

Zertifikatskurs PTA im Krankenhaus (ADKA)

Parenterale Ernährung

Hoa Thanh Dao & Dr. Maximilian Schmidt; 4. März 2024



Deutscher
Apotheker Verlag

Vortragsgestaltung

- Fragen stellen erwünscht!



- Mitarbeiten



- Austausch!



„Die parenterale Ernährung ist eine lebenswichtige Methode zur Zufuhr von Nährstoffen, wenn die normale Verdauung nicht möglich ist.“

Folge von Mangelernährung

- Wundheilungsstörungen
- Gerinnungsstörungen
- Beeinträchtigung Stoffwechsel
- Störung Organaktivität
- Verschlechterte Immunabwehr
- Infektion bis Sepsis
- Längere KH-Verweildauer
- Erhöhte Mortalität

Parenterale Ernährung

Teil 1: Grundlagen und Überblick

- Indikation, Komponenten, Applikation, Komplikationen, Monitoring

Teil 2: Herstellung

- Patientenindividuelle Zubereitungen, Standarddefektoren, Gerätschaften, Stabilität, Mikrobiologie

Indikation

- **Unzureichende Nährstoffaufnahme**
 - Frühgeborene <1.500 g, kranke Neugeborene
- **Transport- und Absorptionsstörung des Darmes**
 - Darmverschluss
 - Kurzdarmsyndrom
 - Diarrhö, anhaltendes Erbrechen
- **Erkrankungen und therapiebedingte Schädigung**
 - Schleimhautschädigungen, Verbrennungen
 - Strahlenenteritis

Besonderheiten Frühgeborene

- Geringe Kohlenhydratspeicher (4-6h) und Fettreserven
- Hohe Stoffwechselrate
- Wachstumsphase: hoher Bedarf an Glucose, AS und Lipiden
- Partiiell unreifes Organ-und Enzymsystem, v.a. Magendarmtrakt
- Hoher Wasserverlust (dünne Haut, unreife Nieren, hoher Energieumsatz)

- Limitierte Anzahl der Katheter (meist einlumig)
- Geringes Infusionsvolumen, hohe Osmolarität
- ZIEL: Adäquate Zufuhr von Nährstoffen mit Beginn des ersten Lebenstages

So kurz wie möglich, so lange wie nötig!

Komponenten einer Ernährungslösung

- **Makronährstoffe:**
 - Kohlenhydrate
 - _____
 - Lipide
- **Mikronährstoffe**
 - Elektrolyte
 - Spurenelemente
 - Vitamine



Makronährstoffe

Glucose: Kohlenhydrate als Hauptenergielieferant

- Cave: schwere metabolische Komplikationen
- Hyperglykämie
- Lipogenese
- Steatose
- Leberfunktionsstörungen
- Schwächung Immunabwehr

Makronährstoffe

Aminosäuren

- Bildung von _____ und Stoffwechselprodukte
- Neonaten: Erhöhter Bedarf an essent. AS und semiessent. AS (Cystein, Tyrosin, Histidin, Arginin, Taurin)
- bei schwerer Leberinsuffizienz Anpassung der AS möglich
- Imbalanzen können zu toxischen Organschäden führen → Cholestase



Makronährstoffe

Fette: Energielieferant mit großer Energiedichte, Strukturkomponente v.a. im ZNS und Zellmembran

- Isolierschicht unter Haut → Wärmeschutzfunktion
- Mangel kann zu Fehlentwicklungen führen
- SMOF lipid: erhöht Docosahexaensäure; Verfügbarkeit für Gehirn & Retina, Verhinderung hep. Cholestase

Mikronährstoffe: Elektrolyte

Natrium:

- bindet H₂O, reguliert Säure-Base-Haushalt und Blutdruck (95% Ausscheidung über Urin, viele FAM enthalten Na)
- Mangel: Hypotonie

Kalium:

- Einfluss auf osm. Druck, reguliert Säure-Base-Haushalt, wichtig für Weiterleitung von Nervenimpulsen, Muskelkontraktion
- Mangel: Herzrhythmusstörungen
- Hyperkaliämie: Herzstillstand

Mikronährstoffe: Elektrolyte

Calcium/Phosphat:

- Aufbau der Knochen und Zähne,
- CAVE: Calciumphosphat schwer löslich!
- Calciummangel: Herzrhythmusstörungen, Herzinsuffizienz
- Phosphatmangel: Atemprobleme, Herzschwäche, Tod

Magnesium:

- entspannt Muskeln, reguliert Blutdruck, beugt Herzrhythmusstörungen vor
- Mangel: Krämpfe, Tachykardie

Mikronährstoffe

Spurenelemente:

- Zink (Blutverlust, Schweiß, Wundsekret, GI-Entzündung)
- Eisen, Kupfer, Selen, Chrom, Mangan, Molybdän, Fluor, Iod, Selen
- katalysierend → Abbau Fett, AS, Vitamine! CAVE: Herstellung
- Mangel: Wachstum & Leistung vermindert

Vitamine:

- löslich: B1, B2, B3, B5, B6, B7, B11, B12, C (Soluvit®)
- löslich: E, D, K, A (Vitalipid infant® bis 11 Jahre/ Vitalipid adult® ab 11 J.)



Mikronährstoffe

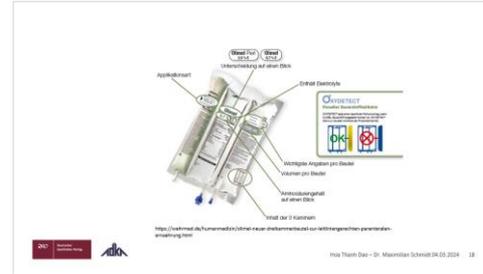


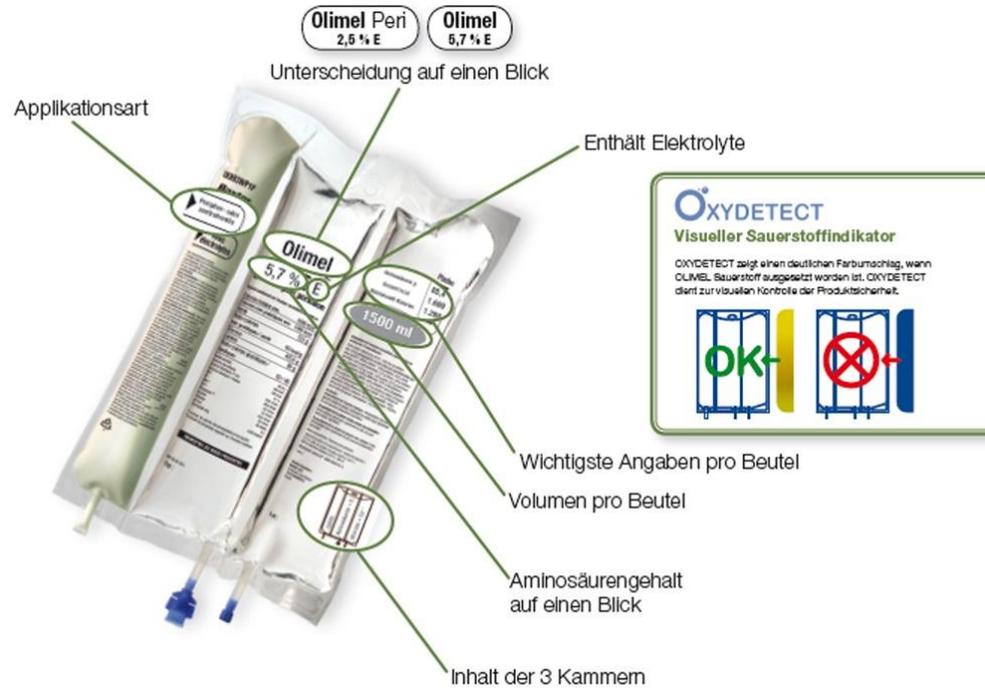
Hypovitaminose

- **Vitamin __**: trockene Haut & Augen, Sehstörungen
- B-Vitamine: Müdigkeit, Hautprobleme, Kreislaufstörung, Blutarmut
- Vitamin C: _____ (Zahnprobleme, Gelenkschmerzen)
- **Vitamin __**: Osteomalzie (Knochenerweichung), _____ (Verformung der Knochen)
- **Vitamin __**: Konzentrationsstörungen, Müdigkeit
- Folsäure: Spina bifida aperta (unvollständige Schließung der Wirbelsäule)
- **Vitamin __**: Hämatome

Applikationsformen

- Einzelkomponenten: simultane oder sequentielle Verabreichung direkt am Patientenbett
- Zwei- oder Dreikammerbeutel
- Compounding: Patientenindividuelle Mischung der Nährstoffe unter aseptischen Bedingungen (Individual- vs. Standardbeutel)





<https://wehrmed.de/humanmedizin/olimel-neuer-dreikammerbeutel-zur-leitliniengerechten-parenteralen-ernaehrung.html>

Applikationsform

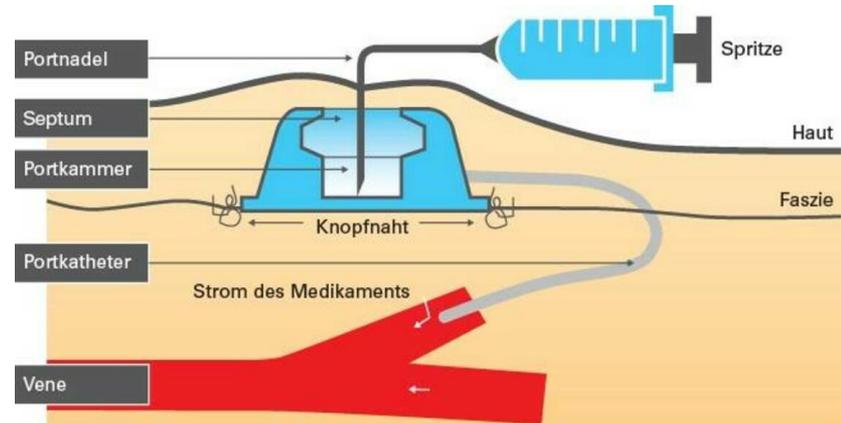
- **Periphervenös:**
 - Kurzfristig
 - Osmolarität unter 800 mosmol/l → CAVE: Venenreizung
 - Niedrige Komplikationsrate
- **venös:**
 - Längerfristig
 - Osmolarität über 800 mosm/l
 - höhere Sepsisrate



Applikationsform

- **Portsystem**

- Dauerkatheter aus Silikon oder Polyurethan
- Reservoirkammer aus Titan oder Keramik auf Brustkorb
- Silikonmembran
- Port- oder Grippernadel



<https://www.bibliomed-pflege.de/sp/artikel/30368-hilfreiches-system-mit-risiken>

Komplikationen

- **Metabolische Komplikationen**
 - Hyperglykämie
 - Hypophosphatämie
 - Elektrolytverschiebungen
- **Mechanische Komplikationen**
 - Okklusion des Katheters (Blutgerinnsel, Ausfällungen, Rückstände)
 - Paravasat
 - Perforation des Katheters

Komplikationen

- **Mikrobielle Besiedlung**
 - Lokalinfektionen an der Kathetereintrittsstelle, eitrige Infektionen des Kathetertunnels und Katheter-assoziierte Sepsis
 - Mortalität bei Sepsis 3-25%
- Sonstiges
 - Thrombose
 - Lokalhämatome bei Fehlpunktion
 - Pneumothorax

Monitoring



- Kontinuierliche Überwachung der Neugeborenen
- Blutwertkontrolle: _____, Elektrolyte, Triglyzeride, Flüssigkeit
- Infektionsprophylaxe: Kontrolle der Zugänge
- Kontrolle der Infusionspumpen, Ernährungspläne durch Arzt, Apotheke und Pflegepersonal
- Bedarfsermittlung an Flüssigkeit, Makro- und Mikronährstoffen
 - Arbeiten nach Leitfaden S3-Leitlinie DGEM



Abb. 1 Beispiel eines Verordnungsbogens für Früh- und kranke Reifgeborene*.

Kurzanleitung zur Berechnung von (teil-)parenteraler Ernährung/Nutzung des Verordnungsbogens:

1. Flüssigkeitsbedarf festlegen (inkl. Zu- oder Abschläge)
2. Energiebedarf abschätzen (vgl. hierzu auch **Tab. 1**)
3. Enteralen Nahrungsanteil festlegen/Hauptnahrungsbestandteile ermitteln (vgl. „Angaben zur Berechnung der enteralen Nahrungsbestandteile“ unten). Die Differenz zum errechneten Bedarf der Hauptnahrungssubstrate als parenterale Zufuhr berechnen.
4. Verbleibende Elektrolyt-, Vitamin-, und Spurenelementzusätze festlegen (Vorgehen: errechneter Bedarf, abzüglich dem in der enteralen Nahrung enthaltenem Anteil. Für das praktische Vorgehen wird z. B. bei einem enteralen Nahrungsanteil von 50 % – bezogen auf die Energiezufuhr – lediglich der halbe errechnete Elektrolytbedarf zugesetzt. Bei Vitaminen und Spurenelementen ist ab einem enteralen Nahrungsanteil von 50 % ein Zusatz oft entbehrlich). Vgl. hierzu auch

Tab. 3.

Erstellung eines Ernährungsplans

5. Flüssigkeitsvolumen für die bisher festgelegten Nahrungssubstrate addieren und Differenz zum errechneten Flüssigkeitsbedarf berechnen.
6. Differenzvolumen aus „5.“ als Glukoselösung zuführen. Die Glukosekonzentration (oft 10 oder 12,5%) nach dem errechneten Energiebedarf/Wachstumsverlauf und unter Einbeziehung der klinischen Situation festlegen.
7. Flussgeschwindigkeit für z. B. eine Infusionsdauer von 24 h festlegen.
8. Plausibilitätsprüfung (z. B. vergleich mit der Verordnung vom Vortag/Mengen in Bezug auf das Körpergewicht grob überschlagen usw.).

Abkürzungen: IV: Intravenös; n: Anzahl;
MM: Muttermilch

https://register.awmf.org/assets/guidelines/073-0231_S3_Parenterale_Ernahrung_Pädiatrie_Kinder_Jugendmedizin_2014-08-abgelaufen.pdf

Tab. 3 Beispiel für den (teil-)parenteralen Nahrungsaufbau bei Früh- und kranken Reifgeborenen [299].

		Bedarf		Infusionsbedarf bei vollparenteraler Ernährung										Enterale Ernährung					
		Flüss. ^a	Energie	Glu ^b	AS	Lipid	NaCl	KCl ^c	Mg	Na-Glycero-P	Ca ^d	Soluvit	Vita-lipid	SE	Nahrung	Vit ^e	Fe ^o	Ca/P ⁺	Sonstig
		Geburtsge- wicht	[ml/kg KG und Tag]	[kcal/kg KG und Tag]	[g/kg KG und Tag]	[mmol/kg KG und Tag]				[1 ml/kg KG und Tag]			[ml/Tag]						
Tag 1	FG < 1000 g KG	90		4–8	2,0	1,5	0	0							6–12 × 0,5 MM/FGM				Vit K
	FG1–1,5 kg KG	80		4–8	2,0	1,5	0	0							6–12 × 1,0 MM/FGM				Vit K
	NG > 1,5 kg KG	60		4–10	0	0	2–5	1–3							8/6 × 5–10 MM/Pre				Vit K
Tag 2	FG < 1000 g KG	110		4–8	2,5	2,0	0	0							12 × 1,0 MM/FGM				
	FG1–1,5 kg KG	100		4–8	2,5	2,0	0	0							12 × 1,5 MM/FGM				
	NG ≥ 1,5 kg KG	80		4–10	0	0	2–5	1–3							8/6 × 10–20 MM/Pre				
Tag 3	FG < 1000 g KG	130		5–9	3,0	2,5	0	0							12 × 2,0 MM/FGM				
	FG1–1,5 kg KG	120		5–9	3,0	2,5	[2–5]	[1–3]							12 × 3,0 MM/FGM				
	NG ≥ 1,5 kg KG	100		5–10	1,5	1,5	2–5	1–3							8/6 × 15–30 MM/Pre				
Tag 4	FG < 1000 g KG	150		5–10	3,5	3,0	[2–5]	[1–3]							12 × 3,0 MM/FGM				
	FG1–1,5 kg KG	140		5–10	3,5	3,0	2–5	1–3							12 × 4,5 MM/FGM				
	NG ≥ 1,5 kg KG	120		6–12	2,0	2,0	2–5	1–3							8/6 × 20–40 MM/Pre				
Tag 5	FG < 1000 g KG	160		6–12	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12 × 4 MM/FGM				
	FG1–1,5 kg KG	160		6–12	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12 × 6,0 MM/FGM				
	NG ≥ 1,5 kg KG	140		7–15	2,5	2,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	8/6 × 25–50 mm/FGM				
Tag 6	FG < 1000 g KG	160	110–150	7–14	4,0	4,0	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12 × 5,0 MM/FGM				
	FG1–1,5 kg KG	160	110–150	7–14	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12 × 7,5 MM/FGM				
	NG ≥ 1,5 kg KG	160	60–140	7–16	3,0	3,0	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	8/6 × 30–60 MM/Pre				
Tag 7	FG < 1000 g KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12 × 6,0 MM/FGM				[F] Vit K
	FG1–1,5 kg KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12 × 9,0 MM/Pre				[F] Vit K
	NG > 1,5 kg KG	160	60–140	7–16	3,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	8/6 × 35–30 MM/Pre				Vit K
Tag 14	FG < 1000 g KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	Ziel: Fett 160 ml/kg KG Tag	x		x	[F]
	FG1–1,5 kg KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	verteilt auf	x		x	[F]
	NG > 1,5 kg KG	160	60–140	7–16	3,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	n Mahlzeiten:				
Tag 28	FG < 1000 g KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	< 1500 g 12 MZ	x	x	x	[F] Vit K
	FG1–1,5 kg KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	≥ 1500 g 8 MZ	x	x	x	[F] Vit K
	NG > 1,5 kg KG	160	60–140	7–16	3,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	≥ 2000 g 6 MZ				Vit K

Standard vs. Patientenindividuell

- **Standardmischbeutel:**
 - Jede Klinik mehrere erarbeitete Regime
 - Passende Ernährung ausgewählt und über Laufrate angepasst
 - Monitoring für Patient bleibt vorhanden
- **Patientenindividuell:**
 - Für jeden einzelnen Patienten täglich Bedarf an Nährstoffen errechnet
 - Spezielle Fertigung eines individuellen Beutels inkl. Nachberechnung und Prüfung der Parameter

Standard vs. Patientenindividuell

GRUPPENARBEIT!

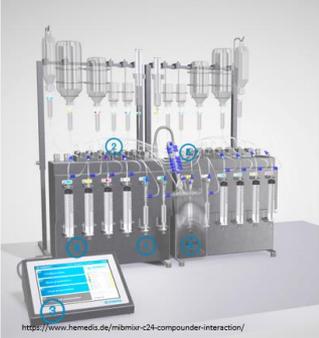
DISKUTIERT 5 MIN. MIT EUREN SITZNACHBARN DIE VOR-
UND NACHTEILE VON STANDARDLÖSUNGEN UND
PATIENTENINDIVIDUELLEN ERNÄHRUNG.





Herstellung

- Verschiedene Compoundersysteme auf dem Markt
 - IMF – Medimix
 - ICU-Medical – medOC
 - Baxter – ExactaMix
 - **Hemedis – Mibmix**



The image shows the Mibmix C24 – 12 Kanalcompounder, a pharmaceutical compounding machine. It features a central control panel with a tablet displaying a software interface. The machine has 12 channels, each with a reservoir and a dispensing mechanism. A list of features is provided to the right of the image.

**Mibmix C24 – 12
Kanalcompounder**

1. 10 ml oder 50 ml Spritzen mit 1,X ml Genauigkeit
2. FluiCheck®-Sensor
3. PC-Panel für elektronische Übermittlung mit EDV-System
4. Vielfache Schnittstellen
5. Komplettsset
6. Beutel

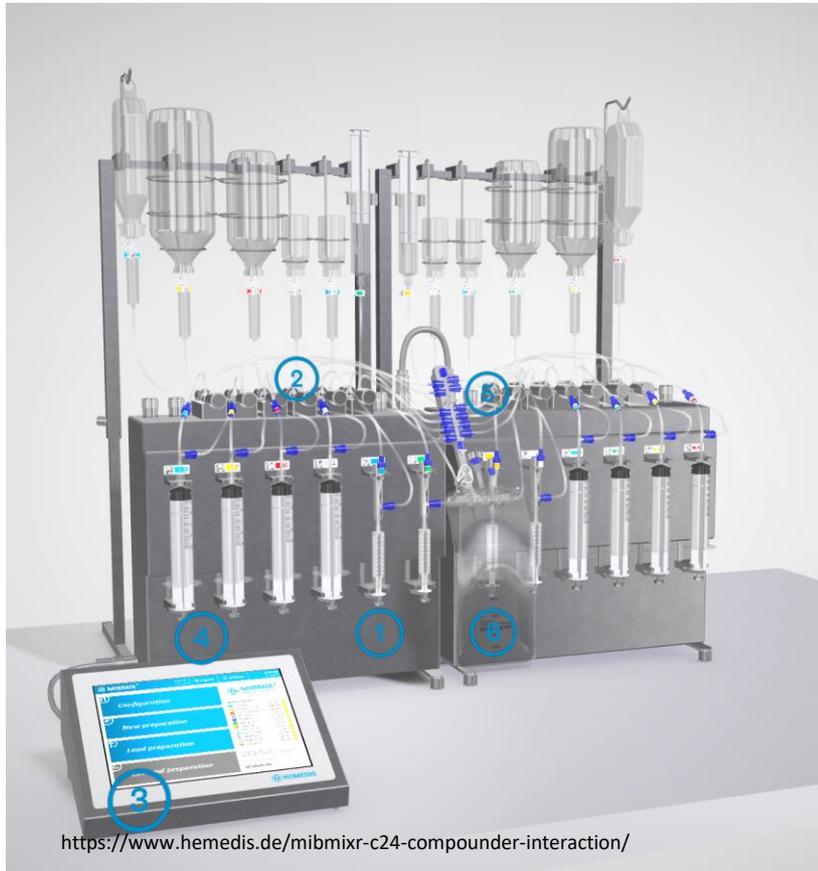
<https://www.hemedis.de/mibmix-c24-compounder-interaction/>

Logo of Deutscher Apotheker Verlag and Adka.

Hoa Thanh Dao – Dr. Maximilian Schmidt 04.03.2024 30

Mibmix C24 – 12 Kanalcompounder

1. 10 ml oder 50 ml Spritzen mit 1,X ml Genauigkeit
2. FluiCheck®-Sensor
3. PC-Panel für elektronische Übermittlung mit EDV-System
4. Vielfache Schnittstellen
5. Komplettsset
6. Beutel



<https://www.hemedis.de/mibmixr-c24-compounder-interaction/>

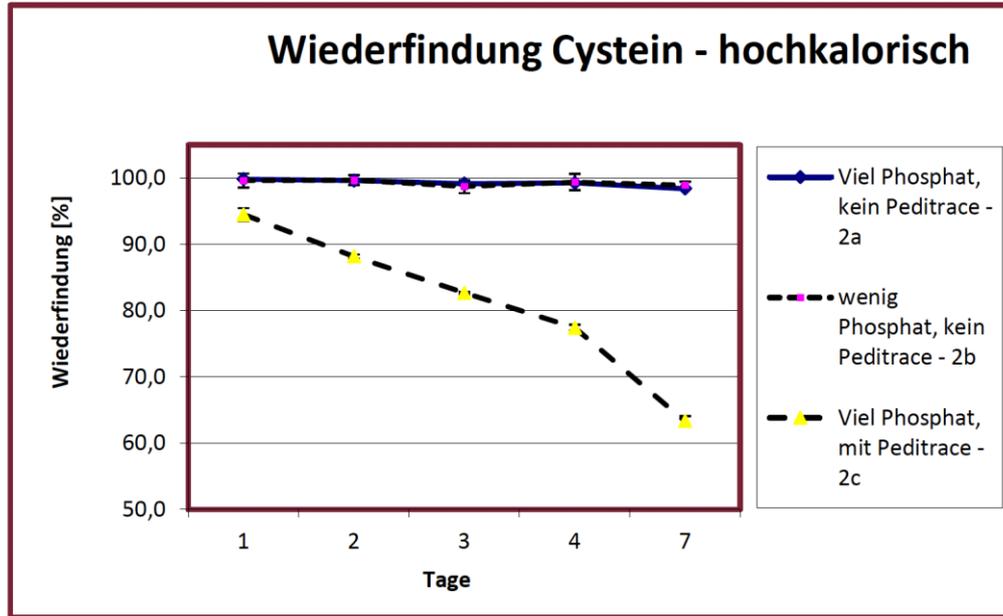
Herstellung patientenindividuell

1. Anforderung wird gefaxt
2. Eingabe in Steribase durch PTA
3. Kontrolle und Plausibilitätsprüfung durch Apotheker
4. Elektronische Übermittlung an den Compounder
5. Etikettendruck in C-Raum
6. Bestückung der Pumpe in B-Raum (TPN-Sets)
7. Aufrufen des Jobauftrages durch Abscannen des Beuteletiketts
8. Zuspritzen kleinerer Volumen $< 1\text{ml}$ per Hand
9. Endkontrolle durch Apotheker (Herstellprotokoll vom Comp. erzeugt)
10. Abgabe auf Station, Dokumentation

Stabilitätsuntersuchung Standardmischbeutel

- **Wässrige Beutel**
 - pH Wert
 - Nicht sichtbare Partikel, Präzipitate (Lichtblockade)
 - Cystein(Ellmann-Methode)
 - Freies Phosphat (Molybdänblau-Methode)
- **Fettbeutel** (nicht in UKER, kürzere Haltbarkeit)
 - Hydroperoxide (FOX-Methode)

Problem Spurenelemente



S. Heger – ADKA-Vortrag 2021

Lagerung im Kühlschrank
über 7 Tage.

Spurenelemente
beeinflussen Oxidation!

Mikrobiologische Überwachung

- Vor-und Nachlauf zur Sterilitätstestung mittels Membranfiltration durch Biochem
 - Membranfilter (0,45 µm)
 - Anzüchtung bei 20-25°C in CasoBoullion (aerobe Bakterien)
 - Anzüchtung bei 30-35°C in Thioglykolat Boullion (anaerobe Bakterien)
- Bebrütung über 14d

Mikrobiologische Überwachung

- Interne Bactec-Kontrolle des Nachlaufs
 - Nachlauf aus jeweils 10ml pro Kanal,
 - 2 x 10ml davon in Bactec Fläschchen überführen → Hygiene
 - mittels Fluoreszenzmarker ist Wachstum detektierbar (Fluoreszenzintensität)
- Klassifizierung durch Mikroskopie & Identifizierung durch Ansetzen auf Nährboden
- Bebrütung über ca. 3d

Mikrobiologische Überwachung



- monitoring
 - EMS-System (Druck, Temperatur, Feuchte, Strömung, Partikel)
 - Sedimentationsplatten, Abklatsch von Hand und Overall

- validierung
 - Halbjährliche Herstellungssimulation mit Nährmedium

Danke für die Aufmerksamkeit

Fragen

Kontaktdaten

09131-85-39042

Dr. Maximilian Schmidt

schmidt.maximilian@uk-erlangen.de

Hoa Thanh Dao

hoathanh.dao@uk-erlangen.de

