Katholisches Klinikum Bochum®
St. Josef-Hospital
St. Elisabeth-Hospital

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Parenterale Ernährung

Indikation, Durchführung und Qualitätssicherung

DGKJ-Ernährungskurs
24.02.2022 - Victor Bildheim

Themengebiete parenterale Ernährung

- Indikation
  - Neonatologie
  - Intensivstation
  - Langfristige parenterale Ernährung im häuslichen Umfeld
- Zusammensetzung
- Intravenöse Zugangswege
- Organisation
- Monitoring
- Weaning

Ziel dieses Vortrags

Katholisches Klinikum Bochum®
St. Josef-Hospital
St. Elisabeth-Hospital

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Einführung in die parenterale Langzeiternährung im häuslichen Umfeld (HPE)

Wo finde ich Informationen?

Clinical Nutrition 37 (2018) 2303–2305

ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Clinical Nutrition

journal homepage: http://www.elsevier.com/locate/clnu

ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition

ESPGHAN GUIDELINES

- Neuauflage der europäischen Leitlinie von 2005
- Aufgeteilt in 14 individuell veröffentlichte Artikel

► Deutschsprachige Zusammenfassung:

Monatsschrift Kinderheilkunde *Monatsschr Kinderheilkd* **168,** 634–643 (2020)

Wo finde ich Informationen?

Katholisches Klinikum Bochum®
St. Josef-Hospital
St. Elisabeth-Hospital

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Seit > 5 Jahren nicht aktualisiert, Leitlinie zur Zeit überarbeitet

Leitlinie e99

AWMF-Register-Nr. 073/023

DGEM

S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für klinische Ernährung der Schweiz (GESKES), der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für klinische Ernährung (AKE), die Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ) und die Gesellschaft für Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin (GNPI)

Parenterale Ernährung in der Kinder- und Jugendmedizin

S3-Guideline of the German Society for Nutritional Medicine (DGEM) in Cooperation with the GESKES, the AKE, the DGKJ and the GNPI

Parenterale Nutrition in Paediatrics

Autoren F. Jochum[1], K. Krohn[2], M. Kohl[3], A. Loui[4], A. Nomayo[1], B. Koletzko[5] und das DGEM Steering Committee*

Institute
[1] Evangelisches Waldkrankenhaus Spandau, Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, Berlin, Deutschland
[2] iSPZ im Dr. von Haunerschen Kinderspital der LMU München – Kindergastroenterologie
[3] Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Klinik für Allgemeine Pädiatrie, Kiel/Lübeck, Deutschland
[4] Charité, Campus Virchow Klinikum, Klinik für Neonatologie, Berlin, Deutschland
[5] Dr. von Haunersches Kinderspital Kinderklinik und Kinderpoliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, Abteilung für Stoffwechsel und Ernährung, München, Deutschland

errechtlich geschützt.

- AWMF-Leitlinie zur Zeit in Überarbeitung

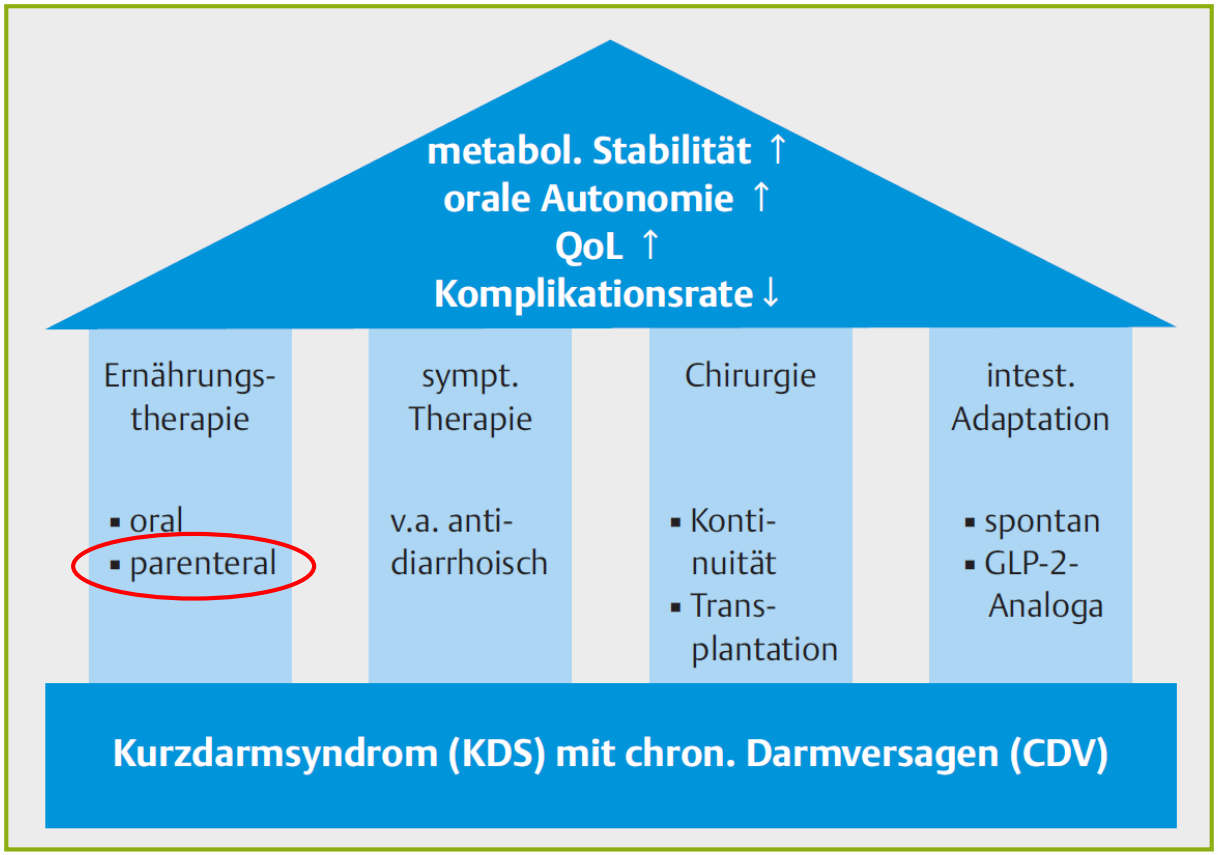
Indikation zur parenteralen Ernährung

- Wenn durch eine enterale Verabreichung die nutritiven Bedürfnisse eines Patienten nicht gedeckt werden können

  → Flüssigkeitshaushalt
  → Mikro/Makronährstoffversorgung

- Beginn spätestens nach 7 Tagen unzureichender Nährstoffzufuhr

Parenterale Ernährung im Rahmen der intestinalen Rehabilitation



PE immer in Kombination mit enteraler Ernährung!

Pape UF, Maasberg; Dtsch Med Wochenschr. 2019;144(15):1061-1066.

Indikation zur parenteralen Ernährung

Katholisches Klinikum Bochum®
St. Josef-Hospital
St. Elisabeth-Hospital

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

TABELLE 1

Häufigste Ursachen für ein Darmversagen in der Pädiatrie*[1]

Erkrankung	ITR-Daten	Deutsches Register
Gastroschisis	21 %	47 %
Volvulus	18 %	
nekrotisierende Enterocolitis (NEC)	12 %	
intestinale Atresien	7 %	
chronisch intestinale Pseudoobstruktion (CIPO)	9 %	23 %
Morbus Hirschsprung und Aganglionose	7 %	
Microvillus inclusion disease (MVID)	6 %	6 %
andere Malabsorption, z. B. tufting enteropathy	4 %	24 %
andere Ursache für Kurzdarm	4 %	
andere Motilitätsstörung	2 %	
andere Ursachen, z. B. intestinale Infarzierung/ Thrombosen	2 %	
Tumoren	1 %	
Retransplantation	7 %	

*[1] (ITR: Intestinal Transplant Registry; Deutsches Register: Datenbank Univ. Gießen)

Krawinkel MB et al; Dtsch Arztebl Int. 2012;109(22-23):409-415.

Zusammensetzung der Ernährungslösung

Katholisches Klinikum Bochum®
St. Josef-Hospital
St. Elisabeth-Hospital

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

- Wasser (Volumen)

- Glukose
- Aminosäuren
- Lipide

- Elektrolyte

- Vitamine / Spurenelemente

Volumen

Flüssigkeitsbedarf entspricht dem Ausgleich der ständigen Verluste

- Urin, Stuhlgang, Perspiratio insensibilis

Tab. 8 Flüssigkeitsbedarf nach Holliday und Segar [12, 13]

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

Tab. 9 Alternative Schätzung des Flüssigkeitsbedarfs, differenziert nach dem Patientenalter

	<1 Jahr	1–2 Jahre	3–5 Jahre	6–12 Jahre	13–18 Jahre
Flüssigkeit (ml/kgKG und Tag)	120–150	80–120	80–100	60–80	50–70

Volumen

- Gesteigerter Flüssigkeitsbedarf
  - Fieber, Hyperventilation, gesteigertem Energieumsatz, gastrointestinalen Verlusten (Stoma!)
- Reduzierter Flüssigkeitsbedarf
  - Nierenversagen, kongestive Herzinsuffizienz
  - Mechanische Ventilation, in temperaturkontrollierter Umgebung

Energiebedarf

- Summe aus
  - Grundumsatz
  - postprandiale Thermogenese
  - körperliche Aktivität
  - Wachstum

Tab. 10 Empfohlene mittlere Energiezufuhr in Abhängigkeit vom Lebensalter

Lebensalter (Jahre)	Mittlere Energiezufuhr (kcal/kgKG und Tag)		
	Akute Phase	Stabile Phase	Erholungsphase
0–1	45–50	60–65	75–85
1–7	40–45	55–60	65–75
7–12	30–40	40–55	55–65
12–18	20–30	25–40	30–55

Bedeutung der Phasen: Akute und stabile Phase betreffen Patienten in einem intensivmedizinischen Setting (z. B. Beatmung); die Erholungsphase bezieht sich auf alle anderen Patienten

Glukose

Tab. 11 Empfohlene mittlere Glucosezufuhr in Abhängigkeit vom Körpergewicht

	Zufuhr (mg/kgKG und min [g/kgKG und Tag])		
	Akute Phase	**Stabile Phase**	**Erholungsphase**
28 Tage bis 10 kgKG	2–4 (2,9–5,8)	4–6 (5,8–8,6)	6–10 (8,6–14)
11–30 kgKG	1,5–2,5 (2,2–3,6)	2–4 (2,8–5,8)	3–6 (4,3–8,6)
31–45 kgKG	1–1,5 (1,4–2,2)	1,5–3 (2,2–4,3)	3–4 (4,3–5,8)
>45 kgKG	0,5–1 (0,7–1,4)	1–2 (1,4–2,9)	2–3 (2,9–4,3)

Exzessive Glukosezufuhr

- Glukoneogenese unterdrückt, fördert Lipogenese wenn endogene Glukoseoxidation überschritten ist → Steatosis hepatis

Aminosäure

Tab. 12 Empfohlene mittlere Aminosäurezufuhr in Abhängigkeit vom Lebensalter

	Empfohlene Zufuhr (g/kgKG und Tag)
Reifgeborenes	1,5–3
2 Monate bis 3 Jahre	1–2,5
3–18 Jahre	1–2

Essential, non-essential and conditionally essential amino acids.

Essential	Non-essential	Semi-essential
Histidine	Alanine	Arginine
Isoleucine	Aspartic Acid	Glycine
Leucine	Asparagine	Proline
Lysine	Glutamic Acid	Tyrosine
Methionine	Serine	Cysteine
Phenylalanine		Glutamine
Threonine		
Tryptophan		
Valine		

Erhöhter Bedarf (semi-) essentieller Aminosäuren

→ Pädiatrische Aminosäure-mischungen mindestens bis zum Schulalter

Lipide

- Empfohlene Zufuhr bei Säuglingen und Kinder - **bis 3g/kg/d**
- Der Mindestbedarf an essentiellen Fettsäuren (0.1g/kg/d Linolsäure) wird mit allen verfügbaren Präparaten gedeckt
- 20% Mehrkomponentenlipidemulsion mit Fischölanteil bei langfristiger Anwendung empfohlen (v.a. bei IFALD)

- Monitoring: Triglyzeridbestimmung bei laufender Infusion
  Reduktion bei >265mg/dl bei SGL und
  >400mg/dl bei älteren Kindern
  (cave Fat overload syndrome)

Verfügbare Lipidlösungen

Katholisches Klinikum Bochum®
St. Josef-Hospital
St. Elisabeth-Hospital

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Oil Source	100% Soybean	80% Olive 20% Soybean	50% MCT 50% Soybean	36% MCT 64% Soybean	100% Fish	50% MCT 40% Soybean 10% Fish	30% MCT 30% Soybean 25% Olive 15% Fish
	Intralipid 20%	Clinoleic 20%			Omegaven 10%		SMOF 20%
Fatty acid composition, % of total							
Medium-chain FA							
Caprylic	ND	ND	27.0	14.47	ND	24.18–30.1	16.0–20.5
Capric	ND	ND	17.95	9.34	ND	16.13–19.4	9.85–13.0
Long-chain FA							
Oleic acid	20.92	59.69	11.68	16.55	10.15	7.9–13.44	25.2–30.77
α-linolenic	6.65	1.71	ND	5.72	1.23	2.42–3.41	2.0–2.75
Eicosapentaenoic	ND	ND	ND	NA	19.34	2.75–3.69	2.35–3.03
Docosahexaenoic	0.11	0.06	0.06	0.19	17.67	2.3–2.53	1.73–2.75
Arachidonic	0.18	0.16	0.19	0.24	1.47	0.52–0.66	0.27–0.5
Linoleic	54.68	18.56	28.89	39.18	2.98	20.88–25.72	17.8–21.42
Phytosterols, mg/L							
β-sitosterol	302.6	240.6	191.6	240.0	ND	NA	131.6
Campesterol	55.4	13.3	30.9	44.0	1.0	NA	20.5
Stigmasterol	65.1	12.2	46.0	48.8	1.4	NA	18.5
Tocopherols, μg/mL ± SD							
α-tocopherol	21.0 ± 0.2	32.0 ± 0.7	132.0 ± 5.6	28.4 ± 1.0	230.0 ± 0.8	177.0 ± 0.7	164.5 ± 2.7
β-tocopherol	3.8 ± 0.7	0.6 ± 0.1	2.1 ± 0.1	1.9 ± 0.0	ND	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.1
γ-tocopherol	108.0 ± 0.9	14.0 ± 0.0	68.0 ± 1.0	68.6 ± 0.7	0.2 ± 0.0	57.0 ± 0.3	29.2 ± 0.6
δ-tocopherol	33.0 ± 0.2	11.0 ± 0.0	21.0 ± 0.2	27.7 ± 0.1	0.0 ± 0.0	69.0 ± 0.3	10.7 ± 0.1

Information taken from [5,11–19]. FA—fatty acids; MCT—medium-chain triglycerides; MUFA—monounsaturated FA; NA—not available, ND—not detected; PUFA—polyunsaturated FA; SD—standard deviation; SFA—short-chain FA.

Cai W et al; Nutrients. 2018 Jun 15;10(6):776.

Elektrolyte

Tab. 13 Empfohlene mittlere Zufuhr von Natrium, Kalium und Chlorid in Abhängigkeit vom Lebensalter

Lebensalter (Jahre)	Zufuhr (mmol/kgKG und Tag)		
	Natrium	Kalium	Chlorid
<1	2–3	1–3	2–4
1–2	1–3	1–3	2–4
3–5	1–3	1–3	2–4
6–12	1–3	1–3	2–4
13–18	1–3	1–3	2–4

Tab. 14 Empfohlene mittlere Zufuhr von Kalzium, Phosphat und Magnesium in Abhängigkeit vom Lebensalter

Lebensalter	Zufuhr (mmol/kgKG und Tag)		
	Kalzium	Phosphat	Magnesium
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

Elektrolyte - Besonderheiten

- Der Natriumbedarf kann durch hohe Verluste (Stoma-Output) deutlich erhöht sein
  - Natriumausscheidung im Urin messen – Ziel: >20mmol/l

- „Metabolic bone disease“
  - A.e. multifaktorielle Genese, aber das Monitoring ist wichtig
    - Calcium, Phosphat, PTH, 25-OH Vitamin D, AP
    - Calcium, Phosphat und Krea im Urin

Vitamine und Spurenelemente

- Wasser- und fettlösliche Vitamine sollten täglich zusammen mit der Fettemulsion verabreicht werden (Lichtschutz)

- Vitamine ab dem ersten Tag hinzugeben
- Spurenelemente bei längerer PE hinzugeben
- Eisen muss zusätzlich verabreicht werden, falls p.o. nicht möglich (50-100 µg/kg/d, max. 5mg/d)

- Keine guten Daten zur Dosierung, üblicherweise 1ml/kg der verfügbaren Präparate, maximal 10ml/d

Vitamine

Tab. 15 Empfohlene mittlere Tageszufuhr von Vitaminen in Abhängigkeit vom Lebensalter

Vitamin	Säuglinge bis 12 Monate (pro kgKG und Tag)	Kinder und Jugendliche (pro Tag)
Vitamin A (I.E.)	150–300	150
Vitamin D (I.E.)	40–150	400–600
Vitamin E (I.E.)	2,8–3,5	11
Vitamin K (I.E.)	10	200
Vitamin C (mg)	15–25	80
Vitamin B_1 (mg)	350–500	1200
Vitamin B_2 (µg)	150–200	1400
Nikotinamid/Niacin (mg)	4–6,8	17
Vitamin B_6 (µg)	150–200	1000
Pantothensäure (mg)	2,5	5
Biotin (µg)	5–8	20
Folsäure (µg)	56	140
Vitamin B_{12} (µg)	0,3	1

Spurenelemente

Tab. 16 Empfohlene mittlere Zufuhr von Spurenelementen

Spuren-element	Empfohlene Zufuhr pro kgKG und Tag			Empfohlene Zufuhr pro Tag
	0–3 Monate	3–12 Monate	3–12 Monate	1–18 Jahre
Zink	250 µg	100 µg	50 µg	5 mg
Kupfer	20 µg	20 µg	20 µg	0,5 mg
Selen	2–3 µg	2–3 µg	2–3 µg	100 µg
Chrom	–	–	–	5 µg
Mangan	≤1 µg	≤1 µg	≤1 µg	50 µg
Molybdän	0,25 µg	0,25 µg	0,25 µg	5 µg
Jod	1 µg	1 µg	1 µg	–
Eisen	50–100 µg	50–100 µg	50–100 µg	5 mg

Eine zusätzliche Supplementation mit Chrom ist nicht empfohlen, da parenterale Ernährungslösungen eine gewisse Kontamination mit Chrom aufweisen

Standardisierte oder individuelle Infusionslösungen?

- Standardlösungen (Mehrkammerbeutel)
  - Geringeres Fehlerrisiko (Berechnung, Herstellung, Kontamination), Lagerung möglich, kosten- & zeiteffektiv
  - Mikronährstoffe müssen zugefügt werden

  → v.a. auf Neonatologie/Intensivstation

- Individuelle Infusionslösung
  - Um langfristige individuelle nutritive Bedürfnisse zu decken (Flexibilität)
  - Berechnung ist zeitaufwändig und fehleranfällig, eine softwaregestützte Verordnung kann dies verbessern

  → bei HPE meistens notwendig

ESPGHAN Paediatric Parenteral Nutrition Tool

Katholisches Klinikum Bochum®
St. Josef-Hospital
St. Elisabeth-Hospital

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

ESPGHAN GUIDELINES

Guideline Tools · Advice Guides and Videos · Published Guidelines · Contact

Paediatric Parenteral Nutrition Tool

Date of birth (MM/dd/yyyy): 07/15/2020

Weight: 15 kg

Calculate

☐ Premature

Click ℹ icon for more information about a particular item in the table!

Element	Value
Fluid ml/kg /day	80-120
Glucose mg/kg /min (g/kg /day)	acute phase: 1.5-2.5 (2.2-3.6) stable phase: 2-4 (2.8-5.8) recovery phase: 3-6 (4.3-8.6) ℹ
Amino acids g/kg /day	1.5-2.5
Lipids g/kg /day	Up to 3 ℹ
Sodium (Na) mmol/kg /day	1-3
Potasium (K) mmol/kg /day	1-3
Chlorine (Cl) mmol/kg /day	2-4

Start

https://espghan.info/paediatric-parenteral-nutrition-tool/

Zyklische parenterale Ernährung

Katholisches Klinikum Bochum®
St. Josef-Hospital
St. Elisabeth-Hospital

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

- Infusionsfreie Intervalle geben Möglichkeiten am Alltagsleben teilzunehmen
- Wirkt protektiv gegen IFALD

- Initial immer PE über 24h/d
- Schrittweise pausieren der PE um Stunden
  - Cave: Hypoglykämien, metabolische Azidose, Dehydratation
- Tapering der Laufrate zu Beginn/Ende der Infusion
- Fettfreie Tage möglich?

Venöse Zugangswege

- Für HPE: einlumiger getunnelter zentraler Venenkathete, implantiert in Vena subclavia

- Der Katheter sichert das Überleben!
  - streng steriler Umgang
  - Konnektionen nach Möglichkeit minimieren
  - Keine Routineblutentnahmen über den Katheter
  - Taurolidin zur CLABSI-Prophylaxe
  - Gazepflaster alle 2 Tage wechseln, transparente semipermeable Polyurethanpflaster alle 7 Tage wechseln

Hickman-/Broviac-Katheter

Organisation heimparenterale Ernährung

- Voraussetzungen
  - stabiles Krankheitsbild
  - Etabliertes Infusionsregime mit angemessener Praktikabilität
  - Die Eltern haben die Bereitschaft, die Versorgung zuhause zu übernehmen und sind entsprechend geschult
  - Begleitung durch Homecare-Unternehmen und ggf. Pflegedienst

- Langfristige Komplikationen
  - Infektionen, IFALD, Gedeihstörung, Störung des Knochenstoffwechsels

Monitoring heimparenterale Ernährung

Weitere Betreuung des Patienten in einem spezialisiertem Zentrum mit regelmäßigen Ambulanzkontakten

Table 1
Clinical and biologic monitoring in children on PN at home.

Intervals	Clinical assessment	Other investigations
1–3 months	• Weight, height • Clinical examination • Dietetic assessment	• Blood count, coagulation • ALT, AST, bilirubin, GGT, alkaline phosphatase, Na, K, Ca, PO_4, Mg, glucose, urea, creatinine • Urinary electrolytes (Na, K, osmol)
6–12 months		• Plasma vitamins A, D, E, B12 • Ferritin, iron, zinc, copper, selenium, manganese • When indicated: - anti X-a level (in case of low-molecular-weight heparin use), - blood gas analysis, albumin, PTH, thyroid function - duplex ultrasonography (if using an arteriovenous fistula) • Bone densitometry • Body composition (if available) • Liver and biliary tract ultrasonography • Renal ultrasound • Radionuclear lung perfusion scan (when indicated)
12 months		• Chest X-ray to assess appropriate position of central line

Weaning

- Weaning von der PE ist bei Adaption des Restdarmes im Rahmen der „intestinalen Rehabilitation“ möglich

- Minimal enteral feeding von Beginn an
  → Mukosaintegrität, Adaption, protektiv gegen IFALD
- Hohe Rate an Essstörungen, daher orale Gaben möglichst früh beginnen
- Eine zusätzliche Sondenernährung ist integraler Bestandteil
- Schrittweises Anheben der enteralen Nahrungsgabe, im Verlauf Reduktion der parenteralen Infusionsmenge
- Später Infusionsfreie Tage einführen

ENDE

(geschafft!)

Victor.bildheim@klinikum-bochum.de