

A. Dormann<sup>1</sup>  
P. Stehle<sup>2</sup>  
R. Radziwill<sup>3</sup>  
C. Löser<sup>4</sup>  
C. Paul<sup>5</sup>  
M. Keymling<sup>6</sup>  
H. Lochs<sup>7</sup>

## DGEM-Leitlinie Enterale Ernährung: Grundlagen

### DGEM Guidelines Enteral Nutrition: Basics

#### Schlüsselwörter

Sondenernährung · PEG · Nahrungssubstrate · Immunonutrition · Komplikationen

#### Key words

Enteral nutrition · tube feeding · PEG · enteral substrates · immunonutrition · complications

### Substrate in der enteralen Ernährung

Grundlagen für die Festlegung einer bedarfsgerechten enteralen Ernährung sind (bisher) die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung, der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung, der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährungsforschung und der Schweizerischen Vereinigung für Ernährung (D-A-CH) veröffentlichten „Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr“ [1]. Konsequenterweise werden mit einer balanzierten enteralen Ernährung alle lebensnotwendigen (unenitbaren) Makro- und Mikronährstoffe (Aminosäuren, Fettsäuren, Vitamine, Mengen- und Spurenelemente) zugeführt. Die Bereitstellung von Energie erfolgt in den Standardnahrungen durch Proteine, Kohlenhydrate und Fette in einem vorgegebenen Verhältnis.

Aufgrund pathophysiologischer/pathobiochemischer Vorgänge können sich beim kranken Organismus ungünstige Veränderungen sowohl in der Fähigkeit zur endogenen Substratproduktion als auch im Bedarf an einzelnen Nährstoffen ergeben [2–5]. Dies bedingt bei einzelnen Krankheitszuständen eine Neubetrachtung der Unentbehrlichkeit von Nährstoffen (siehe einzelne

Indikationen). Eine adäquate enterale Ernährung muss diesen veränderten Anforderungen gerecht werden; geschieht dies nicht, kann der kranke Organismus an einzelnen Nährstoffen verarmen, was wiederum den Heilungsprozess und die -chancen ungünstig beeinflusst.

#### Selbstgefertigte Sondennahrungen („home-made“) vs. industriell hergestellte Produkte

Aufgrund des geringen inneren Durchmessers der Applikationssysteme (2–3 mm) kann die Koagulation von Eiweißen und Mineralsalzen zu einem Verschluss der Zugänge führen. Eine adäquate Sondennahrung darf daher nicht viskös und muss absolut partikelfrei sein. Gerade bei kranken Menschen ist es unabdingbar, dass die Nahrung hygienisch einwandfrei ist und somit schwerwiegende gastrointestinale Infektionen (besonders bei Dünndarmsonden) vermieden werden. Zudem muss eine adäquate enterale Ernährung die Zufuhr aller unentbehrlichen und bedingt unentbehrlichen Nährstoffe ohne Einschränkung gewährleisten. Die Industrie stellt in der Zwischenzeit eine Vielzahl

#### Institutsangaben

- <sup>1</sup> Innere Medizin/Gastroenterologie Akademisches Lehrkrankenhaus Klinikum Minden
- <sup>2</sup> Institut für Ernährungswissenschaften Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität, Bonn
- <sup>3</sup> Apotheke Klinikum Fulda
- <sup>4</sup> Medizinische Klinik Rotes-Kreuz-Krankenhaus Kassel
- <sup>5</sup> Abteilung für Allgemeinchirurgie Klinikum Leverkusen
- <sup>6</sup> Med. Klinik II Klinikum Meiningen GmbH
- <sup>7</sup> Medizinische Klinik, Gastroenterologie, Hepatologie und Endokrinologie, Universitätsklinikum Charité, Berlin

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. H. Lochs · Medizinische Klinik · Gastroenterologie, Hepatologie und Endokrinologie · Universitätsklinikum Charité · 10098 Berlin · E-mail: herbert.lochs@charite.de

#### Bibliografie

Aktuel Ernähr Med 2003; 28, Supplement 1: S26–S35  
© Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 1434-0275

von Fertigprodukten zur Verfügung, die diesen Ansprüchen problemlos gerecht werden und eine einfache praktische Handhabung ermöglichen.

Die Verwendung von so genannten selbst hergestellten, durch Homogenisierung von üblicher Küchenkost gewonnenen Produkten ist aus aktueller wissenschaftlicher Sicht sehr fragwürdig und in ihrer praktischen Anwendung bedenklich. Derartige Produkte sind in ihrer Nährstoffzusammensetzung nicht balanciert und können somit gerade bei schwer kranken Patienten mit unterschiedlichem Nährstoffbedarf nicht zur Langzeittherapie eingesetzt werden. Sie erfordern zusätzlich wegen der hohen Viskosität eine dicklumige, d.h. für den Patienten unangenehme und komplikationsträchtige Sonde. Bei unsachgemäßer Lagerung und bei Verwendung von nicht einwandfreien Ausgangsprodukten kommt es rasch zu bakteriellen Kontaminationen mit entsprechenden klinischen Komplikationen. In zahlreichen Publikationen wurde in den letzten Jahren auf diese Probleme aufmerksam gemacht und die Verwendung von industriell hergestellten, sterilen Produkten empfohlen [6–14].

Insgesamt müssen Home-made-Diäten (wenn industriell hergestellte Produkte zur Verfügung stehen) aus folgenden Gründen abgelehnt werden:

- hygienisch inakzeptabel,
- nicht balanciert/nicht bedarfsdeckend,
- nicht überprüfbar,
- nicht über 24 h verfügbar,
- hoher Arbeitsaufwand, technologisch anspruchsvoll (Hygiene!) → teuer,
- hohe Flüssigkeitsbelastung.

### Industriell hergestellte diätetische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke (Trink- und Sondennahrung) – Definition und rechtliche Einordnung

#### Allgemeine Definition

Entsprechend der Verordnung über diätetische Lebensmittel (DiätV) gehören industriell hergestellte diätetische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke (balancierte Diäten, Sonden- und Trinknahrungen) zu Lebensmitteln „... die für eine besondere Ernährung bestimmt sind ...“, die gewerbsmäßig als Fertigpackungen in den Verkehr gebracht werden dürfen.“ Hinsichtlich ihrer Kennzeichnung (Etikettierung) sowie dem Gehalt an Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen müssen diese Produkte der EG-Richtlinie 1999/21/EG der Kommission vom 25. März 1999 entsprechen (siehe Kapitel Ethik und Recht). Bei Lebensmitteln, die zur Behandlung bestimmter Krankheitsbilder dienen (z.B. bei Leber-, Niereninsuffizienz, angeborenen Stoffwechselstörungen, Diabetes mellitus), kann auf die entsprechende Patientengruppe zusätzlich hingewiesen werden.

#### Balancierte Diäten zur ausschließlichen und vollständigen Ernährung

Diätetische Lebensmittel, die zur Verwendung als Mahlzeit oder anstelle einer Mahlzeit bestimmt sind, müssen hinsichtlich des Energie- und Nährstoffgehalts (Proteine, Kohlenhydrate, Fette bzw. Fettsäuren, Vitamine und Mineralstoffe) bedarfsdeckend sein. Grundlage hierfür sind die D-A-CH-Referenzwerte [1]. Für

Mineralstoffe (Mengen- und Spurenelemente) und Vitamine sind zudem Höchstmengen pro Tag ausgewiesen (Richtlinie der EG-Kommission).

#### Balancierte Diäten zur ergänzenden Ernährung

Diätetische Lebensmittel, die zur Verwendung als ergänzende balancierte Diät bestimmt sind, dürfen in einer Tagesverzehrsmenge vorgegebene Höchstmengen für Mineralstoffe (Mengen- und Spurenelemente) und Vitamine nicht überschreiten.

#### Industriell hergestellte Produkte für die enterale Ernährung – Kategorien

##### Allgemeine Kriterien

Die Auswahl/Bewertung von balancierten Diäten erfolgt nach verschiedenen grundlegenden Kriterien (Tab. 1, [15]):

Tab. 1 Kriterien balancierter Diäten

– Energiegehalt bzw. Energiedichte
– Protein- bzw. und Stickstoffgehalt
– Art und Zusammensetzung der Makronährstoffe (Energieträger) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Protein</li> <li>– Kohlenhydrate</li> <li>– Fette (Triglyzeride)</li> </ul>
– Ballaststoffgehalt
– Osmolarität

Der Energiegehalt der Standardnahrungen liegt bei 1 kcal/ml (4,18 kJ/ml). Bei speziell modifizierten bzw. adaptierten Kostformen (z.B. für Patienten mit Einschränkung der Flüssigkeitszufuhr) werden 1,5–2 kcal/ml (6,27–8,36 kJ/ml) angestrebt.

Als *Eiweiß*quellen werden Milch- und Sojaproteine, Eiklar oder auch Fleischprotein verwendet. Der Mindestgehalt an Protein sollte 10% der Gesamtenergie nicht unterschreiten.

Als *Kohlenhydrate* werden meist Poly- und Oligosaccharide eingesetzt. Standardnahrungen sind laktosefrei. Laktosehaltige Produkte können nur bei laktosetoleranten Patienten eingesetzt werden.

*Fette (Triglyzeride)* sind eine hochkonzentrierte Energiequelle und unverzichtbare Quellen für essenzielle Fettsäuren. Die Gegenwart von Fetten ist für die Absorption von fettlöslichen Vitaminen unabdingbar. In Trinknahrungen ist Fett ein wichtiger Geschmacksträger. Soja-, Sonnenblumenöle, Kokosnuss- und Milchfett sind meist die vorrangig eingesetzten Fettquellen. Hinsichtlich der Zusammensetzung der Fettsäuren unterscheiden sich die Produkte je nach Wahl der Fettquelle(n). Merkmale sind dabei der Gehalt an gesättigten, einfach ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren ( $\omega$ -3- und  $\omega$ -6-Fettsäuren). Entsprechend den Referenzwerten für Gesunde sollte der Gehalt an gesättigten Fettsäuren 7–10% der Gesamtenergiezufuhr nicht überschreiten. Metabolisch neutral und somit günstig wird die Ölsäure als einfach ungesättigte Fettsäure angesehen. Auf die Bedeutung des Verhältnisses von  $\omega$ -3-Fettsäuren zu  $\omega$ -6-Fettsäuren als Vorstufen von Lipidmediatoren wird unter den einzelnen Indikationen näher eingegangen. Aus Kokosnussfett isolierte oder

industriell hergestellte mittelkettige Triglyzeride (MCT; 6–12 C-Atome) werden größtenteils micellenunabhängig absorbiert und stehen über raschen portalen Transport als hepatische Energiequelle zur Verfügung [16,17]. Den potenziellen Vorteilen bei Fettmalabsorption müssen die praktischen Nachteile entgegengesetzt werden: höhere Osmolalität als langkettige Triglyzeride (LCT), enthalten keine essenziellen Fettsäuren, mögliche gastrointestinale Nebenwirkungen (Übelkeit, Diarrhöen) bei unkontrolliert hoher Applikationsrate. Kurzkettige Fettsäuren (SCFA; 2–4 C-Atome) sind nachweislich effektive Substrate für Enterozyten/Kolonozyten und können damit zur Integrität des Darmepithels beitragen [18].

Der Hydrolysegrad von Kohlenhydraten und Proteinen bestimmt die Osmolalität: standardmäßig sind die Nahrungen isoton (max. 350 mosmol/l); bei einigen adaptierten Produkten hypertont.

In den Standardnahrungen liegt der *Ballaststoff*anteil in der Regel > 15 g/1000 kcal; einige sind weitgehend ballaststofffrei. Im Rahmen einer Langzeittherapie ist eine ausreichende Zufuhr von Ballaststoffen (Nahrungsfasern) zu empfehlen (> 10 g/1000 kcal).

*Vitamine, Spurenelemente und Elektrolyte* werden den enteralen Produkten (Bezug: isoenergetische Tagesmenge) entsprechend den Referenzwerten für Gesunde unter Berücksichtigung eines „Sicherheitszuschlages“ zugesetzt. Bisher liegen keine wissenschaftlichen Daten über den tatsächlichen Mikronährstoffbedarf in verschiedenen Krankheitszuständen vor.

### Hochmolekulare Trink- und Sondennahrungen

Tab. 2 zeigt die allgemeine Zusammensetzung hochmolekularer Trink- und Sondennahrungen.

Tab. 2 Zusammensetzung von hochmolekularen Trink- und Sondennahrungen

Kohlenhydrate	Poly- und Oligosaccharide (z. B. Stärke, Maltodextrin)
Proteine/Aminosäuren	hochmolekulare (intakte) Proteine (z. B. Milcheiweiß)
Fette	Triglyzeride (z. B. LCT, MCT)
Ballaststoffe	je nach Indikation
Vitamine/Mineralstoffe	entsprechend den jeweiligen Empfehlungen

Als Energieträger werden hochmolekulare Kohlenhydrate und Triglyzeride verwendet; Aminosäuren und Stickstoff werden in Form von intakten Proteinen geliefert. Eine adäquate Verwertung erfordert das Vorliegen physiologischer Digestions- und Absorptionsleistungen.

### Niedermolekulare Trink- und Sondennahrungen

Tab. 3 zeigt die allgemeine Zusammensetzung niedermolekularer Trink- und Sondennahrungen.

Bei niedermolekularen Trink- und Sondennahrungen werden Kohlenhydrate und Proteine in Form schnell verwertbarer monomerer Bausteine (Aminosäuren, Glukose) und/oder als „vorverdaute“ Substrate (Peptidhydrolysate) verabreicht. Eine effektive

Tab. 3 Zusammensetzung niedermolekularer Trink- und Sondennahrungen

Kohlenhydrate	Mono-, Di- und Oligosaccharide (z. B. Glukose, Maltodextrin)
Proteine/Aminosäuren	Aminosäuren und/oder Peptide (Hydrolysate)
Fette	Triglyzeride mit spezifischen Fettsäuremustern (mehrheitlich MCT)
Vitamine/Mineralstoffe	entsprechend den jeweiligen Empfehlungen

Verwertung dieser Produkte ist auch bei eingeschränkter Absorptionsleistung und fehlender bzw. eingeschränkter Digestion garantiert. Di- und Tripeptide (als quantitativer Bestandteil von Hydrolysaten) werden mittels spezifischer Transportsysteme unabhängig von freien Aminosäuren schnell und effektiv absorbiert und anschließend verwertet [19,20]. Dieser kinetische Vorteil wird mit einem klinischen Benefit im Vergleich zu hochmolekularen Trink- und Sondennahrungen in Verbindung gebracht [20].

### Stoffwechseladaptierte Trink- und Sondennahrungen/ spezielle Substrate

Spezifische Organerkrankungen und -insuffizienzen sind in der Regel mit pathophysiologischen Veränderungen im Stoffwechsel und dadurch bedingt mit einem veränderten Nährstoffbedarf assoziiert. Wird in diesen Fällen eine Standardnahrung eingesetzt, können sich daraus Substratimbilanzen sowohl in extrazellulären (z. B. Plasma) als auch in intrazellulären Kompartimenten (z. B. Muskelzelle) entwickeln, die mittel- bzw. langfristig den Heilungsfortschritt behindern können. Konsequenterweise wurden daher modifizierte bzw. stoffwechseladaptierte Sondennahrungsformen entwickelt, die diesen metabolischen Besonderheiten gerecht werden sollen.

### Enterale Ernährungsprodukte bei Diabetes

Diätetische Lebensmittel für Diabetiker sollen zu einer besseren glykämischen Kontrolle, ohne Beeinflussung des Lipidstoffwechsels und zu einem verminderten Insulinbedarf führen. Dies soll zum einen durch einen reduzierten Kohlenhydratgehalt und einen erhöhten Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren, zum anderen durch die Verwendung von Kohlenhydraten mit niedrigem glykämischen Index oder Fruktose, die insulinunabhängig in die Zelle aufgenommen werden kann, erreicht werden.

### Immunmodulierende enterale Ernährungsprodukte/ „Intensivdiäten“

Einige Nährstoffe weisen neben ihren „nutritiven“ Eigenschaften noch zusätzliche „pharmakologische“ Effekte (vor allem bei höherer Dosierung) auf [4,5,21]. Zu diesen Nährstoffen („nutraceuticals“) gehören spezielle Aminosäuren (Glutamin, Arginin, Zystein/Taurin),  $\omega$ -3-Fettsäuren, Nukleotide, einzelne Vitamine (C, E) und Spurenelemente (Selen). Solche Ernährungskomponenten werden zur Beeinflussung der Immunabwehr verabreicht. Dies hat zur Formulierung von sog. „immunmodulierenden Diäten“ geführt. Die Produkte zeichnen sich durch eine Anreicherung mit einem oder mehreren der genannten Substrate aus.

### Enterale Ernährungsprodukte bei respiratorischer Insuffizienz

Jede Gewinnung von Energie aus Nährsubstrat ist mit O<sub>2</sub>-Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Bildung verbunden. Patienten mit partieller und globaler respiratorischer Insuffizienz müssen eine vermehrte Atemarbeit aufbringen, um eine CO<sub>2</sub>-Retention und einen Abfall des O<sub>2</sub>-Partialdruckes zu vermeiden. Grundsätzlich besteht hier die Möglichkeit, die Energiezufuhr kurzfristig (z. B. bis zur Entwöhnung vom Respirator) zu erniedrigen (hypoenergetische Ernährung). Spezielle enterale Ernährungsprodukte weisen einen höheren Fettanteil (bis zu 55% der Gesamtenergie) bei Einschränkung der Kohlenhydrate auf. Hierdurch soll ein verminderter respiratorischer Quotient und damit ein verbesserter Gasaustausch erreicht werden.

### Enterale Ernährungsprodukte bei Erkrankungen der Leber

Diese Produkte werden durch einen hohen Gehalt an verzweigt-kettigen Aminosäuren (Leuzin, Isoleuzin, Valin) und reduzierte Konzentrationen von aromatischen und schwefelhaltigen Aminosäuren (Methionin) charakterisiert. Ziel ist, die Plasmaamino-säurespiegel bei Patienten mit Leberversagen und hepatischer Enzephalopathie zu normalisieren und dadurch zerebrale Funktionen zu verbessern.

### Enterale Ernährungsprodukte bei Erkrankungen der Nieren

Die speziell modifizierten Trink- und Sondennahrungen bei akutem Nierenversagen zielen auf die Minimierung des Serumharnstoffspiegels, die Reduktion von toxischen Produkten und die Aufrechterhaltung des Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushaltes. Patienten mit Nierenversagen sind hypermetabolisch und tendieren zu verstärktem Proteinabbau. Bei stabilen Patienten mit präterminaler Niereninsuffizienz, bei denen die Dialyse hinausgezögert werden soll und die eine ergänzende oder alleinige enterale Ernährung benötigen, können nieren-adaptierte Produkte (reduzierter Stickstoffanteil, hoher Anteil an essenziellen Aminosäuren, exakte Bilanzierung von Elektrolyten und Wasser) eingesetzt werden.

### Trinknahrungen/orale Supplemente

Kann durch die reguläre fest-flüssige Standardernährung (Krankenhauskost) die Energie- bzw. Nährstoffversorgung nicht vollständig aufrechterhalten werden, besteht die Möglichkeit, durch entsprechende orale Supplemente (in der Regel Trinknahrungen) die Ernährung zu optimieren. Voraussetzung sind normale gastrointestinale Funktionen. Es wird ein ähnlich breites Spektrum an Produkten, wie bei der Sondennahrung, angeboten, das für unterschiedliche Indikationen genutzt werden kann. Die klinische Bedeutung der Supplemente zeigt sich darin, dass mit ihrer Hilfe die Energie-/Nährstoffaufnahme unter Beibehaltung der üblichen Kost gesteigert werden kann (z. B. bei geriatrischen Patienten).

## Ernährungssonden

### Anforderungen an Ernährungssonden

Um eine möglichst lange Liegedauer gewährleisten zu können, muss sich das verwendete Material durch eine hohe Gewebeträglichkeit und dauerhafte Flexibilität ausweisen.

Die Sonde sollte in ihrem extrakorporalen Anteil lang genug sein, um eine problemlose Manipulation am Sondenkonus zu ermöglichen.

### Kommentar

Ernährungssonden sind für die längerfristige Applikation von Sondennahrung in den Gastrointestinaltrakt bestimmt. Auch bei längerer Liegedauer darf es zu keinen Mukosaschädigungen kommen, die Komplikationen bedingen können (z. B. Ulzerationen mit Blutungen oder Strikturen). Die Sonden dürfen keine Weichmacher enthalten, die nach einigen Tagen ihre Wirkung verlieren. Diesen Anforderungen werden Sonden aus z. B. Silikonkautschuk oder Polyurethan gerecht. In jedem Fall muss die verwendete Sonde ausdrücklich für Ernährungszwecke ausgewiesen sein. Zur gegebenenfalls notwendigen Prüfung der korrekten Sondenlage ist eine röntgendichte Spitze oder ein radiologisch sichtbarer Streifen in der Sonde wünschenswert. Eine routinemäßige Kontrolle der Sondenlage (radiologisch oder endoskopisch) ist nach unkompliziertem Anlageprozedere bei PEG/PEJ-Sonden nicht notwendig.

Um eine Okklusion bei transnasalen Ernährungssonden möglichst zu vermeiden, sollten diese Sonden einen Innendurchmesser von mindestens 8 fr (1 fr = 1 Charrière = 0,33 mm) haben. Dicklumigerere Sonden haben spezielle Anwendungsgebiete.

Für die Verwendung von Gastrostomiesonden kann ein größerer Innendurchmesser von 15 fr gewählt werden. Der Vorteil größerer Sonden wie 20 oder 24 fr ist nicht belegt. Die Frage, ob hierdurch mehr Lokalkomplikationen verursacht werden, lässt sich aus der Literatur nicht beantworten.

### Sondentypen und Anlagetechniken

#### Generelle Beschreibung der Sondentypen

Nasoenterale Ernährungssonden werden transnasal, perkutane Sonden durch die Haut in den oberen Verdauungstrakt eingeführt. Je nachdem, wo die Sondenspitze liegt, unterscheidet man gastrale und jejunale Ernährungssonden. Die perkutanen Sonden werden nach den verschiedenen Anlagetechniken unterschieden [22–37].

#### Indikationen für die unterschiedlichen Sondentypen

Die gastrale Sondenlage wird am häufigsten praktiziert.

Eine jejunale Sondenlage kann in Einzelfällen Vorteile bieten (gastraler Reflux, Pankreatitis, Aspirationsgefahr).

Bei häufiger Dislokation einer nasoenteralen Sonde bzw. bei Planung einer Lanzeiternährung (länger als zwei bis drei Wochen) ist die Anlage einer perkutanen gastralen/jejunalen Ernährungssonde zu erwägen [23, 24].

### Kommentar

Der am häufigsten gewählte Applikationsort ist der Magen. Nur wenn dieser nicht genutzt werden kann (postoperativ, Retention, häufiges Erbrechen) sollte eine jejunale Ernährung erfolgen. Eine duodenale Ernährung ist wegen der hohen Refluxraten sowie der

häufigen gastralen Dislokation duodener Sonden nicht sinnvoll.

Aufgrund großer Sammelstatistiken liegen bei ca. 60% der Indikationsstellungen eine benigne und bei ca. 40% eine maligne Grunderkrankung vor, wobei bei nicht selektioniertem Patientengut die Hälfte aller mit einer perkutan gastral/jejunalen Ernährungssonde versorgten Patienten eine neurologische Grunderkrankung aufweisen und knapp ein Drittel der Personen an einer meist malignen Erkrankung im HNO-Bereich leidet [23,24,38].

Die perkutane Anlage eines enteralen Sondensystems ist keine Terminalmaßnahme bei infauster Prognose [23,25,35,39].

#### **Kontraindikationen für nasoenterale Ernährungssonden**

Nasoenterale Sonden sind bei Schädelbasisfrakturen und Ösophagusrupturen kontraindiziert.

#### **Kontraindikationen für perkutan gastrale/jejunale Ernährungssonden**

Kontraindikationen für die (endoskopische) Anlage perkutaner Sondensysteme sind die fehlende Diaphanoskopie bei gleichzeitig positivem Nadelaspirationstest, schwere Gerinnungsstörungen, Peritonitis, ausgeprägte Peritonealkarzinose, massiver Aszites, Anorexia nervosa, schwere Psychosen, eine deutlich eingeschränkte Lebenserwartung sowie generelle Kontraindikation für eine enterale Ernährung (z. B. Ileus) [23,25,33–35].

#### **Kommentar**

Wenn bei der Endoskopie ein aktives Ulkus oder eine schwere erosive Gastritis diagnostiziert wird, sollte diese vor Anlage einer perkutanen Ernährungssonde zur Abheilung gebracht werden. Das Fehlen einer Diaphanoskopie im Bereich der Punktionsstelle stellt heute keine Kontraindikation für die Anlage einer perkutanen Ernährungssonde mehr dar [23,40,41]. Klinische Studien belegen, dass die geeignete Punktionsstelle mit einem negativen Nadelaspirationstest genauso sicher bestimmt werden kann wie mit der Diaphanoskopie [40,41]. Auch ein leichter Aszites sowie das Vorhandensein eines ventrikulo-peritonealen Shuntsystems sind keine absolute Kontraindikation für die Anlage einer perkutanen Ernährungssonde [42]. In klinischen Untersuchungen konnten keine erhöhten Komplikationsraten nachgewiesen werden [42]. Auch die Durchführung einer Peritonealdialyse stellt keine Kontraindikation für die Anlage einer perkutanen Ernährungssonde dar [43]; besonders in der Pädiatrie konnten gute Erfahrungen mit Ernährung über PEG oder Buttonsysteme bei Kindern mit Peritonealdialyse gemacht werden.

Verschiedene aktuelle Studien belegen, dass auch bei Patienten mit Morbus Crohn keine erhöhte Komplikationsrate nach perkutaner Anlage von Gastrostomien besteht [44,45]. Die vorliegenden Daten dokumentieren, dass bei entsprechender Indikationsstellung auch bei Patienten mit Colitis ulcerosa und Morbus Crohn eine enterale Ernährung über endoskopisch gelegte Sondensysteme komplikationslos möglich und ernährungsmedizinisch hoch effektiv ist.

## **Komplikationen nach perkutanen endoskopischen Anlagen von Ernährungssonden**

Das so genannte Durchzugsverfahren der PEG-Anlage ist langjährig etabliert und sicher [46]. Die Komplikationsraten werden in Abhängigkeit der unterschiedlichen Definitionen mit 8–30% angegeben, wobei selten auch schwere d. h. transfusionspflichtige Blutungen, vorzeitige Sondenentfernungen, Tumorverschleppung, Fistelbildungen oder Einwachsen der inneren Halteplatte (Buried-Bumper-Syndrom) beobachtet werden [46–52].

Leichte Komplikationen sind vor allem der Wundschmerz (bis zu 20% der Patienten) und lokale Wundinfektionen (ohne systemische Infektzeichen, bei 8–30% der Patienten) [46,47,52–54].

Schwere Komplikationen (ca. 1–3% der Fälle) sind meist Infektionen wie Aspirationspneumonie, Peritonitis, Faszitis und chirurgisch behandlungsbedürftige Lokalinfektion. Selten werden Perforationen gesehen [46,48,50,51].

Die methodenabhängige Mortalität wird zwischen 0–2% angegeben [50,52,55–58].

Die häufigste Komplikation ist das Auftreten einer lokalen Wundinfektion (bis 15%). Die meisten peristomalen Infektionen sind durch lokale antiseptische Maßnahmen und zweimal täglichen Verbandwechsel problemlos zu behandeln. Der radiologische Nachweis eines Pneumoperitoneums nach PEG-/PEJ-Anlage ist häufig (in radiologisch kontrollierten Studien bis 40%) und hat in der Regel keine therapeutischen Konsequenzen [59,60].

Langzeitkomplikationen nach Anlage einer PEG-/PEJ-Sonde können Sondenokklusionen, Perforationen mit konsekutiver Leckage aus der Sonde bzw. aus dem Sondenansatz, die Ausbildung einer Zellulitis, eines Ekzems oder von Hypergranulationsgewebe sein. Die meisten dieser potenziellen Langzeitkomplikationen sind abhängig von der individuellen Sondenpflege und können durch sorgfältigen Umgang mit der Sonde effektiv vermieden werden.

#### **Prävention lokaler Wundinfektionen**

Die Inzidenz von lokalen Wundinfektionen nach PEG-Anlage kann durch eine präinterventionelle Antibiotikaprophylaxe (30 Minuten vor PEG-Anlage Applikation eines Cephalosporin III. Generation oder mit einem betalaktamaseschutzten Breitspektrumpenicillin) deutlich reduziert werden [51,54,61–65].

#### **Kommentar**

Die grundlegende Voraussetzung zur Vermeidung periinterventioneller Infektionen ist die korrekte Anlagetechnik und die standardisierte Versorgung der Patienten im weiteren Verlauf. Eine sinnvolle Ergänzung dieser Maßnahmen stellt die Antibiotikaprophylaxe dar. Die periinterventionelle Antibiotikaprophylaxe ist mittlerweile in den angloamerikanischen Ländern bei der PEG-Anlage etabliert und wird von den Fachgesellschaften empfohlen [54]. Eine zusätzliche Antibiotikagabe ist nur dann notwendig, wenn der Patient nicht schon bereits unter einer Antibiose steht.

### Aspiration

Die Aspiration nach PEG-Anlage erfolgt in der Regel still und kann perinterventionell oder postinterventionell auftreten [55,58]. Die Inzidenz wird mit mindestens 2% angegeben.

### Kommentar

Das perinterventionelle Risiko kann durch korrekte Anlagetechnik und eine Antibiotikaphylaxe reduziert werden [66]. Im Verlauf wird das Auftreten vor allem durch die Applikationsart und den Applikationsort der Nahrung beeinflusst. Entscheidend ist die korrekte Lagerung des Patienten (30–45 Grad Oberkörper hoch) und die Verwendung isoosmotischer Sondenkost bei aspirationsgefährdeten Patienten [67]. Es besteht ein erhöhtes Aspirationsrisiko bei neurologischen Patienten mit Schluckstörungen, Patienten mit Motilitätsstörungen des Magens oder Stenosen im Bereich des Magenausgangs bzw. weiter distal gelegenen Engen sowie Patienten mit einem Tracheostoma [68,69]. Eine Gabe von Einzelboli mit mehr als 100–150 ml sollte vermieden werden, da hierdurch ein Relaxation des unteren Ösophagusspinkters bedingt sein kann [70]. Eine kontinuierliche Pumpenernährung kann möglicherweise das Risiko der Aspiration reduzieren, wenn diese nicht über 24 Stunden fortgeführt wird [68,70].

### Tumorverschleppung

Es besteht die potenzielle Gefahr der Tumorverschleppung bei der Passage der inneren Halteplatte durch tumorinfiltriertes Gewebe (z. B. Ösophaguskarzinom) [71–74].

### Kommentar

Die Implantation von Metastasen im Stomabereich wurde bis heute selten beschrieben. Neue experimentelle Daten [28] zeigen, dass primär eine hämatogene oder lymphogene Tumorbesiedlung der PEG-Stomata nach dem chirurgischen Trauma der Sondenanlage erfolgen kann. Trotzdem sind Tumorpatienten, insbesondere dann, wenn ein kurativer Eingriff geplant ist und eine perioperative PEG-Anlage erfolgen soll, primär für die Anwendung der Direktpunktionmethode bei der PEG-Anlage prädestiniert [75]. Ein laparoskopisches Vorgehen, wie es in einer aktuellen Publikation für diese Patienten gefordert wird, erscheint unter Wertung der vorliegenden Daten nicht sinnvoll [76].

### Burried-Bumper-Syndrom

Das Einwachsen der inneren Halteplatte in die Magenwand wird als Burried Bumper-Syndrom bezeichnet.

Das Burried-Bumper-Syndrom ist durch eine mangelnde Pflege und unzureichende Mobilisation der inneren Halteplatte bedingt. Es kann bei adäquater Pflege komplett vermieden werden [77,78]. Wichtig ist die tägliche Mobilisation der Halteplatte, um Drucknekrosen und Ischämien der Magenwand mit konsekutivem Überwuchern der Halteplatte durch Magenschleimhaut zu vermeiden. Die Entfernung der eingewachsenen Halteplatte kann durch Zug nach innen, endoskopisch (Schlinge, needle-knife-Technik, Bougierung) oder chirurgisch erfolgen [79].

### Hypergranulationen

Die Gastrostomie ist eine auf unterschiedliche Weise (endoskopisch, operativ etc.) künstlich geschaffene Fistel zwischen Bauchwand und Magen, in die als Fremdkörper die Sonde eingebracht wird. Im Normalfall kann kein Granulationsgewebe außerhalb der Fistel gesehen werden. Bei circa 5% der Patienten kommt es zur überschießenden Bildung von Granulationsgewebe, sog. Hypergranulationen [79,80].

### Kommentar

Die Entstehung der Hypergranulationen ist multifaktoriell. Die Faktoren sind vor allem das Wechselspiel zwischen innerer und äußerer Halteplatte, das saure Refluat aus dem Magen, die chronischen Stomainfektionen, die Unverträglichkeit von Sondenmaterialien und die Mangelernährung der Patienten mit konsekutiver Wundheilungsstörung. Bei der Therapie sollte eine intensive primäre Wundpflege (ggf. unter Einsatz von Hydrokolloidpflastern oder Silbernitratätzung) erfolgen. Optional kann auch der Austausch der PEG in ein Buttonsystem erfolgen, denn durch Anlage des Button wird der Druck vom Stoma genommen und es kommt häufig zum Abheilen des Gewebes [77,79,80].

### Diarrhö, abdominelle Krämpfe oder Meteorismus

Diarrhoen, abdominelle Krämpfe und Meteorismus sind nach der PEG-Anlage Symptome, die durch verschiedene Ursachen entstehen und durch entsprechende Maßnahmen häufig vermieden werden können (Tab. 4). Diese Komplikationen sind nicht spezifisch für PEG, sondern können bei jeder Form der enteralen Ernährung auftreten. Kontrollierte Studien sind zu dieser Problematik nicht bekannt.

Tab. 4 Gastrointestinale Symptome bei enteraler Ernährung: Ursachen und Maßnahmen

Ursache	Vorgehen
mangelnde Aufbauphase	langsam mit der Ernährung beginnen
Bolusgabe	Übergang auf kontinuierliche Zufuhr (Schwerkraft oder Ernährungspumpe)
bakterielle Kontamination	Überleitgerät wechseln, Nahrung verwerfen, Sonde durchspülen Hygiene: beim Anrühren, Umfüllen, Anhängen Adapter regelmäßig wechseln Zugänge pflegen
Substrat kalt	Nahrung auf Raumtemperatur bringen
Hypoalbuminämie	bei Malabsorption: niedermolekulare Produkte oder vollständig parenterale Ernährung
Ballaststoffmangel	Substrat mit Ballaststoffen wählen (Quellfähigkeit), Einsatz von Wegerichsamen oder Johannisbrotkernmehl
Medikamente	Alternativen prüfen, z. B. bei Antibiotika, Mg-Präparaten, Kaliumsalzen, Tetracyclinen, Antimykotika
„Dysbiose“	Probiotika erwägen
Chemo- und Strahlentherapie	ggf. Einsatz von niedermolekularer Sondenernährung
intestinale Sondenlage	Zufuhrsgeschwindigkeit reduzieren (max. 120–150 ml/h)
Grunderkrankung	z. B. entzündliche Darmprozesse, Einsatz von niedermolekularer Sondenernährung

## Kostaufbau nach perkutan endoskopischer Sondenanlage

Bereits 1–3 Stunden nach Sondenanlage kann mit der Applikation von Tee, stillem Mineralwasser und Sondennahrung begonnen werden. Patienten, die vor Anlage der perkutanen Sonde mit ausreichend oraler Nahrung oder über eine nasogastrale Sonde ernährt wurden, benötigen keinen langsamen Kostaufbau. Hier kann das individuelle Gesamtvolumen der enteralen Ernährung mit 1500–2000 ml Sondenkost und 1000–1500 ml Flüssigkeit kontinuierlich über 16 Stunden bereits kurz nach perkutaner Sondenanlage appliziert werden [81,82].

Eine Verdünnung der Nährlösung auf < 300 mosmol/l hat keinen praktischen Nutzen [83].

Patienten, die vor Anlage der perkutanen Sonde über einen längeren Zeitraum parenteral ernährt wurden, bedürfen einer individuellen Aufbauphase, die unter Berücksichtigung der gastrointestinalen Motilität und Problemen, wie Übelkeit, Erbrechen oder Diarrhöen gesteuert werden muss. Die Aufbauphase kann je nach Erkrankung des Patienten und Empfindlichkeit des Gastrointestinaltraktes mehrere Tage in Anspruch nehmen. Zu Beginn wird eine kontinuierliche Applikation von 500 ml Sondennahrung und 500 ml stillem Mineralwasser oder abgekochtem Leitungswasser empfohlen. Je nach Verträglichkeit kann die Sondennahrung um 500 ml täglich bis zur Erreichung des individuellen Bedarfes gesteigert werden. Eine überlappende parenterale Ernährung kann erforderlich sein [84].

## Arzneimittelgabe

### Interaktionen mit Nährstoffen [85–88]

Grundsätzlich treten zwischen Trink- oder Sondennahrung und Arzneimitteln die gleichen Interaktionen auf, die auch zwischen normaler Nahrung und Medikamenten zu beachten sind. Die Arzneimittel-Nahrungs-Interaktionen sind auch von der Zusammensetzung der Nahrung abhängig. Vor allem der Fettgehalt und die Fettzusammensetzung, der Ballaststoffgehalt sowie die Proteinquelle spielen eine Rolle.

Die Interaktionen sind vor allem pharmakokinetisch begründet. Gastrointestinale Passage und Resorptionsgeschwindigkeit werden in der Regel bei enteraler Ernährung im Vergleich zur normalen oralen Ernährung verändert sein. Der Plasmaspitzen Spiegel kann erhöht sein, die resorbierte Gesamtmenge aber durch die beschleunigte Passage reduziert. Bei direkten absorptiven Interaktionen oder einer Zerstörung durch einen sauren pH-Wert muss ggf. eine Nahrungspause vor (ca. 1–2 Stunden) bzw. nach (30–60 Minuten) der Gabe von Arzneimitteln eingelegt werden.

#### Beispiele

Antazida [86,94], Sucralfat [86,87,90], Penicillin V [87], Phenytoin [86,87,92] (Empfehlung 1).

Die Applikation von Arzneimitteln über die Sonde ist eine wichtige Ursache für das Verstopfen der Sonde. Etwa 15% dieser Ereignisse werden durch Handling-Fehler verursacht. Beispiele dafür sind: Antazida, Sucralfat [85]. Die Hauptursache für einen

Verschluss der Sonde ist jedoch ein Reflux von Magensaft in die Sonde und eine Koagulation des Milcheiweißes durch die Salzsäure [85]!

### Vorgehen bei der Gabe von Arzneimitteln über die Sonde

Ziel der korrekten Gabe der Arzneimittel über die Sonde ist eine optimale Wirkung der Medikamente, die sich nach Möglichkeit nicht von der normalen oralen Gabe unterscheiden sollte.

Die nachfolgende Vorgehensweise hat sich allgemein bewährt und ist in verschiedene lokale und nationale Empfehlungen eingegangen [85,89–93].

- Stoppen der Sondennahrung,
- Spülen der Sonde mit etwa 30 ml (– 60 ml Wasser) [94],
- Suspendieren der zermörserten Tabletten, des Inhaltes der Kapseln in lauwarmem Wasser, ggf. Verdünnen von konzentrierten Lösungen mit mindestens dem doppelten Volumen an Wasser,
- Aufnehmen in eine Spritze,
- Applikation der Suspension, Lösung mittels der Spritze aber ohne großen Druck bzw. über Trichter, der auf die Sonde aufgesteckt ist,
- bei mehreren Arzneimitteln Gabe grundsätzlich getrennt voneinander und Zwischenspülen mit etwa 5–10 ml Wasser,
- nach der Gabe des letzten Arzneimittels Spülen der Sonde mit etwa 30 ml (– 60 ml Wasser) [94],
- Neustart der Sondennahrung bei kontinuierlicher Gabe der Nahrung.

Vom Zumischen von Arzneimitteln zur Sondennahrung ist grundsätzlich abzuraten! Die Gefahr des Verstopfens der Sonde ist zu groß, und bei einer kontinuierlichen Gabe der Nahrung ist ein therapeutischer Wirkspiegel des Arzneimittels nicht mehr grundsätzlich gewährleistet.

Abweichungen im Vorgehen immer durch die Apotheke abklären lassen! [85,88,90–92] (C).

Je dünner und je länger die Sonde desto kritischer ist die Gabe von Arzneimitteln über die Sonde. Vor allem die Sondenspitze kann sich durch zu grob gemörserte Arzneimittel oder zu große Pellets (Omeprazol in anderer Form als in der MUPS-Galenik) zu setzen.

### Eignung der verschiedenen Arzneiformen und Alternativen [85,92–94]

Die Möglichkeit der Gabe von Fertigarzneimitteln über die Sonde sollte mit der Apotheke abgeklärt werden. Bewährt haben sich hauseigene Listen mit den wichtigsten Arzneimitteln.

Die Voraussetzung für die Gabe über Sonde ist, dass der Arzneistoff

- säurestabil,
- stabil gegen die Enzyme des Gastrointestinaltraktes,
- resorbierbar ist (Tab. 5).

Tab. 5

## geeignete Arzneiformen

- flüssige perorale Arzneiformen (Tropfen, Säfte)  
Cave: *Osmolarität!* Verdünnen mit etwa dem doppelten Volumen an Wasser!  
Beispiele [92]:  
– Bactrim<sup>®</sup> Sirup ca. 4000 mosmol/l  
– Ergenyl<sup>®</sup> Lösung ca. 4300 mosmol/l  
– Megacillin<sup>®</sup> Saft ca. 3200 mosmol/l  
– zu hoch liegen Lanitop<sup>®</sup> liquidum und Novodogal<sup>®</sup> Tropfen  
– mit über 15000 mosmol/l  
pH-Wert: Atosil<sup>®</sup> Tropfen pH 2,3  
Lasix<sup>®</sup> Liquidum pH 9,0  
Sorbitol: Fenistil<sup>®</sup> Sirup 660 mg/ml
- Brausetabletten und -granulate, nach Entweichen von CO<sub>2</sub>  
Cave: pH-Wert [92]: Flumucil<sup>®</sup> Granulat pH 2,2
- feste perorale Darreichungsformen, die nicht retardiert sind  
– Tabletten  
– Dragees  
– Hartgelatine kapseln

## weniger geeignete Arzneiformen

- Weichgelatine kapseln  
– der flüssige Inhalt kann mit einer Spritze entnommen werden  
– ungenaue Dosierung
- (magensaftresistent) überzogene feste perorale Darreichungsformen  
– Wenn der Überzug nur wegen des schlechten Geschmacks aufgebracht ist, spricht nichts gegen ein Zermörsern.  
– Wenn die säurelabile Substanz geschützt wird, darf die Darreichungsform nicht zerstört werden, das Präparat ist damit nicht geeignet. Ausnahme ist die MUPS Galenik. Diese Pellets können nach Zerfallen in Wasser über Sonden mit einem Durchmesser > 10 fr gegeben werden.
- parenterale Darreichungsformen [88, 90, 92, 95]  
Preis  
– ggf. anderes Salz mit veränderter Resorptionseigenschaft  
– Dosierung  
– Cave: Osmolarität, bei allen Infusionskonzentraten bzw. zentral zu applizierenden Arzneimitteln. KCl Amp. 1 mmol/l ca. 2000 mosmol/l  
– Cave: pH-Wert: Zofran Amp. pH 3,5  
– Bronchoparat Amp. pH ca. 9,0  
→ Ausnahmen mit der Apotheke abklären!

## meist ungeeignete Arzneiformen

- Retardformulierungen  
Die Retardierung wird zerstört und das Dosierungsintervall muss verkürzt werden. → Ausnahmen mit der Apotheke abklären!  
– Carbamazepin retardiert (Tegretal<sup>®</sup> retard, Timonil<sup>®</sup> retard),  
– Morpin retardiert (MST<sup>®</sup> retard Granulat, Capros<sup>®</sup>, M-long<sup>®</sup>). Aber *nicht* MST continus<sup>®</sup>, da die Pellets lipophil sind; es besteht die Möglichkeit diese Pellets in Sondennahrung aufzunehmen und über einen Universaltrichter direkt in die Sonde zu geben!  
– Theophyllin, z. B. Brochretard Kps  
Eine zügige Gabe ist dabei erforderlich, da andernfalls die Hilfsstoffe quellen können.

Grundsätzlich sollte man versuchen, feste perorale Darreichungsformen durch flüssige perorale zu ersetzen, da damit am wenigsten Probleme bei der korrekten Gabe über die Sonde entstehen [85] (C).

Eine weitere Möglichkeit ist das Ausnutzen einer alternativen Zufuhroute, z. B. rektal, transdermal, bukkal, sublingual oder in seltenen Fällen auch parenteral. Alternativ kann auch ein therapeutisch äquivalenter Arzneistoff, der in sondengängiger Form vorliegt, eingesetzt werden. Oft lässt sich auch die Anzahl der Arzneimittel reduzieren und damit der Aufwand für eine korrekte Arzneimitteltherapie. Dies sollte besonders bei der Betreuung von Patienten zu Hause beachtet werden!

## Nebenwirkungen (gastrointestinal)

Oft ist eine gastrointestinale Nebenwirkung nicht durch die Sondennahrung bedingt, sondern auf eine Arzneimittelgabe (Antibiotika, Antazida, hoch osmolare Lösungen, sorbitolreiche Lösungen) oder eine falsche Arzneimittelgabe zurückzuführen. Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass die Arzneimittel, die bei peroraler Gabe Diarrhöen hervorrufen, dies auch bei Applikation über die Sonde auslösen.

Problematisch sind auch motilitätssteigernde Medikamente wie Erythromycin.

Substanzen, die Retention verursachen, können Erbrechen mit steigendem Aspirationsrisiko verursachen. Sind diese Medikamente unumgänglich, ist ggf. eine jejunale Nahrungsapplikation zu wählen.

Alle Empfehlungen zur Arzneimittelgabe ergeben sich aus pharmakokinetischen bzw. physikalischen und/oder chemischen Untersuchungen und sind in vitro untersucht.

Die Literaturangaben in den Überschriften beziehen sich auf das gesamte Unterkapitel. Einzelaussagen sind im Text zitiert.

## Abkürzungsverzeichnis Grundlagen

*D-A-CH*: Zusammenschluss der deutschen, österreichischen und schweizerischen Ernährungsfachgesellschaften zwecks Herausgabe gemeinsamer Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung und Schweizerische Vereinigung für Ernährung)  
*DiätV*: Diätverordnung, Verordnung über diätetische Lebensmittel

*HNO*: Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde

*LCT*: langkettige Triglyzeride

*MCT*: mittelkettige Triglyzeride

*MUPS-Galenik*: Multiple Unit Pellet System

*PEG*: perkutan endoskopische Gastrostomie

*PEJ*: perkutan endoskopische Jejunostomie

*SCFA*: kurzkettige Fettsäuren

## Literatur

- <sup>1</sup> Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (D-A-CH). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Auflage. Frankfurt: Umschau Braus GmbH, 2000
- <sup>2</sup> Laidlaw SA, Kopple JD. Newer concepts of the indispensable amino acids. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 593–605
- <sup>3</sup> Grimble GK. Essential and conditionally-essential nutrients in clinical nutrition. *Nutr Res Rev* 1993; 6: 97–119
- <sup>4</sup> Fürst P. Old and new substrates in clinical nutrition. *J Nutr* 1998; 128: 789–796
- <sup>5</sup> Fürst P, Kuhn KS, Stehle P. Parenteral nutrition substrates. In: Payne-James J, Grimble GK, Silk DBA (eds): *Artificial Nutrition Support in Clinical Practice*. London, San Francisco: GMM, 2001: 401–434

- <sup>6</sup> Anderson KR, Norris DJ, Godfrey LB, Avent CK, Butterworth CE Jr. Bacterial contamination of tube-feeding formulas J Parenter Enteral Nutr 1984; 8: 673–678
- <sup>7</sup> Anderton A, Howard JP, Scott DW. Microbiological control in enteral feeding. Summary of a guidance document prepared on behalf of the Committee of the Parenteral and Enteral Nutrition Group of the British Dietetic Association. Hum Nutr Appl Nutr 1986; 40: 163–167
- <sup>8</sup> Levy J, Van Laethem Y, Verhaegen G, Perpete C, Butzler JP, Wenzel RP. Contaminated enteral nutrition solutions as a cause of nosocomial bloodstream infection: a study using plasmid fingerprinting. J Parenter Enteral Nutr 1989; 13: 228–234
- <sup>9</sup> Jorgensen L, Trautner F, Engquist A. Microbial contamination of tube feeding solutions. Ugeskr Laeger 1990; 152: 1824–1827
- <sup>10</sup> Thurn J, Crossley K, Gerds A, Maki M, Johnson J. Enteral hyperalimentation as a source of nosocomial infection. J Hosp Infect 1990; 15: 203–217
- <sup>11</sup> Anderton A, Nwoguh CE, McKune I, Morrison L, Greig M, Clark B. A comparative study of the numbers of bacteria present in enteral feeds prepared and administered in hospital and the home. J Hosp Infect 1993; 23: 43–49
- <sup>12</sup> Patchell CJ, Anderton A, MacDonald A, George RH, Booth IW. Bacterial contamination of enteral feeds. Arch Dis Child 1994; 70: 327–330
- <sup>13</sup> Lucia Rocha CM, Beninga MT, Ferraz AD, Maria SD. Hazard analysis and critical control point system approach in the evaluation of environmental and procedural sources of contamination of enteral feedings in three hospitals. J Parenter Enteral Nutr 2000; 24: 296–303
- <sup>14</sup> Sullivan MM, Sorreda-Esguerra P, Santos EE et al. Bacterial contamination of blenderized whole food and commercial enteral tube feedings in the Philippines. J Hosp Infect 2001; 49: 268–273
- <sup>15</sup> Lübcke HJ. Zusatznahrung, Sondennahrung; Supplemente. In: Löser C, Keymling M (Hrsg): Praxis der enteralen Ernährung. Stuttgart, New York: Thieme Verlag, 2001: 41–49
- <sup>16</sup> Bach AC, Babayan VK. Medium-chain triglycerides: an uptake. Am J Clin Nutr 1982; 36: 950–962
- <sup>17</sup> Mascioli EA, Bistran BR, Babayan VK, Blackburn GL. Medium chain triglycerides and structured lipids as unique nonglucose energy sources in hyperalimentation. Lipids 1987; 22: 21–423
- <sup>18</sup> Cummings JH. Colonic absorption: the importance of short chain fatty acids in man. Scand J Gastroenterol Suppl 1984; 93: 89–99
- <sup>19</sup> Adibi S, Phillips E. Evidence for greater absorption of amino acid from peptide than in free form in human intestine. Clin Res 1968; 16: 446–451
- <sup>20</sup> American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. J Parenter Enteral Nutr 1993; 17: 1SA–52SA
- <sup>21</sup> Grimble RF. Dietary manipulation of the inflammatory response. Proc Nutr Soc 1992; 51: 285–294
- <sup>22</sup> Löser C, Fölsch UR. Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselstörungen (DGVS). Z Gastroenterol 1996; 34: 404–408
- <sup>31</sup> de Baere T, Chapot R, Kuoch V et al. Percutaneous gastrostomy with fluoroscopic guidance: single-center experience in 500 consecutive cancer patients. Radiology 1999; 210: 651–654
- <sup>32</sup> Ho SG, Marchinkow LO, Legiehn GM, Munk PL, Lee MJ. Radiological percutaneous gastrostomy. Clin Radiol 2001; 56: 902–910
- <sup>33</sup> Mellinger JD, Ponsky JL. Percutaneous endoscopic gastrostomy: state of the art, 1998. Endoscopy 1998; 30: 126–132
- <sup>34</sup> Sarr MG. Appropriate use, complications and advantages demonstrated in 500 consecutive needle catheter jejunostomies. Br J Surg 1999; 86: 557–561
- <sup>35</sup> British Society of Gastroenterology Guidelines. Antibiotic prophylaxis in gastrointestinal endoscopy. [http://www.bsg.org.uk/clinical\\_prac/guidelines/antibiotic\\_pro.htm](http://www.bsg.org.uk/clinical_prac/guidelines/antibiotic_pro.htm) Ref Type: Internet Communication, 2001
- <sup>36</sup> Albrink MH, Foster J, Rosemurgy AS, Carey LC, Löser C. Laparoscopic feeding jejunostomy: also a simple technique. Surg Endosc 1992; 6: 259–260
- <sup>37</sup> Tapia J, Murguia R, Garcia G, los Monteros PE, Onate E. Jejunostomy: techniques, indications, and complications. World J Surg 1999; 23: 596–602
- <sup>38</sup> Löser C. Clinical aspects of long-term enteral nutrition via percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG). J Nutri Health & Aging 2000; 4: 47–51
- <sup>39</sup> Löser C, Müller MJ. Ethische Richtlinien zur Anlage einer perkutan endoskopischen Gastrostomie (PEG-Sonde). Z Gastroenterol 1998; 36: 475–478
- <sup>40</sup> Gauderer M. Twenty years of percutaneous endoscopic gastrostomy: origin and evolution of a concept and its expanded applications. Gastrointest Endosc 1999; 50: 879–883
- <sup>41</sup> Ponsky JL. Transilluminating percutaneous endoscopic gastrostomy. Endoscopy 1998; 30: 656
- <sup>42</sup> Graham SM, Flowers JL, Scott TR, Lin F, Rigamonti D. Safety of percutaneous endoscopic gastrostomy in patients with a ventriculoperitoneal shunt. Neurosurgery 1993; 32: 932–934
- <sup>43</sup> Ramage IJ, Geary DF, Harvey E, Secker DJ, Balfe JA, Balfe JW. Efficacy of gastrostomy feeding in infants and older children receiving chronic peritoneal dialysis. Perit Dial Int 1999; 19: 231–236
- <sup>44</sup> Mahajan L, Oliva L, Wyllie R, Fazio V, Steffen R, Kay M. The safety of gastrostomy in patients with Crohn's disease. Am J Gastroenterol 1997; 92: 985–988
- <sup>45</sup> Israel DM, Hassall E. Prolonged use of gastrostomy for enteral hyperalimentation in children with Crohn's disease. Am J Gastroenterol 1995; 90: 1084–1088

### Komplikationen nach perkutanen endoskopischen Anlagen von Ernährungssonden

### Ernährungssonden

- <sup>23</sup> Löser C. Endoskopische Anlage von Sondensystemen (PEG-/PEJ-Sonden) für die enterale Ernährung. Dtsch Med Wschr 2000; 125: 805–809
- <sup>24</sup> Löser C. Langzeiternährung über enterale Sondensysteme. In: Löser C, Keymling (Hrsg): Praxis der enteralen Ernährung. Stuttgart: Thieme Verlag, 2001: 216–220
- <sup>25</sup> American Society for Gastrointestinal Endoscopy. Role of PEG/PEJ in enteral feeding. Gastrointest Endosc 1998; 48: 699–701
- <sup>26</sup> Löser C, Wolters S, Fölsch UR. Enteral long-term nutrition via percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) in 210 patients: a four-year prospective study. Dig Dis Sci 1998; 43: 2549–2557
- <sup>27</sup> Safadi BY, Marks JM, Ponsky JL. Percutaneous endoscopic gastrostomy: an update. Endoscopy 1998; 30: 781–789
- <sup>28</sup> Dormann AJ, Glosemeyer R, Leistner U et al. Modified percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) with gastropexy – early experience with a new introducer technique. Z Gastroenterol 2000; 38: 933–938
- <sup>29</sup> Motsch C, Kahl S, Nebelung K. Grundlagen der enteralen Ernährung, Sondentechniken, PEG. Laryngo-Rhino-Otol 2001; 80: 449–457
- <sup>30</sup> Bleck JS, Reiss B, Gebel M et al. Percutaneous sonographic gastrostomy: method, indications, and problems. Am J Gastroenterol 1998; 93: 941–945
- <sup>46</sup> Gauderer MW. Percutaneous endoscopic gastrostomy and the evolution of contemporary long-term enteral access. Clin Nutr 2002; 21: 103–110
- <sup>47</sup> Lockett MA, Templeton ML, Byrne TK, Norcross ED. Percutaneous endoscopic gastrostomy complications in a tertiary-care center. Am Surg 2002; 68: 117–120
- <sup>48</sup> Schapiro GD, Edmundowicz SA. Complications of percutaneous endoscopic gastrostomy. Gastrointest Endosc Clin N Am 1996; 6: 409–422
- <sup>49</sup> Chowdhury MA, Batey R. Complications and outcome of percutaneous endoscopic gastrostomy in different patient groups. J Gastroenterol Hepatol 1996; 11: 835–839
- <sup>50</sup> Hull MA, Rawlings J, Murray FE et al. Audit of outcome of long-term enteral nutrition by percutaneous endoscopic gastrostomy. Lancet 1993; 341: 869–872
- <sup>51</sup> Dormann AJ, Wigglinghaus B, Risius H et al. A single dose of ceftriaxone administered 30 minutes before percutaneous endoscopic gastrostomy significantly reduces local and systemic infective complications. Am J Gastroenterol 1999; 94: 3220–3224
- <sup>52</sup> Loser C, Wolters S, Fölsch UR. Enteral long-term nutrition via percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) in 210 patients: a four-year prospective study. Dig Dis Sci 1998; 43: 2549–2557
- <sup>53</sup> Lin HS, Ibrahim HZ, Kheng JW, Fee WE, Terris DJ. Percutaneous endoscopic gastrostomy: strategies for prevention and management of complications. Laryngoscope 2001; 111: 1847–1852
- <sup>54</sup> British Society of Gastroenterology Endoscopy Committee. Antibiotic prophylaxis in gastrointestinal endoscopy. <http://www.bsg.org.uk/>

- clinical\_prac/guidelines/antibiotic\_pro.htm. Ref Type: Internet Communication, 2001
- 55 Larson DE, Burton DD, Schroeder KW, DiMagna EP. Percutaneous endoscopic gastrostomy. Indications, success, complications, and mortality in 314 consecutive patients. *Gastroenterology* 1987; 93: 48 – 52
- 56 Mathus-Vliegen LM, Koning H. Percutaneous endoscopic gastrostomy and gastrojejunostomy: a critical reappraisal of patient selection, tube function and the feasibility of nutritional support during extended follow-up. *Gastrointest Endosc* 1999; 50: 746 – 754
- 57 Finocchiaro C, Galletti R, Rovera G et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy: a long-term follow-up. *Nutrition* 1997; 13: 520 – 523
- 58 Panos MZ, Reilly H, Moran A et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy in a general hospital: prospective evaluation of indications, outcome, and randomised comparison of two tube designs 1. *Gut* 1994; 35: 1551 – 1556
- 59 Gottfried EB, Plumser AB, Clair MR. Pneumoperitoneum following percutaneous endoscopic gastrostomy. A prospective study. *Gastrointest Endosc* 1986; 32: 397 – 399
- 60 Dulabon GR, Abrams JE, Rutherford EJ. The incidence and significance of free air after percutaneous endoscopic gastrostomy. *Am Surg* 2002; 68: 590 – 593
- 61 Preclik G, Grune S, Leser HG et al. Prospective, randomised, double blind trial of prophylaxis with single dose of co-amoxiclav before percutaneous endoscopic gastrostomy. *BMJ* 1999; 319: 881 – 884
- 62 Gossner L, Keymling J, Hahn EG, Ell C. Antibiotic prophylaxis in percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG): a prospective randomized clinical trial. *Endoscopy* 1999; 31: 119 – 124
- 63 Kulling D, Sonnenberg A, Fried M, Bauerfeind P. Cost analysis of antibiotic prophylaxis for PEG. *Gastrointest Endosc* 2000; 51: 152 – 156
- 64 Sharma VK, Howden CW. Meta-analysis of randomized, controlled trials of antibiotic prophylaxis before percutaneous endoscopic gastrostomy. *Am J Gastroenterol* 2000; 95: 3133 – 3136
- 65 Standards and Practice Committee ASGE. Role of endoscopy in enteral feeding. [http://www.asge.org/gui/resources/manual/misc\\_enteral.asp](http://www.asge.org/gui/resources/manual/misc_enteral.asp). Ref Type: Internet Communication, 2002
- 66 Dormann AJ, Huchzermeyer H, Lippert H. The relevance of systemic complications and the different outcomes of subgroups after percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG). *Am J Gastroenterol* 2001; 96: 1951 – 1952
- 67 Bury KD, Jambunathan G. Effects of elemental diets on gastric emptying and gastric secretion in man. *Am J Surg* 1974; 127: 59 – 64
- 68 Pearce CB, Duncan HD. Enteral feeding. Nasogastric, nasojejunal, percutaneous endoscopic gastrostomy, or jejunostomy: its indications and limitations. *Postgrad Med J* 2002; 78: 198 – 204
- 69 Dormann AJ, Deppe H. Tube feeding – who, how and when. *Z Gastroenterol* 2000; 40: S8 – S14
- 70 Coben RM, Weintraub A, DiMarino AJ Jr, Cohen S. Gastroesophageal reflux during gastrostomy feeding. *Gastroenterology* 1994; 106: 13 – 18
- 71 Stockeld D, Fagerberg J, Granstrom L, Backman L. Percutaneous endoscopic gastrostomy for nutrition in patients with oesophageal cancer. *Eur J Surg* 2001; 167: 839 – 844
- 72 Preyer S, Thul P. Gastric metastasis of squamous cell carcinoma of the head and neck after percutaneous endoscopic gastrostomy – report of a case. *Endoscopy* 1989; 21: 295
- 73 Brown MC. Cancer metastasis at percutaneous endoscopic gastrostomy stomata is related to the hematogenous or lymphatic spread of circulating tumor cells. *Am J Gastroenterol* 2000; 95: 3288 – 3291
- 74 Murthy SM, Goldschmidt RA, Rao LN, Ammirati M, Buchmann T, Scanlon EF. The influence of surgical trauma on experimental metastasis. *Cancer* 1989; 64: 2035 – 2044
- 75 Motsch C, Kahl S, Nebelung K. Grundlagen der enteralen Ernährung, Sondentechniken, PEG. *Laryngo-Rhino-Otol* 2001; 80: 449 – 457
- 76 Bhama JK, Haas MK, Fisher WE. Spread of a pharyngeal cancer to the abdominal wall after percutaneous endoscopic gastrostomy. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2001; 11: 375 – 378
- 77 Dormann AJ, Müssig O, Wejda BU, Huchzermeyer H. Erfolgreicher Einsatz eines Buttonsystems bei Buried-Bumper-Syndrom. *Dtsch Med Wschr* 2001; 126: 722 – 724
- 78 Klein S, Heare BR, Soloway RD. The „buried bumper syndrome“: a complication of percutaneous endoscopic gastrostomy. *Am J Gastroenterol* 1990; 85: 448 – 451
- 79 Rollins H. Hypergranulation tissue at gastrostomy sites. *J Wound Care* 2000; 9: 127 – 129
- 80 Harris A, Rolstad BS. Hypergranulation tissue: a nontraumatic method of management. *Ostomy Wound Manage* 1994; 40: 20 – 30
- 81 Choudhry U, Barde CJ, Markert R, Gopalswamy N. Percutaneous endoscopic gastrostomy: a randomized prospective comparison of early and delayed feeding. *Gastrointest Endosc* 1996; 44: 164 – 167
- 82 McCarter TL, Condon SC, Aguilar RC, Gibson DJ, Chen YK. Randomized prospective trial of early versus delayed feeding after percutaneous endoscopic gastrostomy placement. *Am J Gastroenterol* 1998; 93: 419 – 421
- 83 Keohane PP, Attrill H, Love M, Frost P, Silk DB. Relation between osmolality of diet and gastrointestinal side effects in enteral nutrition. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1984; 288: 678 – 680
- 84 Duncan HD, Cole SJ, Bowling TE et al. Does the mode of feeding play a role in the pathogenesis of enteral feeding related diarrhea? *Proc Nutr Soc* 1997; 56: 216A

#### Arzneimittelgabe

- 85 Belknap DC, Seifert CF, Petermann M. Administration of medications through enteral feeding catheters. *Am J Crit Care* 1997; 6: 382 – 392
- 86 Johnson DR. Drug-nutrient considerations for enteral nutrition. In: *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ed): The ASPEN nutrition support practice manual*. Silver Spring: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, 1998: 6 – 20
- 87 Utermohlen V. Diet, nutrition and drug interaction. In: Shills ME, Olson JA, Shike M, Ross AC (eds): *Modern nutrition in health and disease*. Baltimore: William & Wilkins, 1999: 1619 – 1641
- 88 Varell L, Jones E, Meguid MM. Drug-nutrient interaction in enteral feeding: a primary care focus. *Nurse Practitioner* 1997; 22: 98 – 104
- 89 Engle KK, Hannawa TE. Techniques for administering oral medications to critical care patients receiving continuous enteral nutrition. *Am J Health Syst Pharm* 1999; 56: 1441 – 1444
- 90 Estoupe M. Approaches and limitations of medication delivery in patients with enteral feeding tubes. *Crit Care Nurse* 1994; 14: 68 – 79
- 91 Lourenco R. Enteral feeding: drug/nutrient interaction. *Clin Nutr* 2001; 20: 187 – 193
- 92 Probst W. Arzneimitteltherapie bei Patienten mit Ernährungssonden. *PZ Prisma* 1997; 4: 31 – 41
- 93 Wöber E. Verabreichung von Arzneimitteln über Ernährungssonden. *Österr Krankenhauspharmazie* 1996; 10: 22 – 23
- 94 Atib A, Fabreguettes JR, Veillet B et al. Nutrition entérale par sonde: administration de médicaments solides destinés à la voie orale. *Pharmacie Hospitalière Française* 1996; 118: 187 – 196
- 95 Feinberg M, Rosen G. Enteral nutrition formulars and drug interactions: Problems and Solutions. *Consultant Pharmacist* 1993; 8: 975 – 983