

Leitlinien für parenterale Ernährung von Kindern



Assoz. Prof. PD. Dr. Nadja Haiden, MSc.

*Fachärztin für Kinder und Jugendheilkunde,
Neonatalogie und pädiatrische Intensivmedizin
Medizinische Universität Wien*

Agenda

- Flüssigkeitszufuhr/ Flüssigkeitsmanagement
- Energiebedarf
- Glukose
- Eiweiß
- Fett
- Elektrolyte
- Vitamine
- Spurenelemente
- venöse Zugänge
- Standardisierte versus individuell verschriebene Rezepturen für parenterale Ernährungslösungen
- Heimparenterale Ernährung

Flüssigkeitsmanagement (Holliday / Segar)

Gewicht	ml/kg/d	ml/kg/h
A: für die ersten 10kg	100	4
B: jedes Kilo zwischen 10 und 20kg	+50ml/extra kg/d	+2ml/extra kg/h
C: jedes Kilo über 20kg	+25ml/extra kg/d	+1ml/extra kg/h
Gesamtbedarf	A+B+C	A+B+C

Alternatives Flüssigkeitsmanagement

	<1 Jahr	1-2 Jahre	3-5 Jahre	6-12 Jahre	13-18 Jahre
Flüssigkeit (ml/kg/d)	120 - 150	80 - 120	80 - 100	60 - 80	50 - 70

Flüssigkeitsmanagement

- Flüssigkeitsbedarf eng mit Energiebedarf verknüpft:
1kcal pro 1ml Flüssigkeit

Bedarf erhöht:

- Fieber
- Hyperventilation
- Hypermetabolismus
- Gastrointestinale Verluste
- Nierenversagen

Bedarf erniedrigt:

- Kritisch krankes Kind
- Beatmung
- Hohe Umgebungswärme

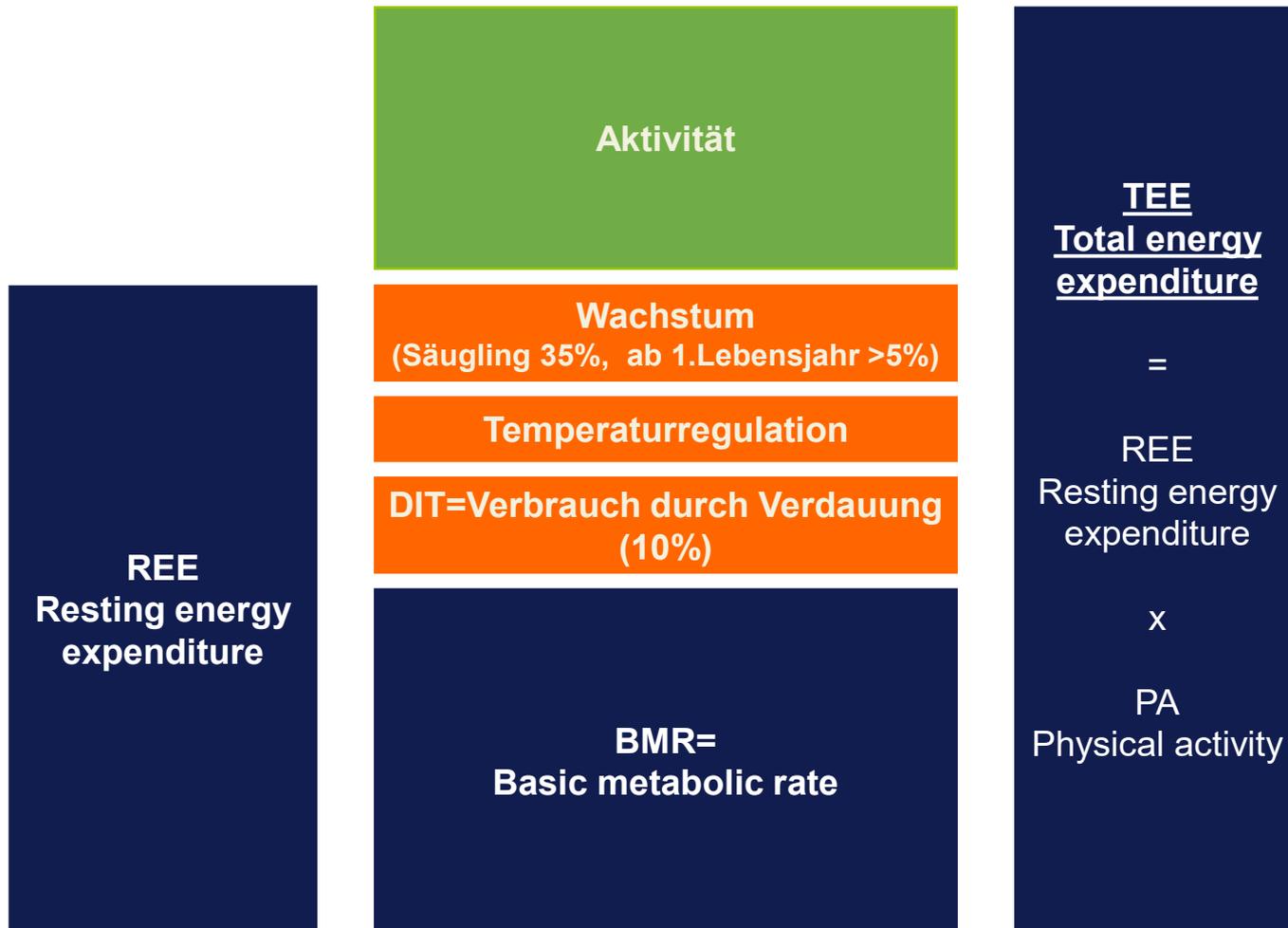
Monitoring Flüssigkeitszufuhr

- Klinischer Status
- Gewicht
- Bilanz
- Serumelektrolyte
- Säure-Base Status / Blutgasanalyse / Basendefizit
- Hämatokrit und BUN (Harnstoff)
- Spez. Gewicht des Harns, Harnelektrolyte

Begriffsdefinitionen zur Berechnung der Energiezufuhr

- **BMR = Basic metabolic rate** (thermoneutrales Umfeld, 12-18h nüchtern, aufrechte Position, unmittelbar nach dem Erwachen)
Metabolische Rate in Ruhe bei Säuglingen bis zu 10-20% höher (nach dem Essen, unkontrollierte Aktivität)
 - Faktor 1.0: Schlaf
 - Faktor 1.2: wach und sitzend
 - Faktor 1.4-1.5: für stehende und sitzende Tätigkeiten
 - Faktor 1.5-2: leicht bis mittlerer Aktivitätslevel bei Kindern und Adoleszenten
- **REE = resting energy expenditure** (12-18h nüchtern, aufrechte Position, Schwankung ca. bis zu 10% zu BMR)
- **DIT = Dietary energy needs** (ca. 10% !! des Tagesbedarfs) Energie, die für Absorption der Nahrung, Verdauung und Gewebesynthese verwendet wird- abhängig ob Nahrungsaufnahme enteral/parenteral
- **TEE = total energy expenditure** (Aktivität, Wachstum, Catch-up-Wachstum: Multiplikatoren!!)
- **PA: Physical Activity**

Komponenten des Energiebedarfs



Energiebedarf

	Akute Phase kcal/kg/d	Stabile Phase kcal/kg/d	Erholungsphase kcal/kg/d
0 - 1 Jahre	45 - 50	60 - 65	75 - 85
1 - 7 Jahre	40 - 45	55 - 60	65 - 75
7 - 12 Jahre	30 - 40	40 - 55	55 - 65
12 - 18 Jahre	20 - 30	25 - 40	30 - 55

Bei kritisch kranken Kindern kann parenterale Ernährung bis zu einer Woche pausiert werden-
Mikronährstoffe müssen allerdings verabreicht werden.

Grundumsatz stark erhöht:

- 2-4h postoperativ
- Kopfverletzungen
- Verbrennungen

Grundumsatz sinkt bei:

- Kühlung

Flüssigkeits- und Energiezufuhr bei kritisch kranken Kinder

- Bei kritisch kranken Kindern kann parenterale Ernährung bis zu einer Woche pausiert werden- Mikronährstoffe müssen allerdings verabreicht werden
- American Academy of Pediatrics: Intravenöse Flüssigkeitszufuhr: isotone Lösungen- keine hypotonen Lösungen mit KCL und Dextrose/Glukose
- Anwendbar bei kranken/intensivpflichtigen Kindern zwischen 28 Tagen bis 18 Jahren
 - Postoperativ
- Ungeeignet für:
 - Patienten nach neurochirurgischen Eingriffen
 - Angeborene oder erworbene Herzfehler
 - Hepatische Erkrankungen
 - Maligne Erkrankungen
 - Nierenfunktionsstörungen
 - Diabetes insipidus
 - Extreme Durchfälle
 - Verbrennungen

Lösungen zum Flüssigkeitersatz

Flüssigkeit		Glukose (g/dl)	Na ⁺ (mmol/l)	Cl ⁻ (mmol/l)	K ⁺ (mmol/l)	Osmolarität (mOsm/l)
Plasma		0.07-0.11	135-145	95-105	3.5-5.3	308
5% G + 0,2% NaCl	<i>hypoton</i>	5	34	34	0	78
5% G + 0,45% NaCl	<i>hypoton</i>	5	77	77	0	154
5% G + 0,9% NaCl	<i>isoton</i>	5	154	154	0	308
5%G + Ringer Laktat	<i>isoton</i>	5	130	109	4	273
Ringer Laktat	<i>isoton</i>	0	130	109	4	273
Elektrolytlösung ¹	<i>hyperton</i>	5	70	76,5	2,5	428
Elektrolytlösung ²	<i>isoton</i>	0	140	108	5	302

¹ Elomel Semiton ® .²Elomel isoton ®, Angaben laut Hersteller, Feld-LG; Pediatrics. 2018 Nov 26. pii: e20183083. doi: 10.1542/peds.2018-3083.

Kohlenhydrat- bzw. Glukosezufuhr

	Akute Phase mg/kg/min (g/kg)	Stabile Phase mg/kg/min (g/kg)	Erholungsphase mg/kg/min (g/kg)
28d -10kg	2 - 4 (2.9 - 5.8)	4 - 6 (5.8 - 8.6)	6 - 10 (8.6 - 14)
11 - 30kg	1.5 - 2.5 (2.2 - 3.6)	2 - 4 (2.8 - 5.8)	3 - 6 (4.3 - 8.6)
31 - 45kg	1 - 1.5 (1.4 - 2.2)	1.5 - 3 (2.2 - 4.3)	3 - 4 (4.3 - 5.8)
> 45kg	0.5 - 1 (0.7 - 1.4)	1 - 2 (1.4 - 2.9)	2 - 3 (2.9 - 4.3)



- Bei wiederholten Blutzuckerwerten >180mg/dl mit Insulin-Dauerinfusion beginnen wenn Glukosereduktion nicht den gewünschten Effekt bringt
- Hyperglykämie (>145 mg/dl) ist mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität assoziiert
- Hypoglykämie (<45 mg/dl) ist ebenfalls zu vermeiden

Proteinzufuhr

	g/kg/d
Reifgeborenes	1.5 - 3
2 Monate bis 3 Jahre	1 - 2.5
3 - 18 Jahre	1 - 2



- In kritisch kranken Kindern (1 Monat- 18 Jahre) kann die parenterale Proteinzufuhr bis zu einer Woche pausiert werden- Mikronährstoffe müssen allerdings verabreicht werden
- Eine minimale Aminosäurezufuhr von 1g/kg/d ist nötig, um eine negative Eiweißbilanz zu vermeiden

Zusammensetzung i.v. Lipidemulsionen

	Sojaöl ¹ 1. Generation	Sojaöl/Olivenöl ² 2.Generation	Sojaöl/Olivenöl/ MCT-Öl/Fischöl ³ 3.Generation	Fischöl ⁴
Sojaöl %	100	20	30	0
Olivenöl %	0	80	25	0
MCT (Kokosnuss) %	0	0	30	0
Fischöl %	0	0	15	100
α-Tocopherol (mg/L)	21	32	164.5	230
Phytosterole (mg/L)	423.1	266.1	170.6	2.4

Cai-W et al; Nutrients. 2018 Jun 15;10(6). pii: E776. doi: 10.3390/nu10060776A

1) Intralipid® 2) ClinOleic® 3) Smoflipid® 4) Omegaven®

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren(wt%)

	Sojaöl ¹	Sojaöl/ Olivenöl ²	Sojaöl/Olivenöl/ MCT-Öl/Fischöl ³
LA Linolsäure = ω -6-FS	54.68	18.56	18.7
AA Arachidonsäure = ω -6-FS	0.18	0.16	0.5
ALA (LNA) α -Linolensäure = ω -3-FS	6.65	1.71	2.4
EPA Eicosapenteaensäure= ω -3-FS	-	-	2.4
DHA Docosahexaensäure = ω -3-FS	0.11	0.06	2.5

Cai-W et al; Nutrients. 2018 Jun 15;10(6). pii: E776. doi: 10.3390/nu10060776A

Angaben laut Fachinformationen

1) Intralipid® 2) ClinOleic® 3)Smoflipid



Fettzufuhr und Lipidemulsionen (1)

- Bei Reifgeborenen soll die maximale parenterale Fettzufuhr **4g/kg/d** nicht übersteigen
- Bei Kindern soll die maximal parenterale Fettzufuhr **3g/kg/d** nicht übersteigen
- Fettemulsionen sind Kalorienträger und gewährleisten die Zufuhr essentieller Fettsäuren
- Bei Säuglingen und Kindern ist eine Linolsäurezufuhr von 0,1g/kg/d empfohlen was mit allen zugelassenen Fettemulsionen erreicht werden kann
- Bei Säuglingen und Kindern sollen 20%ige Fettemulsionen verwendet werden



Fettzufuhr und Lipidemulsionen (2)

- 1.Wahl: Gemischte Lipidemulsionen mit oder ohne Fischöl
- Bei zyklischer Fettzufuhr soll die Fettemulsion gemeinsam mit den anderen Nährstoffen appliziert werden
- Lipidemulsionen nicht gemeinsam mit Heparin applizieren (Emulsion wird instabil- besonders wenn Kalzium dazukommt)
- Carnitinsupplementierung bei parenteraler Ernährung, die länger als 4 Wochen (20-30mg/kg/d) dauert



Fettzufuhr und Lipidemulsionen (3)

Monitoring:

Serum-Triglyzeride

- Säuglinge : Zielwert < 265 mg/dl
- Kinder: < 400mg/dl
- Blutabnahme zur Triglyzerid-Bestimmung unter laufender Infusion
- Bei unklarer Thrombozytopenie Serumtriglyzeride monitoren und eventuell Fettzufuhr reduzieren.
- Triglyzeride bei Sepsis engmaschig monitoren und eventuell Fettzufuhr reduzieren
- Bei IFALD (intestinal failure associated Liver disease) gemischte Lipidemulsionen verwenden (keine reines Sojaprodukt) und Reduktion der Fettzufuhr überlegen. Die Verwendung von purem Fischöl ist nicht empfohlen, kann aber bei progressiver IFALD als „rescue-therapy“ überlegt werden.

Elektrolytbedarf: Natrium, Kalium, Chlorid

	Natrium (mmol/kg)	Kalium (mmol/kg)	Chlorid (mmol/kg)
<1 Jahre	2 - 3	1 - 3	2 - 4
1 - 2 Jahre	1 - 3	1 - 3	2 - 4
3 - 5 Jahre	1 - 3	1 - 3	2 - 4
6 - 12 Jahre	1 - 3	1 - 3	2 - 4
13 - 18 Jahre	1 - 3	1 - 3	2 - 4

Definitionen Elektrolytstörungen (Serumwerte) :

Hyperkaliämie:	K > 6 mmol/L - häufig durch Nierenversagen bedingt K > 7 mmol/L - benötigt prompt Intervention
Hypokaliämie:	K < 3.5mmol/L
Hypernatriämie:	Na > 145mmol/L - langsame Reduktion von 10-15mmol/24h
Hyponatriämie:	Na < 135mmol/L
Schwere metabolische Azidose:	pH < 7.2, Basendefizit > 10mmol/L oder Bikarbonat < 12mmol/L

Elektrolytbedarf: Kalzium, Phosphor, Magnesium

	Kalzium (mmol/kg)	Phosphor (mmol/kg)	Magnesium (mmol/kg)
0 - 6 Monate	0.8 - 1.5	0.7 - 1.3	0.1 - 0.2
7 - 12 Monate	0.5	0.5	0.15
1 - 18 Jahre	0.25 - 0.4	0.2 - 0.7	0.1

- Kalzium, Phosphor und Magnesium sollen in parenteraler Ernährung enthalten sein um Knochenmineralisierung und Wachstum zu gewährleisten
- Es sollen organische Salze verwendet werden um das Ausfallen der Salze zu vermeiden

Monitoring:

- Serum-Kalzium, -Phosphor und -Magnesium
- Alkalische Phosphatase
- Bei längerer parenteraler Ernährung Vitamin D

Vitaminbedarf

	Bedarf Säuglinge bis 12 Monate /kg/d	Bedarf Kinder und Jugendliche /d
Vit. A/ μg	150 - 300	150
Vit D/IE	40 - 150	400 - 600
Vit. E/IE	2.8 - 3.5	11
Vit. K/ μg	10	200
Vit. C / mg	15 - 25	80
Vit. B ₁ / μg	350 - 500	1200
Vit. B ₂ / μg	150 - 200	1400
Nikotinamid/Niacin/ mg	4 - 6.8	17
Vit. B ₆ / μg	150 -200	1000
Panhotensäure/ mg	2.5	5
Biotin/ μg	5 - 8	20
Folsäure / μg	56	140
Vit. B ₁₂ / μg	0.3	1

Bronsky J, Clin Nutr. 2018 Jun 18. pii: S0261-5614(18)31170-1. doi: 10.1016/j.clnu.2018.06.951.

Maximaler Bedarf an Spurenelementen

Element	0 - 3 Monate /kg/d	3 - 12 Monate /kg/d	3 - 12 Monate /kg/d	1 - 18 Jahre
Zink/ μg	250	100	50	5 mg/d
Kupfer/ μg	20	20	20	0.5 mg/d
Selen/ μg	2 - 3	2 - 3	2 - 3	100 $\mu\text{g}/\text{d}$
Chrom/ μg	-	-	-	5 $\mu\text{g}/\text{d}$
Mangan/ μg	≤ 1	≤ 1	≤ 1	50 $\mu\text{g}/\text{d}$
Molybdän/ μg	0.25	0.25	0.25	5 $\mu\text{g}/\text{d}$
Iod/ μg	1	1	1	-
Eisen/ μg	50 - 100	50 - 100	50 - 100	5 mg/d

Vitamine und Spurenelemente (1)

- Vitamine sollen täglich und gemeinsam mit der Fettemulsion verabreicht werden
- Routinemäßige Bestimmungen von Serumvitaminen sind nicht empfohlen
- **EISEN:**
 - Patienten unter Langzeit- parenteraler Ernährung sollten parenterales Eisen erhalten und der Eisenstatus sollte überprüft werden (kein Produkt <2 Jahren zugelassen-Eisensucrose am Besten untersucht):
 - Dosierung: 50-100µg/kg/d bis 5mg/d
 - Monitoring:
 - ✓ Ferritin
 - ✓ Hämoglobin
 - Parenterales Eisen kann in der parenteralen Ernährungslösung verabreicht werden

Vitamine und Spurenelemente (2)

- Unter Langzeit parenteraler Ernährung sollten folgende Parameter überwacht werden:
 - Zinkstatus
 - Kupfer und Coeruloplasmin
 - Jod
 - Selen
 - Mangan
- Bei Cholestase Manganspiegel bestimmen und Zufuhr unterbrechen-
Verursacher der IFALD (intestinal failure associated Liver disease)

Venöse Zugänge (1)

- Parenterale Ernährung soll wenn möglich über „Peripheral Inserted Central Catheters“ (PICCs) und tunnelierte „zentralvenöse Katheter“ (ZVKs) verabreicht werden
- Bei Langzeit-parenteraler Ernährung und Heim-parenteraler Ernährung sind tunnelierte ZVKs empfohlen
- Am ZVK so wenige Ports wie möglich- ein Schenkel für parenterale Ernährung reservieren
- Blutabnahmen über ZVK sind möglich
- Sonographisch unterstützte Verlegung des zentralvenösen Zugangs anstreben
- Keine prophylaktische Antibiotikagabe
- Keine Antibiotikabeschichteten Katheter bei Langzeitparenteraler Ernährung
- Kein prophylaktisches Wechseln der Katheter

Venöse Zugänge (2)

- Katheterkonnektionsstellen sollten vor Benutzung mit 2% Chlorhexidine in 70% Isopropylalkohol desinfiziert werden
- Zur Abdeckung der Katheterinsertionsstelle sollen sterile Gazepflaster oder transparente semipermeable Polyurethanpflaster verwendet werden- Wechsel der Gazepflaster alle 2 Tage, Wechsel des transparenten Pflasters alle 7 Tage
- Heparin-Bypässe zum Offenhalten von Kathetern sind zwar effektiv aber aufgrund unklarer optimaler Dosierung dzt. nicht empfohlen
- Ethanol und Taurolidinelocks sind effektiv um Katheterinfektionen zu vermeiden
- rTPA (recombinant tissue plasminogen activator) oder Urokinase sinnvoll um verlegten Katheter zu öffnen

Standardisierte versus Individuell verschriebene parenterale Ernährungslösungen

- Standardlösungen passen für ca. 2/3 aller Patienten
- Modifikationen sollten möglich sein
- Verwendung von Standardlösungen führt zu einer Reduktion von Verschreibungsfehlern und Produktionsfehlern
- Verschreibung und Bestellung mittels Verschreibungssoftware/Computer

Daher:

- **Standardlösungen sollten generell bei den meisten pädiatrischen Patienten inkl. bei Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht <1500g verwendet werden**
- Individuelle Zubereitungen sollten dann verwendet werden wenn die Nährstoffzufuhr mit Standardlösungen nicht abgedeckt werden kann (z.B. sehr kranke instabile Patienten, Patienten mit Flüssigkeits- oder Elektrolytverlust, Patienten die Langzeitparenterale Ernährung benötigen wie z.B. Kurzdarmsyndrom)

Heimparenterale Ernährung (1)

Kinder die länger als 3 Monate parenterale Ernährung benötigen können unter folgenden Bedingungen nach Hause entlassen werden:

- Stabile Umgebung (z.B. Zugang zu sauberem Wasser..)
- Stabiles, praktikables Regime vorhanden
- Eltern werden geschult
- Eltern und Kind werden zu Hause betreut
- Eltern und Kind sind an ein Zentrum mit einem multidisziplinären Team angebunden
(min. 4 Kontakte/Jahr, 24h Erreichbarkeit)

Heimparenterale Ernährung (2)

Folgende Voraussetzungen minimieren Komplikationen:

- HPE (heimparenterale Ernährung) nach Evidenzbasierten Richtlinien rezeptieren
- Wenn möglich Reduktion der Tage/Woche an denen HPE verabreicht wird
- Wenn möglich Reduktion der Stunden /Tag an denen HPE verabreicht wird (10-12h)
- Ersatz von exzessivem Wasserverlust durch HPE wenn nötig
- Tragbare Pumpen verwenden
- Betreuung nahe des Wohnortes

Heimparenterale Ernährung (3)

- HPE soll 7-14 Tage stabil sein
- Zubereitung in einem einzigen Beutel
- Sollte individuell dem Makro- und Mikronährstoffbedarf des Patienten angepasst sein
- Monitoring jährlich:
 - Abdomenultraschall mit Fokus auf Leber
 - Knochendichte, Vitamin D Status, Bodycomposition
 - Lungenperfusionsscan um Mikroemboli zu detektieren
 - Thoraxröntgen zur Überprüfung der Katheterlage

Zusammenfassung

- Flüssigkeitsmanagement, Energie- und Nährstoffzufuhr sind altersadaptiert bzw. gewichtsabhängig
- Eine parenterale Ernährungslösung sollte immer aus Makro- und Mikronährstoffen bestehen
- Bei kritisch kranken Kindern kann parenterale Ernährung bis zu einer Woche pausiert werden- Mikronährstoffe müssen allerdings verabreicht werden
- Es ist empfohlen nur mehr gemischte Fettemulsionen zu verwenden
- Mangan ist einer der Hauptverursacher der IFALD (intestinal failure associated Liver disease)
- Wann immer möglich sollten standardisierte Ernährungslösungen verwendet werden

Danke!

