

Persönliche PDF-Datei für Hanna Petersen, Antonia Nomayo, Frank Jochum

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Postnatale Ernährung bei sehr kleinen Frühgeborenen

DOI 10.1055/a-0877-2985
Neonatologie Scan

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:

©2022 . Thieme. All rights reserved.
Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany
ISSN 2194-5462

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags



Postnatale Ernährung bei sehr kleinen Frühgeborenen

Hanna Petersen, Antonia Nomayo, Frank Jochum



Eine bedarfsgerechte individuelle klinische Ernährung in der Frühgeborenenmedizin wirkt sich positiv auf Morbidität und Mortalität, aber auch auf langfristige Programmierungseffekte aus. Leitlinienbasierte und standardisierte Ernährungsprotokolle sind darum ein Investment in die Gesundheit von Neugeborenen und unsere Gesellschaft. Der Beitrag liefert hierzu einen Überblick.

Bedeutung der Ernährung

Ernährung ist die Grundlage von Wachstum und einer gesunden Entwicklung. Dies gilt sowohl intrauterin – für die Embryonal- und Fetalperiode – als auch für die weitere Entwicklung des Neugeborenen nach der Geburt.

Merke

Aufgrund der hohen Wachstumsgeschwindigkeit mit großem Energie- und Nährstoffbedarf in der frühkindlichen Lebensphase kommt der bedarfsgerechten Verfügbarkeit von Energie und Nährstoffen eine größere Bedeutung zu als in jedem anderen Lebensabschnitt.

Intrauterin wird bei unkompliziertem Schwangerschaftsverlauf der hohe Energie- und Nährstoffbedarf der Fetalperiode über die Plazenta gedeckt. Postnatal ist das Risiko für Nährstoffmangel in der Gruppe der sehr oder extrem unreifen Frühgeborenen (VLBW = very low birth weight; ELBW = extremely low birth weight) mit sehr niedrigem (<1500 g) oder extrem niedrigem Geburtsgewicht (<1000 g) am größten. Dies liegt an der hohen Wachstumsgeschwindigkeit und dem damit verbundenen hohen Energie- und Nährstoffbedarf bei besonders unreifen Stoffwechsel- und Regulationsmechanismen und sehr kleinen Körperrnährstoffspeichern.

Mangelernährung geht mit signifikanten kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen einher. Eine unzureichende Energieversorgung kann zu Wachstumsstörungen, einem Verlust von Körpergewebe sowie zu einer suboptimalen motorischen, kognitiven und Verhaltensentwicklung führen. Fehlernährung kann mit einer beeinträchtigten Immunabwehr und einem erhöhten Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko einhergehen.

Eine übermäßige Energieaufnahme wiederum kann das Risiko von Komplikationen wie Hyperglykämie erhöhen. Hyperglykämien werden mit einer Reihe von Morbiditäten wie nosokomialen Infektionen, intraventrikulären Blutungen, Multiorganversagen, nekrotisierende Enterokolitis (NEK) und einer beeinträchtigten neurologischen Entwicklung in Zusammenhang gebracht [1]. Studien, welche die kausalen Zusammenhänge bestätigen, fehlen jedoch. Als weitere Folgen einer Hyperalimentation können eine eingeschränkte Leberfunktion durch Steatose oder eine abnorme Stoffwechselprogrammierung auftreten.

Trotz zunehmender Kenntnisse und Beachtung klinischer Ernährung in der Neugeborenenmedizin kommt es nicht selten zu einem Zurückbleiben des Wachstums hinter intrauterinen Wachstumskurven [2]. So ist häufig (insbesondere bei sehr unreifen Frühgeborenen) eine Verschlechterung des Ernährungsstatus in der Zeit zwischen Geburt und Entlassung nach Hause festzustellen.

FALLBEISPIEL

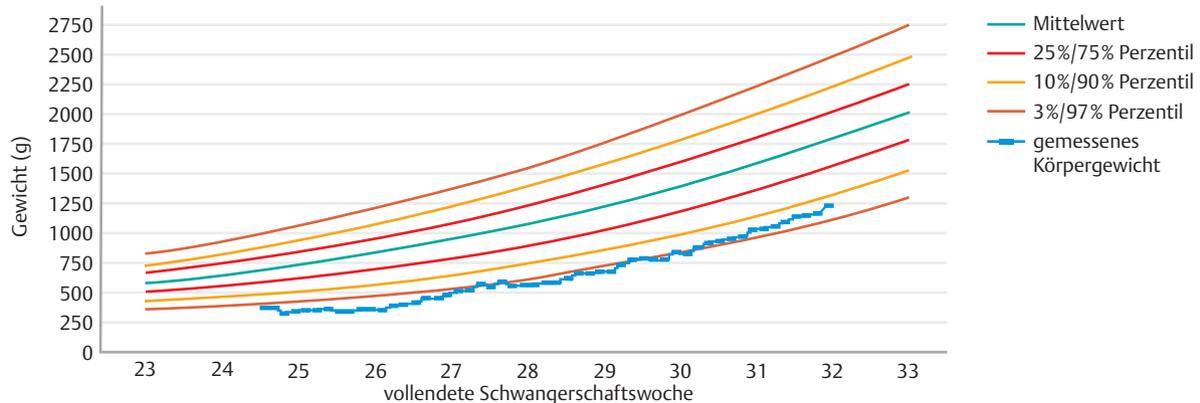
Mia wird mit 24 + 4/7 SSW als hypotrophes ELBW-Frühgeborenes mit 360 g Geburtsgewicht bei hochpathologischem Doppler und IUGR bei bekannter Plazentainsuffizienz per sekundäre Sectio entbunden. Nach Surfactant-Applikation unter Spontanatmung und Stabilisierung unter CPAP-Atemunterstützung erfolgt die Anlage von Nabelgefäßkathetern.

Am 1. Lebenstag beginnt der enterale Nahrungsaufbau mit 12 × 0,5 ml Muttermilch via Magensonde sowie einer (teil-)parenteralen Zufuhr von Glukose, Aminosäuren 1,5 g/kg/d und Lipiden 1 g/kg/d sowie Elektrolyten, Vitaminen und Spurenelementen, dann Steigerung auf 3,5 g/kg/d Aminosäuren und 4 g/kg Lipid. Im Verlauf wird die enterale Zufuhr um 15–20 ml/kg/d gesteigert. Ab einer Menge von 100 ml/kg/d wird mit der Fortifizierung der Muttermilch begonnen, am 10. Lebenstag Versuch einer kompletten enteralen Ernährung mit 160 ml/kg/d.

Am 11. Lebenstag verschlechtert sich Mias klinischer Zustand mit Hyperglykämie, intravasalem Flüssigkeitsmangel mit Hyperchlorämie, Oligurie und prärenalem Nierenversagen sowie zunehmend schlechter enteraler Nahrungsverträglichkeit und ausladendem Abdomen. Bei Verdacht

auf eine Late-Onset-Infektion (LOS) wird mit einer empirischen antibiotischen Therapie mit Ampicillin/Sulbactam und Gentamicin begonnen sowie erneut auf (teil-)parenterale Ernährung mit erhöhtem Flüssigkeitsvolumen umgestellt. Die LOS bestätigt sich bei negativem CRP und negativer Blutkultur nicht.

Mias Hyperglykämie von > 180 mg/dl begegnet man zunächst mit der Reduktion der Glukosezufuhr auf 4 mg/kg/min; bei anhaltender Hyperglykämie dann mit Insulintherapie über 5 Tage. Der anschließende enterale Nahrungsaufbau ist verzögert: Erst ab dem 28. Lebenstag gelingt ein erfolgreicher Übergang auf eine vollenterale Ernährung mit fortifizierter Muttermilch und zusätzlicher Energieanreicherung mittels Ölzusatz. Nach Bestimmung der alkalischen Phosphatase und der Kalziumausscheidung im Urin wird Mia mit Calciumglycerophosphat substituiert und erhält Eisensupplementation und Vitamin D 1000 IE/d. Darunter entwickelt sich das Gewicht gut mit Tendenz zu einem langsamen Aufholen der vormals ausgeprägten intrauterinen Wachstumsrückstände, entsprechend dem Verlauf der Gewichtstrajektorie (► **Abb. 1**).



► **Abb. 1** Neonatologische Gewichtsindikatoren nach physiologischem, intrauterinem Wachstumsverlauf.

Langfristige Auswirkungen: Programmierungseffekte vs. Risiken von Wachstumsretardierung

Neben nutritiven Effekten gibt es eindeutige Hinweise dafür, dass die frühkindliche Ernährung langfristige gesundheitliche Auswirkung haben kann. Für diese sog. „Programmierungseffekte“ gelten die ersten 1000 Lebenstage gerechnet ab Konzeption als besonders vulnerable Phase für die Entwicklung von ernährungsbedingten Langzeiteffekten. Eine ungünstige metabolische „Weichenstellung“ in den ersten 1000 Lebenstagen nach Konzeption kann so das Krankheitsrisiko

für z. B. das metabolische Syndrom oder Diabetes im hohen Lebensalter dauerhaft beeinflussen [3].

Eine zu geringe Energie- oder Nährstoffzufuhr führt zu extrauteriner Wachstumsretardierung. Diese konnte in Studien mit einem dauerhaften negativen Einfluss auf die neurologische Entwicklung sowie einem erhöhten Schweregrad postnataler Erkrankungen korreliert werden [4, 5].

Physiologische Besonderheiten Frühgeborener mit Auswirkung auf die Ernährung

Die (parenterale) Ernährungsstrategien von sehr kleinen Frühgeborenen unterscheiden sich signifikant vom Vorgehen bei Reifgeborenen. Dies begründet sich aus den physiologischen Besonderheiten dieser Patientengruppe.

Flüssigkeit und Elektrolyte

Der Wassergehalt des Körpers ist reife- und altersabhängig. Er nimmt von >90% bei einem Frühgeborenen nach 24 Schwangerschaftswochen bis ca. 75% bei einem Reifgeborenen ab [6, 7]. Bei Frühgeborenen ist der Flüssigkeitsumsatz pro kg Körpergewicht höher als in jeder anderen Altersklasse. Hierzu tragen die verminderte Konzentrierungsfähigkeit sowie unreife Regulationsmechanismen der Niere bei. Hinzu kommt ein höherer Energieumsatz pro kg Körpergewicht, eine größere Körperoberfläche im Vergleich zum Körpervolumen sowie die unreife Epidermis mit daraus resultierender hoher Perspiratio insensibilis.

Cave

Bei Frühgeborenen kommt es bei nicht exakt an den Bedarf angepasster Flüssigkeitssubstitution schneller zu Imbalanzen als in jeder anderen Lebensphase.

Zusätzlich zur verminderten renalen Konzentrationsfähigkeit ist auch die glomeruläre Filtrationsfähigkeit der Niere sowie die tubuläre Rückresorption und die Cl⁻- und H⁺-Ionen-Elimination im Vergleich zu älteren Kindern geringer [8]. Dies erfordert ein vergleichsweise hohes Flüssigkeitsvolumen zur Ausscheidung von harnpflichtigen Substanzen.

Merke

Eine Hyperchlorämie kann bei Frühgeborenen als frühes Warnzeichen einer beginnenden Dehydratation gewertet werden.

Energie- und Nährstoffbedarf

Aufgrund der hohen Wachstumsgeschwindigkeit bei geringen Körperrnährstoffspeichern liegt der Energie- und Nährstoffbedarf von Frühgeborenen bezogen auf das Körpergewicht höher als bei Reifgeborenen.

Cave

Die Gefahr einer Hypoglykämie ist bei Frühgeborenen höher als bei Reifgeborenen.

Umstellungen und Anpassungsreaktionen nach der Geburt

Postnatal kommt es zu physiologischen Umstellungsreaktionen, die in 3 Phasen unterteilt werden können:

Phase 1: Transitionsphase (Stunden bis Tage)

Die unmittelbare postnatale Phase ist von einer relativen Oligurie sowie hohen insensiblen Flüssigkeitsverlusten über die unreife Haut geprägt. Es folgen eine diuretische Phase und ein rückläufiger insensibler Flüssigkeitsverlust durch die zunehmende Verhornung der Epidermis. Durch Kontraktion des extrazellulären Flüssigkeitskompartiments kommt es zu einer Reorganisation der Körperflüssigkeitskompartimente (iso- oder hypertone [hypernatriämische] Kontraktion). Die Transitionsphase endet i.d.R. mit dem maximalen Gewichtsverlust.

Phase 2: Zwischenphase

Sie entspricht dem Zeitraum zwischen minimalem Gewicht (maximaler Gewichtsverlust) und Rückkehr zum Geburtsgewicht. In der Gruppe der VLBW- und ELBW-Frühgeborenen können Diurese und Natriumausscheidung in dieser Phase noch hoch sein. So kann die Diurese bei VLBW-Frühgeborenen häufig über 5 ml/kg/h ansteigen.

Phase 3: Stabiles Wachstum

Die Phase des stabilen Wachstums ist durch eine kontinuierliche Körpergewichtszunahme bei positiver Nettobilanz für Natrium und Stickstoff gekennzeichnet. Zu Beginn dieser Phase wird der enterale Nahrungsaufbau auch bei Früh- und kranken Termingeborenen üblicherweise abgeschlossen (2. Lebenswoche).

Merke

Bei der Ernährung von Früh- und kranken Reifgeborenen sind die postnatalen Besonderheiten und schnellen Änderungen des Flüssigkeit-, Energie- und Nährstoffbedarfs zu beachten.

Empfehlungen der Transitions- und Stabilisierungsphase unterscheiden sich in vielfacher Hinsicht vom Vorgehen in der Phase des stabilen Wachstums.

Optimale Wachstumsgeschwindigkeit

Die optimale Wachstumsgeschwindigkeit ist weiterhin Gegenstand der Diskussion. Es gilt heute als gesichert, dass ein Wachstum oberhalb der physiologischen intrauterinen Entwicklung mit metabolischen Programmierungseffekten verbunden ist [9]. Ein Wachstum unterhalb der physiologischen intrauterinen Wachstumsgeschwindigkeit hat dauerhafte negative Auswirkungen auf die neurologische Entwicklung [4, 10].

Als Orientierungsgröße können intrauterine Wachstumspercentilen herangezogen werden. Dabei nimmt die intrauterine Wachstumsgeschwindigkeit mit zunehmendem Schwangerschaftsalter ab.

Therapiestrategien zur Ernährung Frühgeborener während der initialen stationären Behandlung

Allgemeines

Prinzipiell sollte die orale oder enterale Nahrungszufuhr gegenüber einer parenteralen Applikation bevorzugt werden. Unter dem Leitgedanken „so wenig invasiv wie möglich“ sollte auch die Wahl der Zugangswege bei einer teilparenteralen Ernährung erfolgen. So ist auch beim initialen Nahrungsaufbau von sehr oder extrem unreifen Frühgeborenen nicht regelmäßig ein zentraler Zugang notwendig. Dieses Vorgehen begünstigt niedrige Komplikationsraten.

Um Komplikationen zu vermeiden, wird die Verwendung von Abteilungsleitlinien bei der Ernährungsverordnung empfohlen [11]. Computerbasierte Verordnungsprogramme helfen, Verordnungsfehler zu vermeiden und Makronährstoffziele zu erreichen [12].

In der Transitions- und Zwischenphase überwiegt zunächst die parenterale Ernährung als Nährstoffmischung aus Aminosäuren-, Lipid- und Glukoselösungen mit Zusatz von Mineralstoffen und anderen Mikronährstoffen. Gleichzeitig erfolgt ein schrittweiser enteraler Nahrungsaufbau. Entsprechend dem zunehmenden Anteil enteraler Nahrungsvolumina wird der Anteil parenteraler Ernährung täglich reduziert. Zu Beginn der Phase des stabilen Wachstums kann der Übergang zur vollständig enteralen Nahrungszufuhr erreicht werden.

Enteraler Nahrungsaufbau

Der Zeitpunkt und die Geschwindigkeit des idealen enteralen Nahrungsaufbaus bei unreifen Frühgeborenen stehen schon lange im Fokus klinischer und wissenschaftlicher Aufmerksamkeit. Heute wird ein früher Beginn der enteralen Nährstoffexposition mit minimalen Nahrungsvolumina im Sinne eines „trophischen“ Fütterns der Darmmukosa („trophic feeding“, „gut feeding“) zeitnah nach der Geburt empfohlen. Daraufhin schließt sich eine Phase mit täglicher Steigerung der enteralen Nahrungsvolumina an. Sobald die benötigte Flüssigkeits- und Nährstoffmenge vollständig enteral zugeführt wird, kann die parenterale Ernährung beendet werden.

Trophic Feeding

Unter Trophic Feeding versteht man die nicht nutritive Gabe minimaler Nahrungsvolumina (12–24 ml/24 h) mit dem Ziel einer enteralen Nahrungsexposition und Darmmaturation.

Durch frühe enterale Nahrungszufuhr wird eine Vielzahl von Reifungsvorgängen des endokrinen, enzymatischen und motorischen Systems des Darms induziert. Auch das Darmmikrobiom wird positiv beeinflusst. Längere Fastenperioden dagegen lassen die Darmmukosa atrophieren und können negative Auswirkungen auf die Darmintegrität mit bakterieller Translokation und Infektionen haben.

Trophic Feeding ist sicher und geht nicht mit einem erhöhten Risiko für die nekrotisierende Enterokolitis (NEK) einher [13,14]. Eine Cochrane-Metaanalyse konnte jedoch auch keinen signifikanten Effekt auf den Nahrungsaufbau, die Nahrungsverträglichkeit oder das Wachstum nachweisen. Trophic Feeding war jedoch mit einer um 2–4 Tage kürzeren Krankenhausverweildauer assoziiert [14].

Enteral Feeding Advancement

Unter Enteral Feeding Advancement versteht man die tägliche Steigerung der enteralen Nahrungsvolumina mit festgelegten Steigerungsraten bis zum Erreichen der festgelegten Gesamtmenge. Es gibt zunehmende Evidenz dafür, dass der Nahrungsaufbau bei gesunden Frühgeborenen bei guter Nahrungsverträglichkeit schneller als bisher angenommen erfolgen kann. Übliche Steigerungsraten der enteralen Nahrung sind z. B. 15–40 ml pro kg Körpergewicht und Tag.

Merke

Ein rascher enteraler Nahrungsaufbau mit Steigerungsraten von z. B. 30(–40) ml/kg/d verkürzt bei sehr unreifen Frühgeborenen die Zeit bis zur Wiedererlangung des Geburtsgewichts und der vollständigen enteralen Ernährung um mehrere Tage.

Außerdem kann so das Risiko einer Late-Onset-Infektion verringert werden, ohne dabei das Risiko einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEK) zu erhöhen [15]. Eine individuelle Anpassung der Steigerungsraten richtet sich nach der Beurteilung der Nahrungsverträglichkeit. Dazu wurde traditionell die Bestimmung von Magenresten herangezogen.

Nahrungsverträglichkeit

Als Magenrest bezeichnet man die Milchmenge, die mehrere Stunden nach einer Mahlzeit im Magen verbleibt. Sie wird typischerweise kurz vor der nächsten Mahlzeit gemessen. Magenreste sind ein indirektes Maß für die Magenentleerung und Darmfunktion. Allerdings sind Magenreste ein unspezifisches Zeichen,

da sie sowohl durch die Position des Neugeborenen als auch durch die Lage der Ernährungssonde beeinflusst werden können. Es gibt keine Evidenz dafür, dass eine routinemäßige Messung von Magenresten den Nahrungsaufbau günstig beeinflusst oder hilft, das Auftreten einer NEK zu vermeiden. In einer randomisierten Studie mit Muttermilch ernährten Frühgeborenen <1250 g Geburtsgewicht führte das Weglassen der Erhebung von Magenresten dazu, dass die Kinder die verordneten Nahrungsmengen häufiger erhielten, eine bessere Gewichtszunahme zeigten und früher aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten ohne signifikante Auswirkungen auf das Risiko für NEK oder andere Komplikationen zu haben [16]. Infolgedessen kann erwogen werden, auf die routinemäßige Messung von Magenresten zu verzichten. Die Erfassung von Magenresten kann jedoch bei symptomatischen Kindern mit abdomineller Distension oder Erbrechen weiterhin hilfreich sein.

Nahrungssapplikation

Frühgeborene <32 Schwangerschaftswochen sind meist nicht in der Lage, Saugen, Schlucken und Atmen zu koordinieren. Daher erfolgt die enterale Nahrungssapplikation üblicherweise zunächst über eine Magensonde. Die Wahl zwischen intermittierenden Nahrungsboli oder einer kontinuierlichen Applikation ist umstritten. Studien, welche Nahrungsboli mit einer kontinuierlichen Nahrungsaufnahme bei Neugeborenen ohne zugrunde liegende Magen-Darm-Erkrankung vergleichen, zeigen im Allgemeinen keinen ernährungsphysiologischen Vorteil einer der beiden Techniken.

Intermittierende Bolusgaben entsprechen der Nahrungsaufnahme von Reifgeborenen und lösen stärkere hormonelle Antworten aus als eine kontinuierliche Nahrungsgabe über eine Infusionspumpe [17]. Ein weiterer potenzieller Vorteil der Bolusfütterung besteht darin, dass diese Methode den Verlust von Muttermilchfett in der Ernährungssonde reduzieren kann [18].

Die orale Nahrungsaufnahme sollte begonnen werden, sobald das Neugeborene Bereitschaft für eine orale Aufnahme zeigt. Dies tritt meist zwischen der 32. und 34. Schwangerschaftswoche ein.

Anzahl an Mahlzeiten pro Tag

Zur Prävention einer Hypoglykämie sind bei sehr unreifen Frühgeborenen kürzere Intervalle zwischen den Nahrungsgaben notwendig als bei Reifgeborenen. Bei Kindern unter 1500 g Geburtsgewicht wird oft mit 12 Mahlzeiten pro Tag begonnen. Dadurch kann die Nahrungsverträglichkeit verbessert und die Zeit bis zur vollständigen enteralen Ernährung verkürzt werden. In einer Studie bei VLBW-Frühgeborenen hatten die Kin-

der mit 12 Mahlzeiten pro Tag zudem eine bessere Gewichtsentwicklung [19].

Bevorzugte Nahrung für Frühgeborene

Muttermilch

Muttermilch ist unbestritten auch bei Frühgeborenen die „beste“ Nahrung. Es gilt als gesichert, dass Muttermilch u. a. die neurologische Entwicklung, die gastrointestinale Reifung und Nahrungsverträglichkeit fördert, die Infektionsabwehr verbessert und die Gefahr einer negativen metabolischen Programmierung reduziert. Zusätzlich gilt die Ernährung mit Muttermilch als protektiv, z. B. gegen Infektionen, gegen das Entstehen einer nekrotisierenden Enterokolitis, einer Retinopathie praematurorum (ROP) oder der bronchopulmonalen Dysplasie (BPD).

Muttermilch enthält eine Vielzahl von bioaktiven Inhaltsstoffen mit positiver Wirkung auf die Reifung des Gastrointestinaltrakts, insbesondere nach Frühgeburt. Der Eiweißgehalt von Frühgeborenen-Milch ist in den ersten Monaten der Laktation höher, die Fettzusammensetzung ist ähnlich wie bei reifer Muttermilch. Bei höherer Gesamtzellzahl, Makrophagen, Lymphozyten, Neutrophilen sowie signifikant höherem Lysozym, Laktoferrin und IgA hat Frühgeborenen-Kolostrum ein höheres infektionspräventives Potenzial als Reifgeborenen-Kolostrum [20]. Im Kolostrum sind präbiotische Substanzen in hoher Konzentration in Kombination mit Probiotika enthalten. Es spielt bei der Erstbesiedelung des Darms und der Entwicklung der physiologischen Darmflora eine wichtige Rolle.

Aufgrund der beschriebenen Vorteile steht die Bemühung um die Bereitstellung von Muttermilch im Fokus der Frühgeborenenmedizin. Eine ausführliche Beratung der Mütter bzw. Eltern bereits präpartal mit der Empfehlung einer frühzeitigen und regelmäßigen Milchentleerung sowie Still- und Laktationsberatungen helfen, einen dauerhaften Laktationserfolg zu erzielen. Möglichkeiten für eine positive Beeinflussung des Still Erfolgs bei Frühgeborenen liegen in einer guten Mutter-Kind-Bindung durch häufige Anwesenheit und Einbindung der Eltern auf der Intensivstation, in der Ermöglichung von Känguru-Care mit direktem Hautkontakt zwischen Mutter und Kind sowie in gutem Management und professioneller Aufklärung hinsichtlich der Milchgewinnung.

Humane Milch

Kommt es zu einem Ungleichgewicht zwischen den Bedürfnissen des Neugeborenen und dem Angebot an Muttermilch, ist eine Zufütterung von Spendermilch oder Formula erforderlich. Muttermilch hat deutliche Vorteile im Vergleich zu Spendermilch. Die Muttermilch von Frühgeborenen ist besser auf die Bedürfnisse

von Frühgeborenen abgestimmt und Spendermilch muss aufgrund des Infektionsrisikos pasteurisiert werden, dadurch gehen wertvolle Inhaltsstoffe verloren.

In einem kürzlich erschienenen Review-Artikel werden die Auswirkungen von Muttermilch und humaner Spendermilch verglichen. Darin konnte auch für Spendermilch eine Reduktion des NEK- und BPD-Risikos nachgewiesen werden, nicht jedoch für Sepsis oder ROP [21].

Angereicherte humane Milch

Mutter- bzw. Frauenmilch bei VLBW- bzw. ELBW-Frühgeborenen muss meist angereichert werden. Die Anreicherung humaner Milch erfolgt über die Zugabe industriell hergestellter Frauenmilchverstärker (Fortifier) zur abgepumpten Milch. Dies gewährleistet eine Anreicherung mit Energie, Proteinen, Kohlenhydraten und Mineralstoffen (v. a. Kalzium und Phosphat). Multikomponenten-Fortifier enthalten zusätzliche Inhaltsstoffe wie Vitamine, Zink und z. T. auch Eisen. Die Anreicherung von humaner Milch kann entweder im Sinne einer standardisierten Supplementation oder individualisiert erfolgen.

Oropharyngeale Kolostrumgabe

In den letzten Jahren ist die oropharyngeale Kolostrumgabe in den Fokus klinischer und wissenschaftlicher Aufmerksamkeit gerückt. Das Aufbringen einer kleinen Menge Kolostrum direkt auf die Mundschleimhaut von Frühgeborenen in den ersten Lebenstagen kann immunologische und Wachstumsfaktoren liefern, die das Immunsystem stimulieren und das Darmwachstum fördern. Diese Vorteile könnten möglicherweise das Risiko einer Infektion und einer nekrotisierenden Enterokolitis verringern und das Überleben sowie das langfristige Outcome verbessern. In einer Cochrane-Analyse konnte die oropharyngeale Verabreichung von mütterlichem Kolostrum bei Frühgeborenen innerhalb der ersten 48 Lebensstunden jedoch weder das Risiko einer NEK, einer Late-Onset-Infektion noch des Todes bis zur Entlassung verringern. Die Maßnahme verkürzte jedoch die Zeit bis zur vollständigen enteralen Ernährung [22].

Ersatznahrungen für humane Milch

Handelsübliche Frühgeborenen-Formula-Nahrungen weisen eine höhere Energiedichte als Säuglingsanfangsnahrungen oder nicht angereicherte humane Milch auf. Bei Nichtverfügbarkeit von humaner Milch können sie den Nährstoffbedarf von ELBW-Frühgeborenen besser decken als übliche Säuglingsanfangsnahrung.

Probiotika

Probiotika sind lebende Mikroorganismen, von denen gesundheitsfördernde Wirkungen erwartet werden. In der Neonatologie wurde eine Nahrungsergänzung mit

Probiotika zur Modulation des Darmmikrobioms als Strategie zur Reduzierung des NEK-Risikos und der damit verbundenen Mortalität und Morbidität vorgeschlagen. Die in Studien untersuchte Wirksamkeit ist für den jeweiligen Bakterienstamm spezifisch. Untersuchungsergebnisse unterschiedlicher Bakterienstämme können daher nicht auf andere Probiotika übertragen werden. Es gibt Hinweise, dass Probiotika das Risiko einer NEK und die damit verbundene Morbidität und Mortalität bei sehr kleinen Frühgeborenen reduzieren können [23].

Limitationen in der Bewertung dieser Ergebnisse bestehen in der großen methodischen Variabilität und der Verwendung unterschiedlicher Bakterienstämme, Behandlungsdauer, Zeitpunkten der Therapieeinleitung und Dosierungen in den herangezogenen Untersuchungen.

Merke

Aufgrund der gegenwärtigen Datenlage und der Beweiskraft der vorliegenden Arbeiten können probiotische Präparate, deren Effektivität in klinischen Studien belegt wurde, insbesondere in Risikokollektiven mit einer hohen lokalen NEK-Inzidenz eingesetzt werden. Neben der Gabe von Mutter- bzw. Spendermilch sind sie in Bezug auf die Prävention einer NEK aktuell die einzige evidenzbasierte Option [24].

Dosis, Dauer und Bakterienstamm der Probiotika, die verwendet werden sollen, unterliegen einer individuellen Abwägung. Die in Deutschland weit verbreitete Kombination aus *Lactobacillus acidophilus* und *Bifidobacterium infantis* scheint vielversprechend zu sein.

Enterale Nährstoffzufuhr

Der enterale Nahrungsaufbau wird i. d. R. wenige Stunden nach Geburt begonnen und in der 2. Lebenswoche (Phase des stabilen Wachstums) abgeschlossen. Die benötigten Nährstoffe müssen nun alle enteral zur Verfügung gestellt werden. Dabei gilt es, mögliche Verluste durch unvollständige Resorption von Nahrungsbestandteilen bei der enteralen Nahrungsaufnahme zu berücksichtigen. Dies erklärt die unterschiedlichen Zufuhrempfehlungen für die enterale und parenterale Ernährung (Energie 110–135 kcal/kg/d vs. 90–120 kcal/kg/d; Protein ELBW-Frühgeborenen 4–4,5 g/kg/d, VLBW 3,5–4 g/kg/d vs. max. 3,5 g/kg/d; Fett 4,8–6,6 g/kg/d vs. max. 4 g/kg/d). In den ersten Tagen des Nahrungsaufbaus, in denen eine teilparenterale Ernährung üblich ist, ist die Abschätzung des Energiebedarfs komplex. Bei Verabreichung von lediglich kleinen Milchvolumina (z. B. 25 ml/kg/d) kann erwogen werden, die enterale Energiezufuhr zunächst nicht zu berücksichtigen.

► **Tab. 1** Empfehlungen für die enterale Nährstoffzufuhr während der Phase des stabilen Wachstums (Auswahl nach [25]).

Empfohlene Zufuhr	Pro kg KG und Tag
Flüssigkeit, in ml	135–(160)200
Energie, in kcal	110–135
Protein, in g (FG < 1000 g GG)	4,0–4,5
Protein, in g (FG 1000–1800 g GG)	3,5–4,0
Fett, in g	4,8–6,6
Kohlenhydrate, in g	11,6–13,2
Kalzium, in mg	120–140
Phosphat, in mg	60–90
Eisen, in mg	2–3
Vitamin D, IU pro Tag	800–1000 (absolut)

Die ESPGHAN-Leitlinie zur enteralen Ernährung wird aktuell bearbeitet. ► **Tab. 1** zeigt die wichtigsten Makro- und Mikronährstoffe sowie die Flüssigkeit- und Energiezufuhr nach der aktuell noch gültigen Empfehlung von 2010.

Merke

Eine bedarfsgerechte Supplementation von Eisen, Kalzium, Phosphat und Vitamin D hilft, typische Komplikationen des Frühgeborenen wie Osteopenie oder Frühgeborenenanämie zu vermeiden.

Eisen

Zur Verhinderung einer Frühgeborenenanämie wird bei Frühgeborenen < 2500 g eine Eisensupplementation empfohlen. Bei sehr kleinen Frühgeborenen wird die Supplementation meist zwischen 2–6 Wochen nach der Geburt mit einer Dosierung von 2–3 mg/kg/d begonnen [26]. Bei bereits bestehender Anämie können höhere Dosen notwendig sein. Die Supplementation soll i. d. R. bis zum 6. Lebensmonat fortgeführt werden.

Die Therapieüberwachung kann sich am aktuellen Vollblut-Hämoglobin-Gehalt bzw. Hämatokrit, dem mittleren korpuskulären Volumen der Erythrozyten (MCV) und den Retikulozytenzahlen bzw. der Transferrinsättigung oder Ferritin orientieren.

Kalzium und Phosphat

Zur Prävention einer Frühgeborenen-Osteopenie ist eine gesonderte Supplementation mit Kalziumphosphat bei sehr unreifen Frühgeborenen sinnvoll. Da die Resorptionsquote von Kalzium niedriger ist als die von Phosphat (ca. 50% vs. 80–90%) sollte das Kalzium-Phosphat-Verhältnis in der Nahrung höher liegen, als es für die Knochenmineralisation benötigt wird (1,5–

2,0:1 vs. 1,4:1). Die Kalzium-Phosphat-Zufuhr wird üblicherweise anhand der Urinausscheidung der Mineralien (bezogen auf Kreatinin) und der alkalischen Phosphatase im Serum im Sinne einer „Überlaufdosierung“ gesteuert. Dabei wird die Kalzium-Phosphat-Supplementation solange gesteigert, bis die Höhe der Kalziumausscheidung im Urin einen leichten Kalziumüberschuss andeutet. Eine verminderte Kalzium- und erhöhte Phosphatausscheidung im Urin sind Zeichen einer zu geringen Kalziumzufuhr.

Vorsicht

Medikamente, die die renale Elektrolytrückresorption beeinflussen (z. B. Diuretika oder Koffein) können trotz relativem Kalziummangel zu einer normalen Kalziumurinausscheidung führen.

Dann hilft die alkalische Phosphatase (AP) im Serum bei der Orientierung weiter, da sie mit der Mobilisation des Kalziums aus dem Knochen korreliert. Die AP wiederum kann bei Cholestase (z. B. nach parenteraler Ernährung) erhöht sein. In unklaren Fällen kann die Bestimmung von Phosphat und Kalzium im Serum weiterhelfen.

Vitamin D

Vitamin D spielt bei der Knochenmineralisation aber auch für die neuromuskuläre Funktion eine wichtige Rolle. Um niedrige Körperspeicher auszugleichen, wird bei Frühgeborenen < 1500 g Geburtsgewicht eine Vitamin-D-Zufuhr von 800–1000 IU pro Tag empfohlen [25]. In Deutschland wird im Allgemeinen eine isolierte Supplementation mit einem Vitamin-D-Präparat in einer Dosierung von 1000 IE pro Tag durchgeführt.

Vitamin K

Die für alle Neugeborenen postnatal übliche Vitamin-K-Prophylaxe sollte bei VLBW-Frühgeborenen und kritisch kranken Neugeborenen aufgrund der unklaren enteralen Resorption bei der 1. Gabe (intramuskulär oder) intravenös erfolgen (z. B. 0,5 mg/Gabe i. v. bei FG < 1500 g bzw. 1 mg/Gabe bei > 1500 g). Die orale Folgegabe zur U2 kann bei obigem Vorgehen pausiert und im Rahmen der U3 wiederaufgenommen werden.

Parenterale Ernährung von Frühgeborenen

Die folgenden Empfehlungen zur parenteralen Ernährung beziehen sich auf die ESPGHAN-Guidelines von 2018. Wichtig ist, dass bestimmte Erkrankungen im Einzelfall eine gesonderte und individuelle Behandlung zur Stabilisierung des Elektrolyt- und Flüssigkeitshaushalts notwendig machen, die von den beschriebenen Therapiegrundsätzen abweichen können.

Flüssigkeits- und Elektrolytmanagement

Das postnatale Flüssigkeitsmanagement muss an die physiologischen Umstellungsreaktionen nach der Geburt angepasst werden.

Phase 1 (Transitionsphase)

Der relative Flüssigkeitsverlust bezogen auf das Geburtsgewicht sollte bei Reifgeborenen maximal 10%, bei Frühgeborenen maximal 7–10% des Körpergewichts betragen [27,28]. Ziel ist eine Kontraktion des Extrazellulärvolumens unter Erhalt des Intrazellulärvolumens. Dabei soll die Elektrolythomöostase erhalten und die kardiovaskuläre Funktion nicht beeinträchtigt werden. Eine ausgeprägte Oligurie (<0,5–1,0 ml/kg KG und h) über mehr als 12 Stunden soll vermieden werden [27,28]. Mit zunehmender Reifung von Nieren- und Stoffwechselfunktionen wird eine schrittweise Erhöhung der Flüssigkeitszufuhr sowie eine bedarfsangepasste Elektrolytsubstitution empfohlen [27,28].

Ein zurückhaltendes Flüssigkeitsmanagement mit NaCl-Restriktion in der Transitionsphase beeinflusst die Dauer einer Atemhilfs- bzw. Respiratortherapie günstig [29]. Es geht mit einem leicht erhöhten Dehydrationsrisiko einher, verringert jedoch tendenziell das Risiko für bronchopulmonale Dysplasie, intrakranielle Blutung und Tod [30].

Ein zu liberales Flüssigkeitsmanagement ist mit einer höheren Inzidenz eines persistierenden Duktus arteriosus Botalli sowie der nekrotisierenden Enterokolitis assoziiert [30].

Um Imbalancen zu vermeiden (z. B. bei hoher Protein- und Kalorienzufuhr), kann auch bei Frühgeborenen mit sehr niedrigem Geburtsgewicht (<1500 g) ab dem 1. Lebenstag eine primäre Substitution von Natrium

und Kalium sinnvoll sein. Dabei müssen die Diurese sowie die Gefahr einer nicht oligurischen Hyperkaliämie berücksichtigt werden [27].

Um eine übermäßige Chloridaufnahme und das Risiko einer iatrogenen metabolischen Azidose zu vermeiden, sollte die Chloridaufnahme etwas niedriger sein als die Summe der Natrium- und Kaliumaufnahmen ($\text{Na} + \text{K} - \text{Cl} = 1 - 2 \text{ mmol/kg/Tag}$). Dazu kann der Einsatz chloridfreier Elektrolytlösungen erwogen werden [27].

Phase 2 (Zwischenphase)

Nach initialem postnatalen Gewichtsverlust wird das Geburtsgewicht i. d. R. nach 7–10 Lebenstagen wieder erreicht.

Phase 3 (stabiles Wachstum)

Als stabiles Wachstum gilt eine Gewichtszunahme von 17–20 g/kg KG und Tag. Dafür muss auf eine bedarfsgerechte Zufuhr sowie eine ausgeglichene Elektrolyt- und Flüssigkeitshomöostase geachtet werden [19].

Eine Übersicht über die empfohlene Flüssigkeits- und Elektrolytzufuhr in den ersten Lebenstagen (aufgeteilt nach Geburtsgewicht) geben ► **Tab. 2** und ► **Tab. 3**.

INFO

Anpassung der Flüssigkeitszufuhr

- Behandlung im Doppelwandinkubator (90%ige Luftfeuchtigkeit): bis –30 %
- Respiratortherapie mit befeuchteten Atemgasen: –20 %
- Fototherapie: + 20 %
- small for gestational age (SGA): + 20 %
- Fieber: + 20 %

► **Tab. 2** Flüssigkeitszufuhr für Früh- und Reifgeborene im Verlauf der postnatalen Umstellungsreaktion¹ (Daten nach ESPGHAN-Guideline 2018 [27]).

	Flüssigkeitszufuhr (ml/kg/Tag)						
	Lebensalter in Tagen (LT)						
	1	2	3	4	5	Phase 2 ³	Phase 3 ⁴
Frühgeborene ²							
▪ <1000 g	80–100	100–120	120–140	140–160	160–180	140–160	140–160
▪ 1000–1500 g	70–90	90–110	110–130	130–150	160–180	140–160	140–160
▪ >1500 g	60–80	80–100	100–120	120–140	140–160	140–160	140–160
reife Neugeborene	40–60	50–70	60–80	60–100	100–140	140–170	140–160

¹ Im Einzelfall soll die Flüssigkeitszufuhr dem individuellen Bedarf angepasst werden.

² Geburtsgewicht (Berechnungsgrundlage bis aktuelles Gewicht > Geburtsgewicht)

³ Phase 2: Zwischenphase (Zeitraum zwischen minimalem Gewicht und Rückkehr zum Geburtsgewicht)

⁴ Phase 3: Stabiles Wachstum

► **Tab. 3** Elektrolytzufuhr¹ für Früh- und Reifgeborene im Verlauf der postnatalen Umstellungsreaktion (aus [28]; Daten nach ESPGHAN-Guidelines 2018 [27, 31]).

Elektrolyt	Phase	Zufuhr (mmol/kgKG und Tag)		
		Frühgeborenes		Reifgeborenes
		<1500 g	>1500 g	
Natrium	1.–2. Lebenstag (LT)	0–2 (3)	0–2 (3)	0–2
	3. LT	0–5 (7)	0–3	0–2
	4.–5. LT	2–5 (7)	2–5	1–3
	Zwischenphase	2–5 (7)	2–5	2–3
	Wachstumsphase	3–5 (7)	3–5	2–3
Kalium	1.–3. LT	0–3	0–3	0–3
	4.–5. LT	2–3	2–3	2–3
	Zwischenphase	1–3	1–3	1–3
	Wachstumsphase	2–5	1–3	1,5–3
Kalzium	erste Lebenstage	0,8–2,0	0,8–2,0	0,8–1,5
	Wachstumsphase	1,6–3,5	1,6–3,5	0,8–1,5
Phosphat	erste Lebenstage	1,0–2,0	1,0–2,0	0,7–1,3
	Wachstumsphase	1,6–3,5	1,6–3,5	0,7–1,3
Magnesium	erste Lebenstage	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2
	Wachstumsphase	0,2–0,3	0,2–0,3	0,1–0,2

¹ Im Einzelfall soll die Elektrolytzufuhr dem individuellen Bedarf angepasst werden.

► **Tab. 4** Empfohlene intravenöse Energiezufuhr bei Früh- und Reifgeborenen (Daten nach ESPGHAN-Guideline 2018 [28, 32]).

Phase	Mittlere Energiezufuhr (kcal/kg und Tag)	
	Frühgeborenes	Reifgeborenes
akute Phase ¹	45–55	45–50
stabile Phase ²	90–120	60–65
Erholungsphase ³	90–120	75–85

¹ Intensivmedizinische Maßnahmen (z. B. invasive Beatmung oder Katecholamine) erforderlich.

² Stabilisierung der Situation, Entwöhnung intensivmedizinischer Maßnahmen.

³ Keine intensivmedizinischen Maßnahmen erforderlich.

Die postnatale Flüssigkeits- und Elektrolythomöostase hängt stark von Umgebungsfaktoren ab. Bei parenteral ernährten Früh- und Reifgeborenen werden die Serumelektrolytkonzentrationen (Blutgasanalyse) und das Gewicht in den ersten Behandlungstagen i. d. R. täglich überwacht. Im Verlauf werden die Überwachungsintervalle je nach individuellem Zustand und klinischer Präsentation des Patienten angepasst.

Energie

Eine möglichst an den Bedarf angepasste Energieversorgung bereits in den ersten Lebenstagen hilft, einem Energiedefizit vorzubeugen. Um den minimalen Energiebedarf zu decken, sollte Frühgeborenen am 1. Lebenstag mind. 45–55 kcal/kg/Tag zugeführt werden. In der Phase des stabilen Wachstums wird eine Gewichtszunahme von 17–20 g/kg pro Tag angestrebt. Dazu wird bei VLBW-Frühgeborenen eine intravenöse Energieaufnahme von 90–120 kcal/kg/Tag empfohlen [32]. Angaben zur empfohlenen intravenösen Energiezufuhr bei Früh- und Reifgeborenen finden sich in

► **Tab. 4.**

► **Tab. 5** Empfohlene parenterale Zufuhr von Makronährstoffen bei Früh- und Reifgeborenen (Daten nach ESPGHEN-Guideline 2018, modif. nach Konsensuspapier 2020 [28]).

Makronährstoff	Einheit	Phase	Frühgeborenes < 1500 g	Reifgeborenes
Glukose [33]	mg/kg KG und min	1. LT	4–8	2,5–5
		nach dem 1. LT	schrittweise 8–10 (min. 4 bis max. 12)	schrittweise 5–10 (min. 2,5 bis max. 12)
		akute Phase ¹		2–4 ⁴
		stabile Phase ²		4–6
		Erholungsphase ³		6–10
Aminosäuren [34]	g/kg KG und Tag	1. LT	1,5	1,5
		nach dem 1. LT	2,5 bis max. 3,5	max. 3
Lipide [35]	g/kg KG und Tag	1. LT	1–3	spätestens ab dem 2. LT
		nach dem 1. LT	max. 4	max. 4

¹ Intensivmedizinische Maßnahmen (z. B. invasive Beatmung oder Katecholamine) erforderlich.

² Stabilisierung der Situation, Entwöhnung intensivmedizinischer Maßnahmen.

³ Keine intensivmedizinischen Maßnahmen erforderlich.

⁴ Gilt für Säuglinge ab 28 Lebensstage.

Makronährstoffe

Glukosezufuhr

Glukoselösungen stellen in der parenteralen Ernährung den Hauptanteil der Energiezufuhr dar und bieten sich als kohlehydrathaltige Basisinfusionslösungen an. Für den Applikationsweg der parenteralen Ernährung spielt die Osmolarität der Lösung eine wichtige Rolle. Glukoselösungen können bis zu einer Konzentration von etwa 12,5% Glukose auch langfristig über periphere Venenkatheter sicher infundiert werden. Aufgrund der hohen Osmolarität ist für die dauerhafte Zufuhr höher konzentrierter Glukoselösungen ein zentral liegender Venenzugang erforderlich.

Merke

Der Vorteil einer höher konzentrierten Nährstoffzufuhr muss sorgsam gegenüber den Risiken, die mit zentral liegenden Venenkathetern einhergehen, abgewogen werden.

Die zugeführte Glukosemenge in der parenteralen Ernährung orientiert sich an endogenen Produktions- und maximalen Oxidationsraten. Der Energiebedarf sollte gedeckt und Risiken einer Glukoseüberdosierung berücksichtigt werden. Dabei soll sich die zugeführte Glukosemenge auch an der klinischen Situation orientieren.

Bei exzessiver Glukoseaufnahme kann es zu einer gesteigerten Lipogenese, Lebersteatose und Hyperglykämien kommen. Insbesondere bei Frühgeborenen sind Blutzucker-Imbalancen in der frühen Anpassungsphase häufig. Aufgrund geringer Glykogenspeicher und bedingt durch eine transiente Insulinresistenz steigt das

Risiko für Blutzuckerschwankungen mit abnehmendem Gestationsalter.

Bei Neugeborenen wird die Energie- und Kohlenhydratmenge postnatal über die ersten 2–3 Tage schrittweise bis zu 10 mg/kg/min gesteigert.

Wiederholte Blutzuckermessungen helfen, die Glukosezufuhr zu steuern. Generell sollten Blutzuckermessungen vorzugsweise mit hämatokritunabhängiger direkter Bestimmung der Glukoseaktivität und mit für die niedrigen Glukosewerte in der Neonatologie validierten Geräten durchgeführt werden (z. B. Blutgasanalytoren) [2, 33]. Die Empfehlungen zur parenteralen Glukosezufuhr bei Früh- und Reifgeborenen sind in ► **Tab. 5** aufgelistet.

Bei Hyperglykämie (Serum-Glukose-Konzentration >145 mg/dl bei Reifgeborenen; >180 mg/dl bei Frühgeborenen) unter parenteraler Ernährung soll zunächst die Glukosezufuhr reduziert werden. Bei rezidivierenden Blutzuckerwerten >180 mg/dl unter reduzierter Zufuhr ist eine Insulintherapie in Erwägung zu ziehen. Wiederholte oder anhaltende Blutzuckerwerte <45 mg/dl sollten bei allen intensivmedizinischen Patienten vermieden werden [28].

Merke

Bei anhaltenden Hyperglykämien mit Blutzuckerspiegeln >180 mg/dl wird im Allgemeinen eine Intervention erwogen. Diese besteht zunächst in einer Reduktion der intravenösen Glukosezufuhr. Bei rezidivierenden Blutzuckerwerten >180 mg/dl unter reduzierter Zufuhr ist eine Insulintherapie in Erwägung zu ziehen.

Die Insulintherapie bei Neugeborenen ist wirksam bei der Behandlung von Hyperglykämien, geht jedoch mit einem erhöhten Risiko von Hypoglykämien einher.

Aminosäuren

Auch bei VLBW- und ELBW-Frühgeborenen wird empfohlen, bereits am 1. Lebenstag mit der Zufuhr von Aminosäuren und Lipiden zu beginnen [28].

Eine parenterale Aminosäurezufuhr von mind. 1,5 g Protein/kg KG/Tag ist unmittelbar ab der Geburt erforderlich, um bei adäquater Energiezufuhr eine positive Stickstoffbilanz zu erzielen. Bei Frühgeborenen sollte die parenterale Aminosäurezufuhr ab dem 2. postnatalen Tag zwischen 2,5 g/kg KG/Tag und 3,5 g/kg KG/Tag liegen und von einer Nicht-Proteinen-Energie-Zufuhr von >65 kcal/kg/Tag und einer ausreichenden Mikronährstoffzufuhr begleitet werden [34]. Dies begründet sich darin, dass der Proteinaufbau von der Verfügbarkeit von genügend anderen Energieträgern abhängt. So werden für die Verwertung von 1 g Aminosäuren ca. 30–40 kcal benötigt. Durch die rasche postnatale Steigerung wird das Ziel einer positiven Stickstoffbilanz schneller erreicht und damit der Verlust an Körpermasse in den ersten Lebenstagen vermieden. Zudem begünstigt eine frühe Proteinsubstitution evtl. eine Verbesserung der Insulinempfindlichkeit mit weniger neonatalen Hyperglykämien bei Frühgeborenen.

Im Gegensatz zu früheren Empfehlungen bei Frühgeborenen sollte eine parenterale Aminosäurezufuhr über 3,5 g/kg KG/Tag nur im Rahmen klinischer Studien verabreicht werden. Bei Reifgeborenen sollte die maximale parenterale Aminosäurezufuhr 3,0 g/kg KG/Tag nicht überschreiten [34].

Empfehlungen zur parenteralen Glukosezufuhr bei (frühgeborenen) Neugeborenen in g/kg Körpergewicht pro Tag findet sich in ► **Tab. 5**.

Lipidemulsionen

Intravenöse Lipidemulsionen (ILEs) sind ein unverzichtbarer Bestandteil der pädiatrischen parenteralen Ernährung (PN). Als kohlenhydratfreie Energiequelle bieten sie sich als Kalorienträger mit geringem Volumen (bei 20% ILEs 2,0 kcal/ml) und niedriger Osmolarität an.

Auch bei sehr unreifen Frühgeborenen unter 1500 g Geburtsgewicht wird empfohlen, die parenterale Fettzufuhr bereits ab dem 1. Lebenstag und spätestens am 2. Lebenstag zu beginnen [28, 35]. Bei Früh- und Reifgeborenen sollte die parenterale Lipidaufnahme 4 g/kg KG/Tag nicht überschreiten [35]. Bei einer parenteralen Zufuhr von bis zu 4 g/kg KG/Tag kann – auch bei dem niedrigen Flüssigkeitsbedarf der ersten Lebenstage – eine bedarfsgerechte Gesamtenergiezufuhr venenschonend verabreicht werden.

Empfehlungen zur parenteralen Lipidzufuhr bei (frühgeborenen) Neugeborenen in g/kg Körpergewicht pro Tag findet sich in ► **Tab. 5**.

Lipidemulsionen auf reiner Sojaölbasis wurden bei Frühgeborenen u. a. mit einer erhöhten Sepsisrate sowie einem erhöhten pulmonalen Gefäßwiderstand in Verbindung gebracht [36, 37]. Für eine ausgewogenere Lipidzufuhr wird die Verwendung von Mehrkomponentenlipidemulsion mit oder ohne Fischöl empfohlen, wengleich kurzfristig keine relevanten Vorteile gegenüber ausschließlich sojabasierten Lösungen nachgewiesen werden konnten. Die ESPGHAN empfiehlt die Verwendung von 20%igen Lipidemulsionen kontinuierlich und lichtgeschützt über 24 Stunden. Ungeschützt können Lipidperoxidation und die Bildung freier Radikale negative Auswirkungen auf die Überlebenschancen haben [38].

Merke

Bei Stressstoffwechsel bzw. Sepsis sollen engmaschig Bestimmungen des Serumtriglyceridspiegels erfolgen und die Lipidzufuhr entsprechend reduziert werden.

Als Quelle für essenzielle Fettsäuren sind Lipide ein wichtiger Baustein einer adäquaten Ernährungstherapie. Um einem Mangel an essenziellen Fettsäuren (EFA) vorzubeugen, wird eine Linolsäurezufuhr (LA) von mind. 0,25 g/kg KG/Tag bei Frühgeborenen und mind. 0,1 g/kg KG/Tag bei Reifgeborenen empfohlen. Diese Zufuhr kann mit allen zugelassenen Lipidlösungen erreicht werden [2].

Bei „intestinal failure associated liver disease“ (IFALD) wird eine Verwendung von Mehrkomponentenlipidemulsion mit Fischöl sowie ggf. eine Reduktion der Lipidzufuhr empfohlen. Reines Fischöl wird nicht generell empfohlen, kann jedoch als kurzfristige „Rescue-Therapie“ bei progressiver IFALD erwogen werden [28, 35].

Kalzium, Phosphat und Magnesium

Die ESPGHAN empfiehlt bei Frühgeborenen mit parenteraler Ernährung immer, Kalzium (Ca), Phosphat (P) und Magnesium (Mg) zuzuführen, um ein optimales Wachstum und eine gute Knochenmineralisierung zu gewährleisten. Dabei gilt es, eine Hypo- und Hyperkalzämie sowie eine Hypo- und Hyperphosphatämie zu vermeiden. Um ein Ausfallen von Salzen zu verhindern, wird die Verwendung organischer Salze (z. B. Kalziumglukonat) in der parenteralen Ernährungslösung empfohlen.

Die fetale Kalzium-Akkretion beträgt 3,4 mmol/kg KG; davon werden ca. 98% für die Knochenmineralisierung verwendet. Die fetale Phosphat-Akkretion liegt bei 2,6 mmol/kg KG, davon werden ungefähr 80% (2 mmol)

für die Knochenmineralisierung, die verbleibenden 20% (0,6 mmol) für das Gewebe gebraucht. Um den Phosphatbedarf für das Wachstum zu berücksichtigen, wird (aufgrund der optimierten Energie- und Aminosäurezufuhr) in der parenteralen Infusion ein Ca:P-Verhältnis von 0,8–1:0 empfohlen. Bei der Protein-Aggregation wird 0,3 mmol Phosphat für die Einlagerung von 1 g Protein benötigt. Die empfohlene Zufuhr von Ca, P und Mg ist bei Frühgeborenen mit parenteraler Ernährung während der Transitions- und Zwischenphase niedriger als in der Phase des stabilen Wachstums. Empfehlungen zur parenteralen Elektrolytzufuhr bei (frühgeborenen) Neugeborenen in mmol/kgKG pro Tag findet sich in ► **Tab. 5**.

Zur Überwachung der Ca- und P-Zufuhr kann die Ausscheidung im Urin, die alkalische Phosphatase sowie die Ca-, P- und Mg-Serumkonzentration herangezogen werden. Dabei müssen Laborreferenzwerte für Früh- und Reifgeborene berücksichtigt werden. So liegt die untere Grenze des Referenzwertes für Phosphat bei Frühgeborenen höher (1,6 mmol/l, 5 mg/dl) als bei Erwachsenen (1,0 mmol/l, 3 mg/dl). Für Magnesium wurde für Früh- und Reifgeborene in den ersten 2 Lebenswochen ein Normalbereich von 0,7–1,5 mmol/l vorgeschlagen [39].

Eine Ca- und P-Ausscheidung im Urin von >1 mmol/L weist auf einen leichten angestrebten Überschuss hin.

Merke

Frühgeborene mit „intrauteriner Wachstumsverzögerung“ (IUGR) haben aufgrund ihres hohen Phosphatbedarfs für das Wachstum ein erhöhtes Risiko für eine Hypophosphatämie. Diese kann sich durch Muskelschwäche, Atemnotsyndrom und myokardiale Dysfunktion äußern. Daher sollte die Plasmaphosphatkonzentration innerhalb der ersten Lebenstage sorgfältig kontrolliert werden [31].

Eine maternale antenatale Magnesiumtherapie muss bei der Magnesiumzufuhr in den ersten Tagen berücksichtigt werden. Magnesiummangel kann zu einer unzureichenden Parathormonfreisetzung sowie zu einer peripheren Parathormonresistenz mit einer anschließenden Hypokalzämie führen [31].

Vitamine

Frühgeborene haben reduzierte Vitaminspeicher. Daher sollen fett- und wasserlösliche Vitamine ab dem 1. Lebenstag täglich zusammen mit der Lipidemulsion verabreicht werden. Durch die gemeinsame Verabreichung mit der Lipidemulsion lässt sich die Stabilität der Vitamine erhöhen. Serum-Vitamin-Konzentrationen müssen und sollen nicht routinemäßig bestimmt werden [28,40].

Spurenelemente

Auch Spurenelemente sollen ab dem 1. Lebenstag täglich zusammen mit der Lipidemulsion verabreicht werden. Eine routinemäßige Bestimmung von Spurenelementen wird nicht empfohlen. Im Rahmen einer Cholestase kann erwogen werden, den Manganspiegel zu bestimmen und die Zufuhr zu pausieren, da hohe Manganspiegel eine IFALD begünstigen können [28,41].

KERNAUSSAGEN

- Fehlernährung geht mit signifikanten kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen einher; Mangelernährung führt zu einer suboptimalen motorischen, kognitiven und Verhaltensentwicklung.
- Hyperalimentation kann mit Stoffwechselprogrammierung und einem gesteigerten Risiko eines metabolischen Syndroms einhergehen.
- Ein rascher enteraler Nahrungsaufbau mit Steigerungsraten von z. B. 30(–40) ml/kg KG/d kann das Risiko einer Late-Onset-Infektion verringern, ohne das Risiko einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEK) zu erhöhen.
- Um den minimalen Energiebedarf zu decken, sollte Frühgeborenen am 1. Lebenstag mindestens 45–55 kcal/kg KG/d zugeführt werden.
- Auch bei VLBW- und ELBW-Frühgeborenen wird empfohlen, bereits am 1. Lebenstag mit der parenteralen Zufuhr von Aminosäuren und Fetten zu beginnen.
- In der Phase des stabilen Wachstums wird eine Gewichtszunahme von 17–20 g/kg KG/d angestrebt. Dazu wird bei VLBW-Frühgeborenen eine intravenöse Energieaufnahme von 90–120 kcal/kg KG/d empfohlen.
- Im Gegensatz zu früheren Empfehlungen bei Frühgeborenen sollte eine parenterale Aminosäurezufuhr über 3,5 g/kg KG/d nur im Rahmen klinischer Studien verabreicht werden. Bei Reifgeborenen sollte die maximale parenterale Aminosäurezufuhr 3,0 g/kg KG/d nicht überschreiten.
- Bei Früh- und Reifgeborenen sollte die parenterale Lipidaufnahme 4 g/kg KG/d nicht überschreiten.
- Langfristig gesehen ist eine bedarfsgerechte, individuelle klinische Ernährung mit standardisierten Ernährungsprotokollen ein gutes Investment in die Gesundheit von Neugeborenen und in unsere Gesellschaft.

Schlüsselwörter

parenteral, enteral, Nährstoffbedarf, Stillen, Programmierungseffekte

Interessenkonflikt

Erklärung zu finanziellen Interessen

Forschungsförderung erhalten: nein; Honorar/geldwerten Vorteil für Referententätigkeit erhalten: ja, von einer anderen Institution (Pharma- oder Medizintechnikfirma usw.); Bezahlter Berater/interner Schulungsreferent/Gehaltsempfänger: nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Nicht-Sponsor der Veranstaltung): nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Sponsor der Veranstaltung): nein.

Erklärung zu nichtfinanziellen Interessen

Mitglied d. Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)
Präsidium der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) – Vizepräsident
Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG) – Berater
Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA) – Experte

Autorinnen/Autoren



Hanna Petersen

Dr. med. MSc, Jahrgang 1979. Studium der Humanmedizin in Berlin, Lissabon, Portugal, und Fortaleza, Brasilien. Facharztausbildung Pädiatrie, Schwerpunktbezeichnung Neonatologie am Ev. Waldkrankenhauses Spandau und an der Charité Berlin. Master of Infectious Diseases an der London School of Hygiene and Tropical Medicine, Zusatzbezeichnung Krankenhaushygiene. Oberärztin der Neonatologie des Evangelischen Waldkrankenhauses Spandau in Berlin. Arbeitsschwerpunkte: klinische Studien zur Ernährung von Termin- und Frühgeborenen.



Antonia Nomayo

Dr. med., Jahrgang 1976. Fachärztin für Kinder- und Jugendmedizin, Neonatologin. Studium der Humanmedizin, klinische Ausbildung und Promotion an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, ärztliche Tätigkeit an der Kinderklinik Fulda, seit 2010 Oberärztin der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin am Ev. Waldkrankenhaus Spandau, Berlin. Arbeitsschwerpunkte: neonatologische und pädiatrische Ernährungsforschung mit Themenschwerpunkt klinische Studien zur Ernährung von Termin- und Frühgeborenen.



Frank Jochum

Facharzt für Kinder und Jugendmedizin, Neonatologe und päd. Intensivmediziner. 2008–2014 Ärztlicher Direktor des Ev. Waldkrankenhauses Spandau, Berlin, seit 2004 Chefarzt der dortigen Klinik für Kinder- und Jugendmedizin. Lehrauftrag an der medizinischen Hochschule Brandenburg, Theodor Fontane (MHB). Vorstandsmitglied der Vereinigung leitender Kinderärzte und Kinderchirurgen Deutschlands (VLKKD), Mitglied der Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ), seit 2020 Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM). Schwerpunkte: Neonatologie, pädiatrische Intensivmedizin, klinische Ernährungsforschung.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Frank Jochum
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Ev. Waldkrankenhaus Spandau
Stadtrandstr. 555
13589 Berlin
Deutschland
E-Mail: f.jochum@waldkrankenhaus.com

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist PD Dr. med. Frank Jochum, Berlin.

Literatur

- [1] Stensvold HJ, Strommen K, Lang AM et al. Early enhanced parenteral nutrition, hyperglycemia, and death among extremely low-birth-weight infants. *JAMA Pediatr* 2015; 169: 1003–1010
- [2] Hulst J, Joosten K, Zimmermann L et al. Malnutrition in critically ill children: from admission to 6 months after discharge. *Clin Nutr* 2004; 23: 223–232
- [3] Mameli C, Mazzantini S, Zuccotti GV. Nutrition in the first 1000 days: The origin of childhood obesity. *Int J Environ Res Public Health* 2016; 13: 838
- [4] Edmonds CJ, Isaacs EB, Cole TJ et al. The effect of intrauterine growth on verbal IQ scores in childhood: A study of monozygotic twins. *Pediatrics* 2010; 126: e1095–e1101
- [5] Hayakawa M, Okumura A, Hayakawa F et al. Nutritional state and growth and functional maturation of the brain in extremely low birth weight infants. *Pediatrics* 2003; 111: 991–995
- [6] Friis-Hansen B. Body water compartments in children: changes during growth and related changes in body composition. *Pediatrics* 1961; 28: 169–181
- [7] Fomon SJ, Haschke F, Ziegler EE et al. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr* 1982; 35: 1169–1175

- [8] Fawer C-L, Torrado A, Guignard JP. Maturation of renal function in full-term and premature neonates. *Helv Paediatr Acta* 1979; 34: 11–21
- [9] Lucas A. Programming by early nutrition in man. *Ciba Found Symp* 1991; 156: 38–50, discussion 50–55
- [10] Okumura A, Hayakawa M, Oshiro M et al. Nutritional state, maturational delay on electroencephalogram, and developmental outcome in extremely low birth weight infants. *Brain Developm* 2010; 32: 613–618
- [11] Jasani B, Patole S. Standardized feeding regimen for reducing necrotizing enterocolitis in preterm infants: an updated systematic review. *J Perinatol* 2017; 37: 827–833
- [12] Franco KA, O'Mara K. Impact of computerized provider order entry on total parenteral nutrition in the neonatal intensive care unit. *J Pediatr Pharmacol Ther* 2016; 21: 339–345
- [13] Morgan J, Young L, McGuire W. Delayed introduction of progressive enteral feeds to prevent necrotising enterocolitis in very low birth weight infants. *Coch Data Syst Rev* 2014; 12: CD001970
- [14] Morgan J, Bombell S, McGuire W. Early trophic feeding versus enteral fasting for very preterm or very low birth weight infants. *Coch Data Syst Rev* 2013; 3: CD000504
- [15] Oddie SJ, Young L, McGuire W. Slow advancement of enteral feed volumes to prevent necrotising enterocolitis in very low birth weight infants. *Coch Data Syst Rev* 2021; 8: CD001241
- [16] Parker LA, Weaver M, Murgas Torrazza RJ et al. Effect of gastric residual evaluation on enteral intake in extremely preterm infants: A randomized clinical trial. *JAMA Pediatr* 2019; 173: 534–543
- [17] Aynsley-Green A, Adrian TE, Bloom SR. Feeding and the development of enteroinsular hormone secretion in the preterm infant: effects of continuous gastric infusions of human milk compared with intermittent boluses. *Acta Paediatr Scand* 1982; 71: 379–383
- [18] de Ville K, Knapp E, Al-Tawil Y et al. Slow infusion feedings enhance duodenal motor responses and gastric emptying in preterm infants. *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 103–108
- [19] DeMauro SB, Abbasi S, Lorch S. The impact of feeding interval on feeding outcomes in very low birth-weight infants. *J Perinatol* 2011; 31: 481–486
- [20] Mathur NB, Dwarkadas AM, Sharma VK et al. Anti-infective factors in preterm human colostrum. *Acta Paediatr Scand* 1990; 79: 1039–1044
- [21] Chetta KE, Schulz EV, Wagner CL. Outcomes improved with human milk intake in preterm and full-term infants. *Semin Perinatol* 2021; 45: 151384
- [22] Nasuf AWA, Ojha S, Dorling J. Oropharyngeal colostrum in preventing mortality and morbidity in preterm infants. *Coch Data Syst Rev* 2018; 9: CD011921
- [23] Sharif S, Meader N, Oddie SJ et al. Probiotics to prevent necrotising enterocolitis in very preterm or very low birth weight infants. *Coch Data Syst Rev* 2020; 10: CD005496
- [24] Genzel-Boroviczény O, Jenke A, Mihatsch W et al. AWMF-Leitlinie 024-009 Nekrotisierende Enterokolitis. 2017: 1–24
- [25] Agostoni C, Buonocore G, Carnielli VP et al. Enteral nutrient supply for preterm infants: commentary from the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2010; 50: 85–91
- [26] Domellöf M, Braegger C, Campoy C et al. Iron requirements of infants and toddlers. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2014; 58: 119–129
- [27] Jochum F, Moltu SJ, Senterre T et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Fluid and electrolytes. *Clin Nutr* 2018; 37: 2344–2353
- [28] Greber-Platzer S, Haiden N, Hauer AC et al. Parenterale Ernährung von Früh-, Neugeborenen, Kindern und Jugendlichen. *Monatsschr Kinderheilkd* 2021; 168: 634–643
- [29] Hartnoll G, Bétrémieux P, Modi N. Randomised controlled trial of postnatal sodium supplementation on oxygen dependency and body weight in 25–30 week gestational age infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2000; 82: F19–F23
- [30] Bell EF, Acarregui MJ. Restricted versus liberal water intake for preventing morbidity and mortality in preterm infants. *Coch Data Syst Rev* 2014; 12: CD005496
- [31] Mihatsch W, Fewtrell M, Goulet O et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Calcium, phosphorus and magnesium. *Clin Nutr* 2018; 37: 2360–2365
- [32] Joosten K, Embleton N, Yan W et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Energy. *Clin Nutr* 2018; 37: 2309–2314
- [33] Mesotten D, Joosten K, van Kempen A et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Carbohydrates. *Clin Nutr* 2018; 37: 2337–2343
- [34] van Goudoever JB, Carnielli V, Darmaun D et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Amino acids. *Clin Nutr* 2018; 37: 2315–2323
- [35] Lapillonne A, Fidler Mis N, Goulet O et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Lipids. *Clin Nutr* 2018; 37: 2324–2336
- [36] Vlaardingerbroek H, van Goudoever JB. Intravenous lipids in preterm infants: impact on laboratory and clinical outcomes and long-term consequences. *World Rev Nutr Diet* 2015; 112: 71–80
- [37] Lapillonne A, Moltu SJ. Long-chain polyunsaturated fatty acids and clinical outcomes of preterm infants. *ANM* 2016; 69: 35–44
- [38] Chessex P, Laborie S, Nasef N et al. Shielding parenteral nutrition from light improves survival rate in premature infants. *J Parent Ent Nutr* 2017; 41: 378–383
- [39] Colantonio DA, Kyriakopoulou L, Chan MK et al. Closing the gaps in pediatric laboratory reference intervals: A CALIPER database of 40 biochemical markers in a healthy and multi-ethnic population of children. *Clin Chem* 2012; 58: 854–868
- [40] Bronsky J, Campoy C, Braegger C et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Vitamins. *Clin Nutr* 2018; 37: 2366–2378
- [41] Domellöf M, Sztanyi P, Simchowicz V et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Iron and trace minerals. *Clin Nutr* 2018; 37: 2354–2359

Bibliografie

Neonatologie *Scan* 2022; 11: 65–80
 DOI 10.1055/a-0877-2985
 ISSN 2194-5462
 © 2022. Thieme. All rights reserved.
 Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
 70469 Stuttgart, Germany

Punkte sammeln auf [CME.thieme.de](https://cme.thieme.de)



Diese Fortbildungseinheit ist in der Regel 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Unter <https://eref.thieme.de/CXCU953> oder über den QR-Code kommen Sie direkt zur Startseite des Wissenstests und zum Artikel. Sie finden dort auch den genauen Einsendeschluss. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <https://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung.

Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

VNR 2760512022161724119



Frage 1

Welche Aussage zu Frühgeborenen ist richtig?

- A Der Wassergehalt des Körpers ist reife- und altersunabhängig.
- B Unter Perspiratio insensibilis versteht man den unsichtbaren Wasserverlust über die Haut.
- C Die glomeruläre Filtrationsfähigkeit der Niere sowie die tubuläre Rückresorption und die Cl⁻- und H⁺-Ionen-Elimination ist bei Frühgeborenen im Vergleich zu älteren Kindern höher.
- D Der relative Nährstoffbedarf von Frühgeborenen ist niedriger als bei Reifgeborenen.
- E Bei Frühgeborenen ist der Flüssigkeitsumsatz pro kg Körpergewicht niedriger als in jeder anderen Altersklasse.

Frage 2

Welche Aussage zu Frühgeborenen ist falsch?

- A Der Energieumsatz pro kg Körpergewicht ist höher als in anderen Altersklassen.
- B Bei Frühgeborenen ist der Flüssigkeitsumsatz pro kg Körpergewicht höher als in jeder anderen Altersklasse.
- C Bei Frühgeborenen kann eine Hyperchlorämie als frühes Warnzeichen einer beginnenden Dehydratation gewertet werden.
- D Bei nicht exakt an den Bedarf angepasster Flüssigkeitssubstitution kommt es bei Frühgeborenen schneller zu Imbalanzen als in jeder anderen Lebensphase.
- E Die Konzentrationsfähigkeit der Niere ist bei Frühgeborenen höher als bei Reifgeborenen.

Frage 3

Welche Aussage zu den postnatalen Anpassungsphasen ist richtig?

- A Die Transitionsphase endet i. d. R. dann, wenn das Geburtsgewicht wieder erreicht wird.
- B In der Zwischenphase kann Diurese und Natriumausscheidung noch hoch sein.
- C Eine großzügige Flüssigkeitszufuhr in der Transitionsphase beeinflusst die Dauer einer Atemhilfs- bzw. Respiratortherapie günstig.
- D Nach initialem postnatalen Gewichtsverlust wird das Geburtsgewicht i. d. R. nach 2–3 Lebenstagen wieder erreicht.
- E Die Zwischenphase endet i. d. R. mit dem maximalen Gewichtsverlust.

Frage 4

Welche der folgenden Umstände führt nicht zu einem gesteigerten relativen Flüssigkeitsbedarf?

- A Fieber
- B Fototherapie
- C Respiratortherapie mit angefeuchtetem Atemgas
- D SGA (small for gestational age)
- E Diarrhö

Frage 5

Welche Aussage zu Auswirkungen frühkindlicher Ernährung ist falsch?

- A Bei Frühgeborenen < 1500 g Geburtsgewicht ist eine Vitamin-D-Zufuhr von 800–1000 IU pro Tag empfohlen.
- B Eine übermäßige Energieaufnahme kann das Risiko von Komplikationen erhöhen, z. B. für Hyperglykämie.
- C Es gilt heute als gesichert, dass Wachstum unterhalb der physiologischen intrauterinen Entwicklung mit metabolischen Programmierungseffekten verbunden ist.
- D Medikamente, die die renale Elektrolytrückresorption beeinflussen (z. B. Diuretika und oder Koffein), können trotz relativem Kalziummangel zu einer normalen Kalziumurinausscheidung führen.
- E Hyperalimentation kann zu einem erhöhten Risiko für Infektionen, einer eingeschränkten Leberfunktion durch Steatose oder einer abnormen Stoffwechselprogrammierung führen.

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung ...

Frage 6

Welche Aussage zur parenteralen Ernährung ist richtig?

- A Fett- und wasserlösliche Vitamine sollen ab dem 1. Lebens- tag täglich zusammen mit der Lipidemulsion verabreicht werden.
- B Bei Frühgeborenen sind Blutzucker-Imbalanzen in der frü- hen Anpassungsphase selten.
- C Bei Frühgeborenen sollen Aminosäuren und Lipide erst ab dem 3. Lebenstag parenteral zugeführt werden.
- D Lipidemulsionen müssen nicht lichtgeschützt verabreicht werden.
- E Um eine ausreichende Kalorienzufuhr zu erzielen, soll die Glukosezufuhr am 1. Lebenstag mit 10 mg/kg KG/min be- gonnen werden.

Frage 7

Welche Aussage über Mutter- und Humanmilch ist falsch?

- A Frühgeborenenmilch unterscheidet sich hinsichtlich der Zusammensetzung von reifer Muttermilch.
- B Für Spendermilch konnte eine Reduktion des NEK- und BPD-Risikos nachgewiesen werden.
- C Die Ernährung mit Muttermilch gilt als protektiv z. B. gegen das Entstehen einer NEK, ROP sowie BPD.
- D Mutter- bzw. Frauenmilch ist kalorisch perfekt auf Frühge- borene abgestimmt.
- E Der Eiweißgehalt von Frühgeborenen-Milch ist in den ers- ten Monaten der Laktation höher als bei Müttern von Reif- geborenen.

Frage 8

Welche Aussage zum enteralen Nahrungsaufbau ist falsch?

- A Die oropharyngeale Kolostrumgabe verkürzt möglicher- weise die Zeit bis zur vollständigen enteralen Ernährung.
- B Eine routinemäßige Messung von Magenresten hilft, das Auftreten einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEK) zu vermeiden.
- C Ein rascher enteraler Nahrungsaufbau mit Steigerungsraten von z. B. 30 ml/kg KG/d ist auch bei sehr unreifen Frühge- borenen sicher.
- D Probiotika sind lebende Mikroorganismen, von denen ge- sundheitsfördernde Wirkungen erwartet werden.
- E Bei Kindern unter 1500 g Geburtsgewicht wird oft mit 12 Mahlzeiten pro Tag begonnen.

Frage 9

Welche Aussage zur enteralen Ernährung ist richtig?

- A Die enterale Resorptionsquote von Kalzium ist höher als die von Phosphat.
- B Bei sehr kleinen Frühgeborenen wird eine Eisensupplemen- tation mit einer Dosierung von 2–3 mg/kg KG/d begonnen.
- C Die Bereitschaft zur oralen Nahrungsaufnahme tritt meist zwischen der 26. und 28. Schwangerschaftswoche auf.
- D Spendermilch ist Muttermilch hinsichtlich ihrer Zusam- mensetzung häufig überlegen.
- E Um die metabolische Kapazität von Frühgeborenen nicht zu überfordern, sind längere Intervalle zwischen den Nah- rungsgaben als bei Reifgeborenen erforderlich.

Frage 10

Welche Aussage zur enteralen Ernährung ist falsch?

- A Zur Prävention einer Frühgeborenen-Osteopenie ist eine Supplementation mit Kalziumphosphat bei sehr unreifen Frühgeborenen sinnvoll.
- B Ein rascher enteraler Nahrungsaufbau kann das Risiko einer Late-Onset-Infektion verringern, ohne das Risiko einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEK) zu erhöhen.
- C Trophic Feeding ist sicher und geht nicht mit einem erhöh- ten Risiko für nekrotisierende Enterokolitis (NEK) einher.
- D Die kontinuierliche Nahrungsaufnahme bei Neugeborenen ohne zugrunde liegende Magen-Darm-Erkrankung hat ernährungsphysiologische Vorteile.
- E Die Anreicherung von humaner Milch kann entweder im Sinne einer standardisierten Supplementation oder indivi- dualisiert erfolgen.