser- und Elektrolytstörungen (z.B. bei Diabetes, Hyperlipidämie, Leber- und Niereninsuffizienz, Hyperhydratation, Herzinsuffizienz, Hyperkaliämie)

Kontraindikationen

Tabelle 2 fasst die absoluten und relativen Kontraindikationen für TPE zusammen.

Praktische Durchführung

Berechnung des Energiebedarfs

Zur Berechnung des Energiebedarfs stehen verschiedene Formeln zur Verfügung (vgl. Artikel von Haller et al. im Heft 16 [13]). Die errechnete Kalorienzahl entspricht in der TPE dem Bedarf an Nicht-Protein-Kalorien. Entsprechend sollte der Protein-Bedarf getrennt bestimmt werden, da bei der TPE die verabreichten Aminosäuren nicht als Kalorienquelle betrachtet werden. Der minimale Proteinbedarf beträgt 0,8 g/kg/Tag für Gesunde und bis 1,5 g/kg/Tag für Schwerkranke, d.h., bei ausgeprägtem metabolischem Stress sollte mehr Protein als Kohlenhydrate und Fett verabreicht werden. Heute bevorzugte Gesamtnährlösungen (All-in-one, vgl. unten) berücksichtigen diese Tatsache, d.h., diese Lösungen enthalten, bezogen auf die Menge Kohlenhydrate und Fette, relativ mehr Protein. Deshalb wird in der täglichen Praxis der Proteinbedarf nicht getrennt bestimmt, sondern bei metabo-

lischem Stress eine Nährlösung mit mehr Protein verabreicht. Grundsätzlich sind selten mehr als 25–30 kcal/kg/Tag notwendig. Wird der Energiebedarf durch die Berechnungen deutlich höher eingeschätzt, ist es ratsam, eine indirekte Kalorimetrie durchzuführen.

Proteine, Kohlenhydrate und Fette

In der TPE werden die Proteine bzw. der notwendige Stickstoff in Form von Aminosäuren oder Peptiden zugeführt. Konventionelle Aminosäurelösungen enthalten kein Glutamin und inadäquate Mengen Zystin und Tyrosin. Diese Aminosäuren sind in wässrigen Lösungen instabil oder schlecht löslich. Als Dipeptide (z.B. Glycyl-Glutamin und Glycyl-Tyrosin) sind sie allerdings sehr gut löslich und stabil und in dieser Form in speziellen Aminosäurelösungen enthalten. Diese Lösungen können zusätzlich parenteral verabreicht werden, um z.B. die negative Glutaminbilanz bei metabolischem Stress zu verbessern und die Aminosäurehomöostase zu erhalten [9]. Ob der *Outcome* durch diese spezifischen Nährstoffe verbessert werden kann, ist nicht klar [9].

Glukose ist das wichtigste Kohlenhydrat für die intravenöse Therapie, da sie als natürliches Zellsubstrat von allen Zellen des Organismus verstoffwechselt wird. Für einige Gewebe und

Tabelle 3. Essentielle Vitamine: physiologische Funktionen und Symptome bei Mangel (mod. nach [12]).

Vitamin	physiologische Funktionen	Mangelercheinungen
A (Retinol)	Bestandteil des «Sehpurpurs» Rhodopsin, Wachstum, Hauteiweiss-Synthese, Immunabwehr	Nachtblindheit, Xerophthalmie, Keratomalazie
D (Calciferol)	Steigerung der Ca-Resorption aus dem Darm und der Ca-Aufnahme durch die Knochen	Rachitis, Hypokalzämie
E (Tocopherol)	Schutz vor Oxidation (z.B. von mehrfach ungesättigten Fettsäuren), Membranstabilisierung	hämolytische Anämie bei Kindern, verkürzte Lebensdauer der Erythrozyten
K (Phyllochinon)	Biosynthese von Prothrombin und Faktoren II, VII, IX, X, Prot. C, S	Blutungen, hoher INR
B ₁ (Thiamin)	Bestandteil von Glykolyse- und Pentosephosphatzyklus-Enzymen	Beriberi, Kardiomyopathie, Wernicke, Laktatazidose
B ₂ (Riboflavin)	Bestandteil der Flavinenzyme der Atmungskette	Cheilosis, Zahnfleischblutungen, Dermatitis seborrhoica
B ₃ (Niacin)	Bestandteil von NAD ⁺ und NADP ⁺ , wichtig für die Elektronenübertragung bei der Glykolyse, im Krebs-Zyklus und in der Atmungskette	Pellagra (Dermatitis, Diarrhoe, Demenz)
B ₆ (Pyridoxin)	Bestandteil von Transaminasen und Aminosäuredecarboxylasen	Depression, Dermatitis seborrhoica, hypochrome Anämie, periphere Neuritis
B ₁₂ (Cyanocobalamin)	CH ₃ -Anlagerung z.B. an Homozystein ⇌ Methionin, DNA-Synthese	Perniziosa, sekundärer Folsäuremangel
C (Ascorbinsäure)	für oxidative Hydroxylierungsreaktionen (z.B. Prolin ⇌ Hydroxyprolin, Dopamin ⇌ Noradrenalin) und Hydrierungsreaktionen erforderliches Redox-System	schlechte Wundheilung, verminderte Abwehrkraft gegen Infektionen, Skorbut, sekundärer Folsäuremangel
Folsäure	CH ₃ -Anlagerung, insbesondere bei Nukleotiden und Aminosäuren	megaloblastäre Anämie
Biotin (Vit. H)	Bestandteil von Karboxylasen	Appetitlosigkeit, Übelkeit, Erbrechen, Glossitis, Haarausfall, schuppige Dermatitis
Pantothensäure	Bestandteil von Koenzym A	Übelkeit, Müdigkeit, verminderte Antikörperbildung

Organe, darunter das ZNS, Knochenmark, die Erythrozyten und das Granulationsgewebe, ist die Glukose obligater, d.h. einziger Energielieferant.

Wichtig zu wissen ist, dass die Glukoseoxidationskapazität des Organismus begrenzt ist. Bei einer Infusionsgeschwindigkeit von mehr als 4 mg/kg/min (ca. 6 g/kg/Tag) wird weniger als die Hälfte der infundierten Glukose direkt oxidiert. Eine Glukoseüberlastung führt zu akuten Stoffwechselkomplikationen (z.B. Hyperglykämie mit Fettinfiltration der Leber, Zunahme von Infektionen, hyperosmolare Dehydratation, Hypophosphatämie). Zu beachten ist ferner, dass exogen zugeführtes Insulin zwar die Blutzuckerkonzentration senkt, die Glukoseoxidationsrate bleibt dabei aber unverändert.

Fett wird in Form von Fettemulsionen infundiert. Es ist heute allgemein anerkannt, dass bei TPE die Fette als Quelle für die essentiellen Fettsäuren (Linolsäure = ω -6-Fettsäure; α -Linolensäure = ω -3-Fettsäure) und als wichtige Energieträger gegeben werden sollten. Der Lipidgehalt von Fettemulsionen beträgt 10 oder 20%, wobei die Lipide entweder ausschliesslich aus langkettigen Triglyzeriden («long-chain triglycerides» = LCT) oder zu gleichen Teilen aus LCT und mittelkettigen Triglyzeriden («medium-chain triglycerides» = MCT) bestehen. MCT/LCT-Emulsionen zeigen eine raschere Elimination aus dem Blut, eine schnellere Oxidation und eine günstigere Wirkung auf Stickstoffbilanz und Leberfunktion als reine LCT-Emul-

sionen. Als absolute Kontraindikation für die Gabe von Fetten gilt heute nur noch die schwere Hypertriglyzeridämie mit Werten über 6,5 mmol/l. Bei Gerinnungsstörungen und Thrombozytopenie ist Vorsicht geboten, da Lipide zu einem «coating» der Thrombozyten führen können.

Vitamine und Spurenelemente

Die Wirkungen und Symptome bei Mangel der Vitamine und Spurenelemente sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Die empfohlene tägliche Vitaminszufuhr findet sich in Tabelle 4. Ein Polyvitaminpräparat wird einmal täglich verabreicht. Vitamin K ist in den üblichen Präparaten (z.B. Cernevit®) nicht enthalten und muss separat verabreicht werden, z.B. 2× pro Woche 10 mg Vitamin K intravenös. Die Verabreichung sollte unter Lichtschutz erfolgen. Vitamin A und D können bei Niereninsuffizienz akkumulieren.

Unter Spurenelementen versteht man anorganische Bioelemente, die in Körpersubstanzen in einer Konzentration von <50 mg/kg vorliegen. Alle Spurenelemente des menschlichen Organismus machen zusammen ungefähr 10 g aus. Die Spurenelemente sind unentbehrlich für die Aufrechterhaltung der zellulären Funktionen. Fünf Elemente sind direkt impliziert in der Bildung und Kontrolle der freien Radikale: Kupfer, Eisen, Selen, Mangan und Zink. Zudem ist Zink für die gesamte zelluläre Eiweiss-Synthese unentbehrlich. Jede Akutphasenreaktion verändert die Plasmakonzentrationen mehrerer Spurenelemente, was die Interpretation isolierter Resultate schwierig macht. Blutkonzentrationen von Spurenelementen sind allenfalls unter Berücksichtigung der Serumalbuminkonzentration und des C-reaktiven Proteins zu beurteilen.

Ein Spurenelementkonzentrat (z.B. Addamel-N®) wird einmal pro Tag infundiert und sollte unmittelbar vor Gebrauch zur Nährlösung gegeben werden. Addamel-N® darf nicht unverdünnt verabreicht werden (Osmolalität: 3100 mosm/kg Wasser). Bei ausgeprägtem Zinkverlust (z.B. enterale Fistel, ausgeprägte Diarrhoe) ist der Zinkgehalt von Addamel-N® ungenügend. Dann muss Zink in Form von Zinkchlorid zusätzlich appliziert werden (Dosis ca. 0,05 mg/kg/Tag). Bei einer totalen biliären Obstruktion darf Addamel-N® nicht verabreicht werden, und bei Patienten mit eingeschränkter Leber- und/oder Nierenfunktion ist Vorsicht geboten, da die Ausscheidung der Spurenelemente signifikant vermindert sein kann.

Wasser und Elektrolyte

Für eine standardisierte TPE ist es von Vorteil, wenn die Nährmischungen den Grundbedarf an Elektrolyten enthalten. Verschiedene klinische Situationen (z.B. Diarrhoe, Diuretikatherapie) induzieren zusätzliche Flüssigkeits- und

Tabelle 4. Empfohlene Vitaminszufuhr und geschätzter Bedarf unter Stressbedingungen (mod. nach [12]).

Vitamin	stabiler Patient	Stress-Patient	Cernevit®
A (Retinol) ¹	3300 IE	5000 IE	3500 IE
D (Calciferol) ²	200 IE	200 IE	220 IE
E (Tocopherol) ³	10–200 mg	30–50 mg	10,2 mg
K (Phyllochinon)	150 µg	150 µg	Ø
B ₁ (Thiamin)	3 mg	30 mg	5,8 mg
B ₂ (Riboflavin)	3,6 mg	3,6 mg	5,67 mg
B ₆ (Pyridoxin)	4 mg	4 mg	5,5 mg
B ₁₂ (Cobolamin)	5 µg	5 µg	6 µg
C (Ascorbinsäure)	100 mg	250 mg	125 mg
Folsäure	400 µg	600 µg	414 µg
Niacin	40 mg	40 mg	46 mg
Biotin (Vit. H)	60 µg	60 µg	69 µg
Pantothensäure	15 mg	?	16,15 mg

¹ 1 IE = 0,3 µg Retinol

² 40 IE = 1 µg Calciferol

³ Der Bedarf an Tocopherol steigt mit zunehmender Aufnahme mehrfach ungesättigter Fettsäuren, ferner mit zunehmendem Alter sowie bei Krankheiten mit stark erhöhtem Stress, weshalb die Literaturangaben zwischen 10 und 200 mg α -Tocopherol schwanken.

Tabelle 5. Wasser und Elektrolytbedarf.

Wasser	30–40 ml/kg/Tag pro Grad Fieber + 350 ml
Natrium	1,0–3,0 mmol/kg/Tag
Kalium	0,5–1,0 mmol/kg/Tag
Kalzium	0,1–0,2 mmol/kg/Tag
Magnesium	0,1–0,2 mmol/kg/Tag
Phosphor	0,2–0,3 mmol/kg/Tag

Elektrolytverluste, die entsprechend den Plasmakonzentrationen getrennt ersetzt werden müssen. Tabelle 5 zeigt den Grundbedarf.

Verabreichung

Mit TPE werden etwa 40 Bestandteile verabreicht. Aus Gründen der Arzneimittelsicherheit werden deshalb Gesamtnährlösungen (All-in-one, AIO) bevorzugt. Diese werden in der Regel industriell hergestellt und können als Standardlösungen für die meisten Patienten verwendet werden. Eine getrennte Infusion von Kohlenhydrat-, Aminosäure-Lösungen und Fettemulsionen (Bausteinprinzip) erfordert eine komplizierte und kostenintensive Infusionstechnik (Parallelinfusionen). Die Applikation von AIO-Präparaten in Form von Mehrkammerbeuteln hingegen ist einfacher, kostengünstiger und reduziert das Infektionsrisiko erheblich [10]. Der Nutzen von Spezialnährlösungen, die mehr verzweigt-kettige und weniger aromatische Aminosäuren enthalten, ist bei Patienten mit Leberzirrhose ohne schwere Enzephalopathie umstritten, bei Patienten mit präterminaler Niereninsuffizienz ohne Nierenersatzverfahren wird eine Proteinrestriktion auf 0,5–0,7 g/kg empfohlen und bei Patienten mit schwerer Lungenerkrankung muss vor allem

eine Überernährung mit konsekutiver CO₂-Erhöhung vermieden werden.

Der errechnete Energiebedarf wird in der Regel über zwei bis drei Tage aufgebaut. Bei Hyperglykämie soll frühzeitig mit Insulin behandelt werden. Eine intensive Insulintherapie führte zu einer markanten, signifikanten Senkung der Morbidität und Mortalität bei chirurgischen, beatmeten Patienten, wenn die Blutzuckerkonzentration normoglykämisch (4,4–6,1 mmol/l) gehalten wurde – gegenüber Patienten mit einer Blutzuckerkonzentration zwischen 10,0 und 11,1 mmol/l [11]. Darum sollte bei Patienten auf der Intensivstation mit intravenöser Insulintherapie begonnen werden, sobald die Blutzuckerkonzentration 6,1 mmol/l überschreitet.

Überwachung

Der Blutzucker soll erstmals 2 Stunden nach TPE-Beginn gemessen werden, dann alle 6 Stunden bis zur Stabilität, dann einmal täglich. Elektrolyte (Na, K, P, Ca, Mg, Cl, Bikarbonat), Harnstoff, Kreatinin, GPT, alkalische Phosphatase, Albumin, Triglyzeride, Hämoglobin, Leukozyten, Thrombozyten und der INR sollen vor Beginn und dann mindestens wöchentlich kontrolliert werden. Steigen die Triglyzeride unter TPE über 6,5 mmol/l, muss wegen der Gefahr metabolischer Komplikationen, speziell einer potentiellen Pankreatitis, der Lipidanteil reduziert werden.

Komplikationen

Die wichtigsten potentiellen mechanischen, infektiösen, metabolischen und organbezogenen Komplikationen sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Die Gefahr von Komplikationen nimmt

Tabelle 6. Wichtigste Komplikationen der TPE.

Katheterbezogen	Pneumothorax, Hämatothorax, Chylothorax, Thrombose der V. subclavia
Infektionen	Kathetersepsis, Abszesse an Einstichstelle, kontaminierte Nährlösungen
Metabolisch	Glukose: Hyperglykämie, CO ₂ -Überproduktion Aminosäuren: toxische Hepatopathie Fette: Fieber, Atemnot, Zyanose, verlängerte Gerinnungszeiten, Hypertriglyzeridämie
Elektrolyte	Hypo-, Hypernatriämie, Hypokaliämie, Hypophosphatämie, Hypomagnesiämie, Hypokalzämie
Refeeding-Syndrom	Hypokaliämie, Hypophosphatämie, Hypomagnesiämie, Herzinsuffizienz, Demaskierung eines Thiaminmangels («wet» Beriberi)
Fettsäuremangel-Syndrom (essentielle)	Ekzematöse Dermatitis, Anämie, Thrombopenie, Leberdysfunktion, Haarausfall, Wachstumsverzögerung bei Kindern
Knochenstoffwechsel	Osteomalazie, Osteopenie
Leber	Transaminasenerhöhung, Steatose, Steatohepatitis, Cholestase, Fibrose, Zirrhose
Gallenwege	Akalkuläre Cholezystitis, Sludge, Cholelithiasis

deutlich zu, wenn die notwendige Kalorienzufuhr überschritten wird, weshalb der Grundsatz gilt: vermeide «overfeeding».

Quintessenz

- Mit totaler parenteraler Ernährung (TPE) kann der Organismus auf unbestimmte Zeit am Leben erhalten werden.
- Bei Patienten mit praktisch fehlendem Magen-Darm-Kanal (z.B. nach ausgedehnten Resektionen) ist TPE die einzige Möglichkeit, das Leben zu erhalten.
- TPE ist indiziert, um die negativen Auswirkungen bei Patienten mit Unterernährung zu verhindern, bei denen eine genügende perorale oder enterale Nährstoffzufuhr nicht möglich ist.
- Randomisierte, kontrollierte Studien bei verschiedenen Patientengruppen zeigen insgesamt wenig Vorteile einer TPE gegenüber keiner Ernährung oder enteraler Ernährung.
- Perioperativ kann TPE bei Patienten mit Tumoren des oberen Gastrointestinaltraktes von Vorteil sein.
- Bei Krebspatienten unter Chemo- und Strahlentherapie, Patienten mit leichter Pankreatitis und solchen mit Verbrennungen scheint TPE eher zu erhöhter Morbidität zu führen.
- Patienten mit schwerer Unterernährung profitieren möglicherweise von TPE, wenn sie peroral/enteral nicht adäquat ernährt werden können.
- Cave: Overfeeding resultiert in einer Zunahme metabolischer Komplikationen.

Schlussfolgerung

Die Forschung befasste sich viele Jahrzehnte mit der Entwicklung von Nährlösungen und von technischen Hilfsmitteln. Dies führte dazu, dass heute die intravenöse Verabreichung von allen Nährstoffen, die zum Leben notwendig sind, sicher durchführbar ist. Die Erfahrung mit langfristig parenteral ernährten Patienten zeigt, dass der menschliche Organismus auch ohne Gastrointestinaltrakt auf unbestimmte Zeit am Leben erhalten werden kann. Viele Studien der letzten Jahrzehnte waren eher auf die Durchführbarkeit der TPE ausgerichtet. Die Frage, wann TPE streng indiziert ist und welche Patientengruppen profitieren können, ist bis heute nicht abschliessend geklärt. Die systematische Review von Koretz [5] ist ermutigend. Trotzdem kann als harte Indikation für TPE mindestens angeführt werden: Unterernährung oder Risiko für Unterernährung, wenn eine genügende perorale oder enterale Nährstoffzufuhr nicht möglich ist.

Literatur

- 1 Imoberdorf R, Stanga Z, Ballmer PE. Mangelernährung – Auswirkungen bei akuter Erkrankung. *Schweiz Med Forum* 2001;1:892–5.
- 2 Pertkiewicz M. Parenteral Nutrition. In: *Basics in clinical nutrition*. Edited for ESPEN Courses. Sobotka L (ed.). 2nd ed. Galén; 2000: p.104–8.
- 3 Braunschweig CL, Levy P, Sheean PM, Wang X. Enteral compared with parenteral nutrition: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2001;74: 534–42.
- 4 Woodcock NP, Zeigler D, Palmer MD, Buckley P, Mitchell ChJ, MacFie J. Enteral versus parenteral nutrition: a pragmatic study. *Nutrition* 2001;17:1–12.
- 5 Koretz RL, Lipman TO, Klein S. AGA technical review on parenteral nutrition. *Gastroenterology* 2001;121: 970–1001.
- 6 Veterans Affairs Total Parenteral Nutrition Cooperative Study Group. Perioperative total parenteral nutrition in surgical patients. *N Engl J Med* 1991;325:525–32.
- 7 Klein S, Kinney J, Jeejeebhoy K, Alpers D, Hellerstein M, Murray M, et al. Nutrition support in clinical practice: review of published data and recommendations for future research directions. *JPEN* 1997;21: 133–56.
- 8 A.S.P.E.N. Board of Directors and The Clinical Guidelines Task Force. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. *JPEN* 2002;26 (Suppl. 1).
- 9 Fürst P. Parenteral Nutrition. In: *Basics in clinical nutrition*. Edited for ESPEN Courses. Sobotka L (ed.). 2nd ed. Galén; 2000, p.137–8.
- 10 Pichard C, Schwarz G, Frei A, Kyle U, Jolliet P, Morel P, et al. Economic investigation of the use of three-compartment total parenteral nutrition bag: prospective randomized unblinded controlled study. *Clin Nutr* 2000;19:245–51.
- 11 Van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, Verwaest Ch, Bruyninckx F, Schetz M, et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med* 2001;345: 1359–67.
- 12 *Cours de Nutrition Clinique*. Pichard C. (ed.). 1996
- 13 Haller A, Rühlin M, Imoberdorf R, Ballmer PE. Praxis der enteralen Ernährung. *Schweiz Med Forum* 2003;3:374–81.