
Modül 10.2

Çocuk Hastalarda Parenteral Nütrisyon (2nci Edisyon, 2013)

Raanan Shamir
Institute for Gastroenterology,
Nutrition and Liver Diseases,
Schneider Children's Medical Center,
Sackler Faculty of Medicine,
Tel Aviv University, İsrail

Çeviri: Çiğdem Ulukaya Durakbaşı

Öğrenme hedefleri

- Bebeklerde, çocuklarda ve ergenlerde parenteral nütrisyon (PN) ile ilgili temel kavramların kazanılması;
- Çocuk hastalarda PN'nin endikasyonlarının ve kontrendikasyonlarının tanımlanması;
- PN'de bebek, çocuk ve ergenlere özel etik konuların ayırt edilmesi;
- Su, enerji, amino asitler, glikoz, lipitler, mineraller, eser elementler ve vitaminleri içerecek şekilde, PN gereksinimlerinin gözden geçirilmesi;
- Yerleştirilme, bakım ve komplikasyonları içerecek şekilde venöz erişimin çocuklara özel güçlüklerini anlamak;
- Enteral nütrisyon (EN) başlatılmasını ve hastanın devamlı tüple beslenmeden ayrılmasını sağlayabilmek;
- Hastane ortamında PN istemi yapma ve monitorize etmeyle ilgili güncel standartların gözden geçirilmesi;
- Çocuk hastalarda evde PN'nin üstünlüklerinin ve kullanımı ile ilgili güncel kavramların tartışılması;
- Çocuk PN'sinin olası komplikasyonlarının, bunların önlenmesinin ve nasıl başa çıkılacağına gözden geçirilmesi.

İçindekiler

1. Bebek, çocuk ve ergenlerde parenteral nütrisyon (PN) ile ilgili temel kavramlar
 - 1.1. Çocuk hastalarda PN
 - 1.2. PN endikasyonları
 - 1.3. Etik konular

2. Parenteral substrat verilmesi
 - 2.1. Sıvı ve elektrolitler
 - 2.2. Enerji
 - 2.3. Amino asitler
 - 2.4. Glikoz
 - 2.5. Lipitler
 - 2.6. Mineraller ve eser elementler
 - 2.7. Vitaminler
3. Damar yolu erişimi
4. Hastanelerde PN istemi yapılması ve monitorizasyon
5. Evde parenteral beslenme
6. Komplikasyonların önlenmesi ve başa çıkılması
7. Özet

Anahtar mesajlar:

- Parenteral nütrisyon (PN) yeterli enerji ve besin gereksiniminin oral veya enteral beslenme yoluyla karşılanamaması durumunda gereklidir.
- Yeterli ince bağırsak fonksiyonu olup enteral (tüp) yolla beslenebilen hastalarda genel olarak PN gereksinimi yoktur.
- Bakım kalitesini artırmak için PN istemleri ve monitorizasyonu önceden üzerinde anlaşma sağlanmış algoritmaları izlemelidir.
- Yetersiz besin verilmesinin sonuçlarını saptamak amacıyla, bebekler, çocuklar ve ergenler haftada 2-3 kez değerlendirilmelidir (örneğin, hasta için uygun olarak klinik muayeneler, peresntil değerlerine göre ağırlık değişimi, antropometri, laboratuvar sonuçları, parenteral ve enteral besin ögesi desteğinin değerlendirilmesi, .
- Başka nedenlerle hastanede yatması gerekmeyen ve uzun süreli PN'ye bağımlı bebek ve çocuklarda en iyi seçenek evde PN'dir. Evde PN bu çocuklara nozokomial enfeksiyon riskinin azalmasıyla birlikte büyüme ve gelişme için en iyi çevreyi sağlar ve aile ve çocuğun yaşam kalitesini belirgin olarak artırır.
- Bebek ve çocukların bakımı ile ilgilenen tüm tedavi merkezlerinde multidisipliner çocuk beslenmesi destek ekiplerinin kurulması kuvvetle önerilir. Bu ekipler PN'nin ve genel olarak beslenme desteğinin kalitesini önemli oranda artırabilir.
- ESPGHAN ve ESPEN tarafından oluşturulan çocuk parenteral beslenmesi ile ilgili kanıta dayalı kılavuzlar, verilen ürünlerin dozajları dahil olmak üzere, uygulamaları yönlendirmelidir.

1. Bebek, çocuk ve ergenlerde parenteral nütrisyon (PN) ile ilgili temel kavramlar

1.1. Çocuk hastalarda PN

Parenteral nütrisyon (PN), bağırsak yetmezliğine yol açan bozuk veya olgunlaşmamış sindirim sistemi fonksiyonu nedeniyle, yeterli oral veya enteral beslenemeyen bebek, çocuk ve ergenleri tedavi etmek için kullanılır. Bağırsak

yetmezliği, sindirim sisteminin sağlıklı yaşamı ve büyümeyi sağlayabilecek kadar yeterlilikte makrobesin ve/veya su ve elektrolitleri alamadığı, sindiremediği ve ememediği durumlardır. Bağırsak yetmezliği olan veya fonksiyonel olarak bağırsakları olgunlaşmamış bebek ve çocuklarda parenteral yolla yeterli besinlerin verilerek büyümenin sağlanabilmesi, ocuk hastalıklarında son 50 yılda sağaltıma yönelik sağlanan en önemli gelişmelerden birisidir. Besin maddeleri gereksinimi konusundaki bilginin artması, bunların verilme tekniğindeki gelişim ile komplikasyonların önlenmesi ve tedavisine yönelik öngörünün artmasıyla hastane ve evlerde daha güvenli ve etkin PN uygulanması mümkün olmuştur. Güncel uygulamada, daha düşük komplikasyon oranları, bağırsak nakline daha az gereksinim ve daha az ölüm oranlarıyla, PN'nin çok uzun süreler boyunca hatta yaşam boyunca verilmesi mümkündür.

Uzun süreli bağırsak yetmezliği olan ve PN alan çocukların, altta yatan hastalıkları el verdiği ölçüde, büyüme ve normal gelişim gösterme, ayrıca kaliteli bir yaşam sürebilme olanağı vardır.

Bütün bu gelişmelere karşın, çoğu besin maddesinin optimal dozu ile komplikasyonların önlenmesi ve tedavisi gibi konularda yeterince bilgi yoktur veya belirsizlikler ile tartışmalı konular vardır.

Bu modülde verilen kılavuz bilgiler ile neriler ESPGHAN ve ESPEN'in kanıta dayalı parenteral nütrisyon kılavuzlarını temel almıştır. Daha ayrıntılı bilgi alabilmek için bu kaynaklara başvurulması önerilir (1).

1.2. PN endikasyonları

Oral ya da enteral yollarla uygun büyümeyi sağlamaya ve malnütrisyonu engellemeye yetecek beslenmenin mümkün olmadığı durumlarda PN endikasyonu vardır. PN oral veya enteral beslenmeye göre daha pahalı ve daha risklidir. Bu nedenle, yeterli zen, özelleşmiş enteral nütrisyon ve yapay beslenme cihazlarının kullanımı gibi önlemlerle PN'den kaçınmak mümkünse, uygulanmamalıdır. Oral tüple veya gastrostomi ile beslenebilen ve bağırsak fonksiyonları yeterli olan hastalarda PN uygulanmaz.

PN'nin zamanlaması hastanın koşullarına, yaşına ve boyutuna bağımlıdır.

Çocukların yaşı ve vücut boyutu azaldıkça, yetersiz enerji ve besin alımında bağlı riskler ve istenmeyen sonuçlar artar. Özellikle süt çocuklarıyla çocuklar, açlığın yol açacağı sonuçlara daha duyarlıdır. 1 kg ağırlığındaki preterm bir bebeğin vücudunda yalnızca %1 yağ ve %8 protein vardır. Bu bebeğin non-protein kalori rezervi yalnızca 110 kcal/kg (460 kJ/kg) vücut ağırlığı kadardır. Bebeğin vücut boyutu arttıkça yağ ve protein miktarı da artar; bir yaşında ve 10,5 kg ağırlığındaki bir çocukta non-protein kalori rezervi 220 kcal/kg (920 kJ/kg) civarındadır.

Çocuklarda malnütrisyon nedeniyle bağışıklık sistemi, kas ve kalp-solunum sistemi gibi doku fonksiyonlarındaki bozulmaya ek olarak, büyüme ve gelişme de etkilenir. Somatik büyüme bimodal yolla olur. Süt çocukluğunda en hızlı dönem yaşanır, daha sonra azalır ve pubertede ikinci bir hızlanma olur. Vücudun çeşitli organları yalnızca belli zaman aralıklarında büyüme ve gelişme gösterebilir. Bu durum özellikle gebeliğin son trimesteriyle yaşamın ilk iki yılında büyüyen beyin için geçerlidir. Büyümenin kritik evrelerinde yetersiz beslenme büyümenin

yavaşlamasına ve geri kalmasına yol açabilir; beslenmenin daha sonra düzelmesiyle de aradaki açık kapatılamayabilir. Ağır malnütrisyonda, ilerleyici hastalıkta ve nütisyonel gereksinimlerin karşılanamaması durumunda, adolesan dönemde büyüme potansiyeli kullanılamaz. Bu nedenlerle hasta çocuklar yetersiz büyüme ve nütisyonel hastalıklar bakımından daha büyük risk altındadır. Bir bütün olarak ele alındığında, özellikle bebek ve çocukların risk altında olmasının gerekçeleri şu şekilde sıralanabilir:

- Hızlı büyümeden kaynaklanan ek metabolik gereksinimler nedeniyle, vücut ağırlığı kilogramı başına düşen besin gereksinimi ergen ve yetişkinlere göre daha yüksektir (2);
- Besin sağlanmasının sınırlı olduğu dönemlerle başa çıkabilme yetileri sınırlıdır. Çünkü besinlerin vücut depoları azdır ve emilimle, metabolizmayla ve böbreklerden tutulumla ilgili fonksiyonlar olgunlaşmamıştır;
- Özellikle, hızlı büyüme ve organ gelişimi dönemlerinde, sınırda veya yetersiz besin alımının ciddi sonuçları vardır. Bu durum hastalığın sonucunu doğrudan etkileyebilir. Erken metabolik programlanma nedeniyle, organ fonksiyonları etkilenebilir ve yaşam boyu sürecek sağlık ve hastalık riskleri ortaya çıkabilir. Bu nedenlerle, çocuk hastalarda fizyolojik gereksinimleri karşılamayan düşük enerji ve besin desteğine izin verilmemeli, PN kullanımını da içerecek uygun beslenme düzenlemesi yapılmalıdır. Farklı yaşlardaki çocukların vücut boyutları ve enerji gereksinimleri göz önüne alınarak, aç kalan bir çocukta vücut proteininin üçte birinin katabolize olacağı gün sayısı hesaplanabilir. Daha büyük çocuklarla ergenlerde, vücudun mevcut beslenme durumu, hastalık ve uygulanan tıbbi ya da cerrahi bakım gibi etkenlere bağlı olarak, yetersiz besin alımı 7 güne kadar uzayan süreler boyunca tolere edilebilir. Olası her durumda PN bir miktar (en azından minimal) ağızdan veya enteral beslenme ile birlikte kullanılmalıdır.

1.3 Etik konular

Altta yatan hastalığın düzelmesi için çok az olasılık olsa ve hatta hiç olasılık olmasa bile, PN bağırsak yetmezliği olan bir çocuğa hayatta kalma şansı verir. Bir çocuğu PN ile tedavi etmeye devam etmenin, tıbben mümkün de olsa, faydalı olmadığı durumlar vardır. PN uygulamaya devam edilmesinin verdiği acı, elde edilmesi olası potansiyel faydaların üstüneyse etik konular devreye girer.

Tedavinin devam etmesi çocuğun bakımında ve ailede dayanılmaz bir yük halini alabilir. Örnek olarak, bir yenidoğan ünitesinde yalnızca birkaç gün veya hafta gerekeceği düşünülerek erken doğan bir bebeğe PN başlanabilir. Tedavi sürerken bebekte var olan bağırsak yetmezliğine ek olarak, majör organ yetmezliği de gelişebilir. Eğer bağırsak fonksiyonlarında düzelme sağlanamazsa ve başka bir majör organında da yetmezlik bulgusu varsa, uzun süreli evde PN uygulaması gereksinimiyle ilgili olarak, tedavinin amaç ve hedeflerini değiştirmek uygun olabilir. PN'den fayda umulmayacak bir diğer durum da diğer tedavilerin kesildiği ve ölümün kaçınılmaz şekilde beklendiği bir çocuktur. Bu ikinci örnek özellikle evde PN uygulamalarında göz önüne alınmalıdır. Çocuklarını PN infüzyonları ile yaşamda tutabilmek için zorlu bir çaba göstermekteyken ailenin bir yandan da

onun ölümü düşüncesine hazırlanması kolay değildir. Etik konularla ilgili olarak çocuğun bakımında görev alan tüm profesyonel ekibin katıldığı multidisipliner bir toplantıda değerlendirme yapılması önemlidir. Bu toplantının amacı çocuğa özel en iyi tedavi planının yapılması ve her bir profesyonelin tedavide yapılacak değişikliklerin gerekçelerini anlamasıdır. Daha sonra iki veya üç profesyonelden oluşan küçük bir grup aile ile gerekli fikir alışverişini yapabilir. Ancak bundan sonra uygun tedavi ve hareket planı yapılabilir. Eğer tedavi sonlandırılacaksa, aileler genellikle çocuklarını eve götürmeyi tercih edeceğinden paliyatif bakımı planlayacak bir ekibin devreye sokulması uygun olur.

2. Parenteral substrat desteği

2.1. Sıvı ve elektrolitler

Sıvı gereksinimi önemli ölçüde değişiklik gösterir ve her bir hastanın durumuna göre ayarlanmalıdır. Örneğin, bazı böbrek ve kalp hastalıklarında düşük sıvı alımı gerekirken, ateş, hiperventilasyon, ishal veya fistüllü yaralar gibi nedenlerle artmış kaybın olduğu durumlarda ise yüksek sıvı alımı gerekir.

Akılda tutulması gereken önemli bir ilke vardır: hacim ve içerik (elektrolitler) olarak gerçekleşen kayıplar günlük bazal gereksinime eklenmelidir. Sıvı dengesinin izlenmesi yaşamsal öneme sahiptir. Hastanın klinik durumu, vücut ağırlığı ve eğer mümkünse su alımı ve çıkardığı, kan elektrolitleri, asit baz dengesi, hematokrit, idrar özgül ağırlığı ve idrar elektrolitleri kaydedilmelidir.

Doğumu izleyen 3-6 gün içinde sıvı alımı yavaş artırılmalıdır. Bu dönem hücre dışı sıvı kompartmanından kaybın olduğu sürece denk gelir (**Tablo 1**).

Tablo 1. Doğumu izleyen ilk günlerde yani, hücre dışı bölüm sıvı kaybının olduğu geçiş döneminde zamanında ve erken doğan yenidoğanlar için önerilen aşamalı sıvı alımı artırılması (mL/kg vücut ağırlığı);

Doğumdan sonraki gün	1. gün	2. gün	3. Gün	4. gün	5. gün	6. gün
Miyadında yenidoğan	60-120	80-120	100-130	120-150	140-160	140-180
Erken doğmuş (preterm) yenidoğan >1500 g	60-80	80-100	100-120	120-150	140-160	140-160
Erken doğmuş (preterm) yenidoğan <1500 g	80-90	100-110	120-130	130-150	140-160	160-180

Serum elektrolit düzeyleri kontrol edilerek Na⁺ desteği ilk 2 gün içinde ve K⁺ desteği ise idrar çıkışının başlamasından sonra başlanabilir (**Tablo 2**).

Tablo 2. Doğumdan sonraki ilk 3-6 gün içinde önerilen Na⁺, K⁺ ve Cl⁻ desteği (mmol/kg vücut ağırlığı/gün). Bu dönem hücre dışı sıvı kompartmanından kaybın gerçekleştiği geçiş dönemidir. K⁺ idrar çıkışının başlamasından sonra verilir.

Na⁺	0-3 (5)
K⁺	0-2
Cl⁻	0-5

Hücre dışı sıvı miktarının azalmasından sonraki stabilizasyon dönemi 5-15 gün arasında ve doğum ağırlığının tekrar kazanılıp böbrekler daha konsantre idrar üretmeye başladığında tamamlanır. Bu dönem süresinde sıvı ve elektrolitler daha yüksek miktarlarda verilir (**Tablo 3**).

Tablo 3. Miyadında ve erken doğan bebekler için hücre dışı sıvı kaybının tamamlandığı stabilizasyon döneminde önerilen sıvı ve elektrolit desteği (Bu dönem 5-15 gün sürebilir ve doğum tartısına ulaşıp böbrekler de daha konsantre idrar üretmeye başladığında tamamlanır; günlük beklenen tartı alımı 10-20 g/kg vücut ağırlığı/gündür)

Doğum ağırlığı	Sıvı alımı (ml/kg vücut ağırlığı/ gün)	Na⁺ alımı (mmol/kg vücut ağırlığı/ gün)	K⁺ alımı (mmol/kg vücut ağırlığı/ gün)	Cl⁻ alımı (mmol/kg vücut ağırlığı/ gün)
Miyadında yenidoğan	140-170	2,0-5,0	1,0-3,0	2,0-3,0
Preterm >1500 g	140-160	3,0-5,0	1,0-3,0	3,0-5,0
Preterm <1500 g	140-180	2,0-3,0 (5)	1,0-2,0	2,0-3,0

Düzenli büyümenin olduğu üçüncü dönemde amaç, fizyolojik büyüme hızını yakalamaktır. Önerilen sıvı, Na⁺ ve K⁺ verilme miktarları **Tablo 4'te** yer almaktadır.

Tablo 4. Düzenli büyüme döneminde miyadında doğan ve erken doğan bebekler için önerilen sıvı ve elektrolit desteği. Sodyum ve potasyum desteğinin ardından klor verilebilir.

	Sıvı alımı (ml/kg vücut ağırlığı/ gün)	Na⁺ alımı (mmol/kg vücut ağırlığı/ gün)	K⁺ alımı (mmol/kg vücut ağırlığı/ gün)
Miyadında yenidoğan	140-160	2,0-3,0	1,5-3,0
Preterm	140-160	3,0-5,0 (7,0)	2,0-5,0

Klor desteği sodyum ve potasyumun ardından başlanabilir. Yenidoğan döneminin ardından süt çocuklarında ve okul çocukları ile ergenlerde önerilen sıvı ve elektrolit desteği miktarları sırasıyla **Tablo 5** ve **Tablo 6'da** gösterilmiştir.

Tablo 5. Yenidoğan dönemi sonrası süt çocukları, okul çocukları ve ergenler için önerilen sıvı desteği miktarı

Yaş	Sıvı alımı (ml/kg vücut ağırlığı/ gün) (parantez içinde en yüksek miktarlar yer alıyor)
Miyadında doğan bebekler-2nci aydan itibaren	120-150 (180)
1-2 yıl	80-120 (150)
3-5 yıl	80-100
6-12 yıl	60-80
13-18 yıl	50-70

Tablo 6. Yenidoğan döneminin ardından süt çocukları, okul çocukları ve ergenler için önerilen elektrolit desteği miktarı. Sodyum ve potasyumun ardından klor verilebilir.

Elektrolit	Süt çocuğu	1 yaşından büyük çocuklar
Na ⁺ (mmol/kg vücut ağırlığı/gün)	2,0-3,0	1,0-3,0
K ⁺ (mmol/kg vücut ağırlığı/gün)	1,0-3,0	1,0-3,0

2.2. Enerji

Enerji desteği hastanın anabolik fonksiyonlarını da kapsayacak şekilde besin gereksinimlerini tamamen karşılamayı hedeflemelidir. Beslenme gereksinimleri arasında bazal metabolik hız, fiziksel aktivite, büyüme ve önceden var olan malnütrisyonun düzeltilmesi yer alır. Aşırı enerji alımı hiperglisemi, artmış yağ depolanması, karaciğer yağlanması ve diğer komplikasyonlara yol açabilir. Buna karşın, yetersiz beslenme malnütrisyonu, bağışıklık sistemi yanıtının baskılanmasına ve büyümenin yetersiz olmasına yol açabilir. Genel anlamda parenteral enerji gereksinimi enteral gereksinimden daha azdır. Özellikle immatür bebeklerde görüldüğü üzere, enteral sistemin tam olarak kullanılamaması söz konusu olduğunda bu fark daha belirgindir. Enerji desteği protein ve non-protein (karbonhidrat ve lipit) kaloriler şeklinde sınıflandırılır. Bazal metabolik hıza (dinlenme enerji tüketimine denk) ait değerler formüller ile hesaplanabilir. Örneğin, Schofield denklemi vücut ağırlığı ve boya dayanır (**Tablo 7**).

Gerek duyulan enerji, bazal metabolik hıza benzer şekilde dinlenme sırasındaki enerji tüketimi (*resting energy expenditure*-REE) ölçülmesi temelinde hesaplanabilir. PN ile verilecek toplam enerji gereksinimi, bazal metabolik hızı fiziksel aktiviteler gibi ek gereksinimleri yansıtan bir faktör ile çarparak elde edilir. Hastanede yatan ve parenteral beslenen çoğu hastada enerji gereksinimi, dinlenme enerji tüketiminin %100-120'si kadardır. Buna karşın, tartısı düşük olan ve tekrar kilo alması (yakalama

büyümesi) gereken çocuklarda bazal metabolik hızlarının %130-150'sini vermek gerekebilir.

Günelik klinik uygulamalarda hem REE'nin ölçülmesi hem de REE'nin hesaplanması yöntemleri kullanılabilir. Hangi yöntem seçilirse seçilsin, fiziksel aktivite, diyetle bağlı termogenez (DIT diet-induced thermogenesis) ve enerji kayıpları nedeniyle hatalı tahminlerde bulunulması mümkündür. Bu nedenle, klinik durum ve tedaviye alınan yanıt (tartı alımı/büyüme) değerlendirilerek düzenlemelerin yapılması gerekir. Harcanan toplam enerji miktarı fiziksel aktivite seviyesi ve diğer faktörler ile değişiklik gösterir (**Tablo 7**). Hastanede yatan ve parenteral yolla beslenen çoğu hastada enerji gereksinimleri bazal metabolik hızın %100-120'si ile karşılanır. Tartısı düşük olan ve kilo alması gereken hastalardaysa bazal metabolik hızın %130-150'si gerekebilir.

Tablo 7. Schofield denklemi. Bazal metabolik hız (BMH, kcal/gün) ağırlık (kilogram) ve boy (metre) ile hesaplanır. Toplam enerji tüketimi fiziksel aktivite düzeyi ve diğer faktörlerden etkilenir. Hastanede yatan ve parenteral beslenen hastaların çoğunda BMH'nin %100-120'si ile enerji gereksinimi karşılanır. Vücut ağırlığı düşük olan ve uygun kiloya ulaşması gereken hastalar ise BMH'nin %130-150'sine gereksinim duyarlar.

0-3 yıl, erkek	$BMH = 0,167 \times \text{Ağırlık} + 1517,4 \times \text{Boy} - 617,6$
3-10 yıl, erkek	$BMH = 19,6 \times \text{Ağırlık} + 130,3 \times \text{Boy} + 414,9$
10-18 yıl, erkek	$BMH = 16,25 \times \text{Ağırlık} + 137,2 \times \text{Boy} + 515,5$
0-3 yıl, kız	$BMH = 16,25 \times \text{Ağırlık} + 1023,2 \times \text{Boy} - 413,5$
3-10 yıl, kız	$BMH = 16,97 \times \text{Ağırlık} + 161,8 \times \text{Boy} + 371,2$
10-18 yıl, kız	$BMH = 8,365 \times \text{Ağırlık} + 465 \times \text{Boy} + 200$

PN ile önerilen ortalama toplam enerji alımları (amino asitlerden gelen enerji dahil) **Tablo 8**'de gösterilmiştir. Hastanın klinik durumuna göre her bir hasta için enerji desteğinde uygun düzenlemelerin yapılması gerekebilir.

Tablo 8. Süt çocukları, okul çocukları ve ergenler için önerilen ortalama parenteral enerji ve substrat desteği. Hastanın durumuna göre bireysel düzenlemeler yapılması gerekebilir.

Yaş	Enerji (kcal/kg)	Amino asitler (g/kg)	Glikoz (g/kg)	Lipitler (g trigl/kg)	Sodyum (mmol/kg)	K (mmol/kg)	Ca (mmol/kg)	Ca (mmol/kg)	Mg (mmol/kg)
Preterm	110-120	1,5-4	8-18	≤3-4	3-5 (7)	2-5			
Yenidoğan 1nci ay	90-100	1,5-3	8-18	≤3-4	2-3	1,5-3			
0-1 yıl	90-100	1-2,5	16-18	≤3-4	2-3	1-3	0-6 ay: 0,8 7-12 ay: 0,5	0,5	0,2

1-2 yıl	75-90	1-2	12-14	≤2-3	1-3	1-3	0,2	0,2	0,1
3-6 yıl	75-90	1-2	10-12	≤2-3	1-3	1-3	0,2	0,2	0,1
7-12 yıl	60-75	1-2	<12	≤2-3	1-3	1-3	0,2	0,2	0,1
13-18 yıl	30-60	1-2	<10	≤2-3	1-3	1-3	0,2	0,2	0,1

Karın cerrahisi gibi büyük cerrahi girişimlerin enerji tüketiminde uzun süreli bir artışa yol açmadığını pek çok çalışma göstermiştir. Bu nedenle, komplikasyonsuz cerrahi girişimlerden sonra enerji alımının artırılması genel olarak gereksizdir. Bununla beraber, dinlenme enerji tüketimini artıran hastalık durumlarında enerji alımının artırılması gerekir. Pulmoner (kistik fibrozis gibi) ve kardiyak (bazı doğumsal kalp hastalıkları) hastalıklar bunlara örnek olarak verilebilir. Enerji alımı ağırlıktaki değişime veya vücut kompozisyonunun göstergelerine uyarlanmalıdır. Bu nedenle, parenteral beslenen hastalar, özellikle akut hastalıklar sırasında veya instabil oldukları dönemlerde, mümkün olduğunca günlük olarak tartılmalıdır. Kısa süreli tartı değişikliklerinin sıvı dengesini ve doku kitlesini yansıttığı akılda tutulmalıdır.

2.3. Amino asitler

Süt çocukları ve küçük çocuklara koşullu esansiyel amino asitleri içeren pediatrik amino asit solüsyonları verilmelidir (**Tablo 9**).

Küçük yaşlarda özellikle esansiyel kabul edilen amino asitler, sistein, taurin ve tirozin'dir. Sistein için önerilen günlük en az alım miktarı süt çocuklarında ve küçük çocuklarda 200 ile 350 µmol/kg aralığındadır (yaklaşık 30-55 mg sistein-HCl/kg/gün). Miyadında doğan bebeklerde tirozin alımı için önerilen doz 520 µmol/kg/gündür (yaklaşık 94 mg tirozin/kg/gün). Taurin desteği yaklaşık 22 µmol/g amino asit veya 2.8 mg/g amino asit civarında olmalıdır. Preterm veya miyadında doğmuş bebeklere glutamin verilmesi gerekliliğine dair yeterli kanıt yoktur.

Tablo 9. Süt çocuklarında ve küçük çocuklarda esansiyel, non-esansiyel ve koşullu esansiyel kabul edilen amino asitler

Esansiyel	Non-esansiyel	Koşullu esansiyel
Histidin	Alanin	Arjinin
İzolösin	Aspartik asit	Sistein
Lösin	Asparajin	Glisin
Lizin	Glutamik asit	Prolin
Metiyonin	Glutamin	Tirozin
Fenilalanin	Serin	
Treonin		
Triptofan		
Valin		

PN bağırsaktan amino asit alımı ve kullanımı basamağını atlar. Bu nedenle, parenteral yolla verilen amino asit gereksinimleri enteral yola göre daha azdır. Tablo

8'de önerilen amino asit alım dozları görülmektedir. Amino asitlerin etkili kullanımı için her 1 gram amino asit için yaklaşık 30-40 kcal gibi bir enerji alımı olmalıdır. Amino asitlerin hem erken hem de miyadında doğan bebeklere doğumdan itibaren ilk günden başlanarak verilmesi gerekir. Erken doğan bebeklerde (4 g/kg'a kadar) ve ağır hasta olan çocuk ve ergenlerde (günde 3 g/kg'a kadar) daha yüksek miktarlarda alım önerilir.

2.4. Glikoz

Çocuk PN'sinde kullanımı önerilen tek karbonhidrat glikozdur. Glikoz non-protein kalorilerin %60-75'ini karşılamalıdır. PN'nin ilk birkaç gününde solüsyondaki glikoz miktarı aşamalı şekilde artırılarak (**Tablo 10**) nihai olarak hedeflenen doza ulaştırılmalıdır (Tablo 8). Erken doğan bebeklerde glikoz 4-8 mg/kg/dak (5,8-11,5 g/kg/gün) olacak şekilde başlanıp aşamalı artırılır.

Ağır hasta olan çocuklarda glikoz alımı ≤ 5 mg/kg/dak (7,2 g/kg/gün) olmalıdır. Miyadında doğan bebeklerle ≤ 2 yaşındaki çocuklarda glikoz alım miktarı 18 g/kg/gün'ü geçmemelidir (13 mg/kg/ dakika). Ayrıca glikoz metabolizmasını etkileyen ilaç kullanımı varsa, verilen glikoz miktarı ayarlanmalıdır. Steroidler, somatostatin analogları ve takrolimus bu tip ilaçlara örnektir. Lipogenezis ile dokularda yağ birikimine, karaciğer steatozisine, artmış CO₂ üretimine, protein metabolizmasında bozulmaya ve muhtemelen enfeksiyona bağımlı morbidite ve ölüme artışa yol açacağı için, glikoz çok yüksek miktarlarda verilmemeli ve hiperglisemiden kaçınılmalıdır. Ağır durumda hasta veya stabil olmayan hastalarda hastanın durumuna ve kan glikoz değerlerine göre, glikoz dozu azaltılmalı ya da artırılmalıdır.

Tablo 10. PN'nin ilk 4 gününde intravenöz glikoz desteği için artırılma önerileri (g/kg vücut ağırlığı/gün)

	1. Gün	2. gün	3. gün	4. gün
3 kg'a kadar	10	14	16	18
3-10 kg	8	12	14	16-18
10-15 kg	6	8	10	12-14
15-20 kg	4	6	8	10-12
20-30 kg	4	6	8	<12
>30 kg	3	5	8	<10

2.5. Lipitler

Pediyatrik PN'nin ana bileşenlerinden olan lipit emülsiyonları izozozmolar solüsyonlardır ve karbonhidrat yüklenmesine yol açmadan yüksek enerji ile esansiyel yağ asitlerini sağlarlar. PN'nin lipitsiz uygulanması yetersiz karbonhidrat oksidasyonuna ve yaşa bağımlı zaman diliminde, esansiyel yağ asidi eksikliğine yol açar. Genel olarak lipitler protein dışı PN kalorilerinin %25-40'ını sağlamalıdır. Parenteral lipit alımı, süt çocuklarında 3-4 g/kg/gün'ü (0,13-0,17 g/kg/saat) ve çocuklarda 2-3 g/kg/gün'ü (0,08-0,13 g/kg/saat) geçmemelidir.

Küçük bebeklerde lipit emülsiyonlarının 24 saat boyunca kesintisiz verilmeleri uygundur. Evde PN gibi nedenlerle döngüsel ("cyclic") PN uygulanıyorsa, lipit emülsiyonları diğer PN bileşenlerinin verildiği süre boyunca verilmelidir. Lipit infüzyon hızının 0,5-1 g/kg/gün şeklinde aşamalı artırılması yaygın bir uygulamadır. Bu uygulamanın lipit toleransını yükselttiğine dair bir kanıt bulunmasa da hipertrigliserideminin izlenmesi açısından faydalıdır. Özellikle ağır hasta veya enfekte olan hastalarda plazma trigliserid düzeylerinin düzenli aralıklarla ölçülmesi önerilir. İnfüzyon esnasında trigliserid konsantrasyonu süt çocuklarında 250 mg/dl (2,75 mmol/L) ve çocuklarda 400 mg/dl'nin (4,40 mmol/L) üzerine çıkıyorsa dozun azaltılması uygun olur. Doz azaltılsa da esansiyel yağ asidi eksikliğini engelleyecek miktarda linoleik asit verilmeye devam edilmelidir (erken doğan bebeklerde $\geq 0,25$ g linoleik asit/kg/gün, miyadında doğmuş bebeklerde ve çocuklarda $\geq 0,1$ g/kg/gün). Lipit emülsiyonu alan ağır hasta ya da enfekte çocuklarda plazma trigliserid düzeyinin daha sık aralıkla izlenmesi ve hiperlipidemi gelişmesi durumunda dozun ayarlanması önerilir. Nedeni belirsiz ağır trombositopeni gelişen hastalarda serum trigliserid düzeyleri izlenmeli ve parenteral verilen lipit dozunun azaltılması düşünülmelidir. Pulmoner hipertansiyon olsun olmasın ağır akut solunum yetmezliğindeki hastalarda lipit emülsiyonlarının etkilerine dair kesin kanıtlar bulunmamakla birlikte, bu gibi durumlarda yüksek dozlarda lipit emülsiyonu vermektan kaçınılmalıdır. Yine de, en azından gereksinim duyulan en az miktarlardaki esansiyel yağ asitlerini içerecek kadar infüzyona devam edilmelidir. Ağır ve ilerleyici tipteki PN'ye bağlı kolestazda intravenöz lipitlerin dozunun azaltılması veya bir süre için ara verilmesi düşünülmelidir.

Güvenli ve elverişli kabul edilen ilk intravenöz lipit emülsiyonu soya yağı kaynaklıydı. Soya yağında toplam yağ asitlerinin %60'ı civarında, yani yüksek konsantrasyonda PUFA bulunur. Ayrıca, LA'nın (ω -6) ALA'ya (ω -3) oranı 8:1'dir. Birçok deneysel çalışmada, ω -6 yağ asitlerinin enflamasyon öncülü özellikler göstermeleri nedeniyle, ω -6'dan zengin lipit emülsiyonlarının kullanım güvenliği hakkında endişeler ortaya çıkmıştır. Ayrıca, ω -6 çoklu doymamış yağ asitlerinde yüksek sayıda bulunan çift bağlar, bunları lipit peroksidasyonuna yatkın kılar. Son olarak, soya kaynaklı intravenöz lipit emülsiyonlarının, bağırsak yetmezliği ilintili karaciğer hastalığının gelişiminde rolü olabileceğine dair endişeler vardır. Sayılanlar göz önüne alınarak, yalnızca soya kaynaklı lipit emülsiyonu kullanımı önerilmez.

Yaklaşık 30 yıl önce, eşit miktarlarda soya yağı ile hindistan cevizi yağı kaynaklı MCT yağı içeren ikinci kuşak lipit emülsiyonları tanıtıldı. Bu emülsiyon %50 oranında azaltılmış olmasına karşın, yetişkin ve çocukların gereksinimlerini karşılayacak miktarda ω -6 PUFA içerir. LCT ile karşılaştırıldığında MCT'nin çözünürlüğü daha iyidir, yağlı dokuda ve karaciğerde daha az birikir, daha hızlı temizlenir ve peroksidasyona karşı daha dirençlidir. Klinik çalışmalar MCT/LCT karışımlarının kısa ve uzun dönem kullanımda, düşük tartılı bebeklerde ve çocuklarda iyi tolere edildiğini ve güvenli olduğunu göstermiştir.

Yaklaşık 20 yıl önce piyasaya sürülen üçüncü kuşak intravenöz lipit emülsiyonları, 1:4 oranında soya yağı ile zeytinyağı karışımı içerirler. Bu emülsiyonlarda yüksek konsantrasyonda oleik asit ve E vitamini (α -tokoferol) vardır. Soya yağı kaynaklı

emülsiyonlara göre, zeytin yağı (oleik asit) içeren emülsiyonların kullanımının bağıışıklık sistemi, oksidatif durum, glikoz metabolizması ve endotelyal fonksiyon üzerinde olumlu etkileri olduğunu gösteren çalışmalar vardır. Buna karşın soya yağı kaynaklı emülsiyonların tamamen zeytinyağı kaynaklı olanlarla değiştirilmesi gerektiği klinik olarak kesin kanıtlanmış değildir.

İntravenöz lipit emülsiyonlarına ilişkin en güncel gelişme balıkyağı içeren emülsiyonların ortaya çıkması olmuştur. Bunlar yalnızca balıkyağından oluşan emülsiyonlar olabileceği gibi, %50 MCT, %40 soya yağı ve %10 balıkyağı veya %30 soya yağı, %30 MCT, %25 zeytinyağı ve %15 balıkyağı karışımı şeklinde de olabilir. Balıkyağı karışımlar bağıışıklık sisteminde ve metabolizmada (serum trigliserid düzeylerinde düşme) olumlu etkiler gösterir. Ayrıca bağırsak yetmezliği ilintili karaciğer hastalığı olan çocuklarda kolestazın azalmasına yardımcı olur. 2013 yılı başı itibariyle elde edilen bilgilerin çoğu randomize olmayan kontrollü çalışmalardan gelmektedir. Bunların çoğu, PN ilintili karaciğer hastalığının tedavisi amacıyla, günde 1 g/kg balıkyağı verilerek yapılmıştır. Diğer balıkyağı karışımlarının kullanımı ve balıkyağına ek olarak, diğer yağ asitlerinin de verilmesine ilişkin bilgi daha azdır. Balık yağı esaslı lipit emülsiyonlarının kullanımının klinik sonuçlar ve prematüre bebek ve çocuklarda kolestaz gelişiminin engellenmesi üzerindeki etkilerini gösterebilmek için randomize klinik çalışmalara gereksinim vardır (3).

Yeterli enteral beslenemeyen bebeklerde intravenöz lipit emülsiyonları ilk günden başlanabilir; en geç yaşamın üçüncü gününde başlanmalıdır. Erken doğan bebeklerde intravenöz lipitlerin yaşamın ilk günlerinde, yani erken başlanması, geç başlanma ile karşılaştırıldığında, kronik akciğer hastalığı veya ölüm riskini artırmaz. Buna karşın, ağırlığı 800 g'dan az olan çok düşük doğum ağırlıklı bebeklerde lipit emülsiyonlarının erken verilmesinin potansiyel yan etkileri ile ilgili bazı kaygılar vardır. Çok düşük doğum tartılı bebeklerde (ÇDDT) yapılan çalışmalara yönelik yakın zamanlı sistematik bir değerlendirmede şu yorumda bulunulmuştur (4): "ÇDDA'li bebeklerde yaşamın ilk 2 gününde lipit emülsiyonu vermeye başlanması güvenli olup iyi tolere edilir. Ancak, bu tedavinin büyüme üzerinde olumlu etkileri gösterilmemiştir. Ayrıca lipit emülsiyonunun tipi ile ilgili kanıt yoktur. Saf soya yağından oluşmayan lipit emülsiyonları, sepsis insidansının daha düşük olmasını sağlayabilir. Erken doğan bebeklerde lipitlerin ve yalnızca soya yağından oluşmayan lipit emülsiyonlarının erken başlanmasının uzun dönem sonuçları iyileştirip iyileştirmediğini anlamak için, geniş skalalı randomize klinik çalışmalara gereksinim vardır. Erken doğan bebeklerde görülen hiperbilirübinemi gelişimi üzerinde soya kaynaklı olmayan lipit emülsiyonlarının faydaları ile ilgili sınırlı bilgi vardır. Hiperbilirübinemi riski altında bulunan ve parenteral beslenen bebeklerde serum trigliserid ve bilirübin düzeyleri takip edilmelidir. Gerektiğinde lipit infüzyon hızında düzenlemeler yapılmalıdır. Fototerapi sırasında, hiperoksit oluşumunu azaltmak için, lipit infüzyonunda kullanılan setlerin ışıktan korunmalı tipte seğilmesi önerilmektedir. Karnitin desteği yapılmadan uzun süreli PN kullanımında karnitin düzeylerinde düşme görülür. PN sırasında yenidoğanlara parenteral karnitin desteğinin, lipit toleransı, ketogenezis ve kilo alımında bir fayda sağladığına dair kanıt yoktur. Dört

haftadan uzun süreli PN alan hastalarda karnitin desteği verilme gerekliliğine bireysel olarak hasta bazında karar verilmelidir.

Heparin, intravenöz lipitlerin kullanımını artırmaz. Başka nedenlerle kullanılması gerekmedikçe, lipit infüzyonuna heparin eklenmesi gerekli değildir.

2.6. Mineraller ve eser elementler

PN birkaç günden uzun sürecekse mineraller verilmelidir. Uzun süreli parenteral beslenmede eser elementler de verilir. Uzun süren PN'de mineral ve eser element durumu düzenli aralıklarla izlenmelidir.

Kalsiyum (Ca) vücutta en bol miktarda bulunan mineraldir. Yaklaşık %99'u iskelette yer alır. Doğumla yetişkinlik arasında geçen sürede iskelette yaklaşık olarak 1 kg kalsiyum depolanır. Ortalama birikim hızı erkek çocuklarda 150 ve kızlarda 200 mg kalsiyum/gün'dür. Ancak büyüme hızı farklılık gösterdiği için, süt çocukluğunda ve ergenlikte depolanma hızı 400 mg kalsiyum/gün'e kadar çıkabilir. Beslenmeyle alınan kalsiyum miktarının, iskelet büyümesi ve mineral depolanmasında yeterli olabilmesi için, günlük depolanma miktarından yüksek olması gereklidir. Çünkü enteral alım durumunda, kalsiyum tam olarak emilemeyecektir ve ayrıca bir kısmı ciltten, idrardan ve sindirim sisteminden atılacaktır. PN ile verilen intravenöz kalsiyumun ise, çözünürlüğü ve diğer bileşenlerle girdiği ilişkiler sınırlayıcı olmaktadır.

Fosfor (P) önemli bir hücre içi mineraldir. Ayrıca kemik mineralizasyonunda önemli rol oynar. Yenidoğanda 16 g olan toplam vücut fosforu yetişkinde 600-900 g'dır. Bunun %80'i kemikte ve %9'u iskelet kasında yer alır. Hiperkalsemi ve hiperkalsiüri fosfat eksikliğine yol açabilir. Aşırı fosfat alımı ise hiperfosfatemi, hipokalsemi ve ikincil hiperparatirodizim ile sonuçlanabilir. Fosfat eksikliği kemik demineralizasyonu ve riketse yol açar. Ağır hipofosfatemi, beslenmenin yeniden başlanması ("yeniden beslenme sendromu") ile ortaya çıkabilir ve kas paralizi, kalp disfonksiyonu ve solunum yetmezliği ile sonuçlanabilir.

Magnezyum (Mg) vücutta en bol bulunan metaller arasında dördüncü sıradadır. Hücre içi elektrolitler içinde ise ikincidir. Toplam magnezyum miktarı yenidoğanda 0,8 g'ken yetişkinde 25 g'a çıkar. Bunun %60'ı kemikte yer alır. Plazma magnezyumu toplam vücut deposunun yalnızca %0,3 ila 11'ini gösterir. Ayrıca plazma magnezyum konsantrasyonu, biyolojik olarak aktif olan iyonize kısmı göstermez. Mg, Ca ve P'un yetersiz alımında rikets, kırıklar, kemik mineralizasyonunda bozulma ve lineer büyümede azalma görülür.

Intravenöz destek. Kalsiyum ve fosfatın çökebilmesi nedeniyle bu minerallerin pediatrik PN'de kullanım miktarları ile ilgili sınırlamalar vardır. Doyma noktasının üzerine çıkan konsantrasyonlarda kalsiyum fosforla çökmeye girerek çözünür olmayan bileşenler oluşturur. Kalsiyum miktarını güvenli bir şekilde artırabilmek için, kalsiyumun daha çözünür biçimleri (kalsiyum klorid, kalsiyum glukonattan daha çözünürdür) kullanılabilir. Bir diğer seçenek organik fosfor bileşenleri kullanmaktır. Disodyum tuzu şeklinde bulunan gliserofosfat, buna örnek olarak verilebilir. Bunun dışında, solüsyonun pH değerini düşürerek de çözünür kalsiyum ve fosfor oranı artırılabilir. Bu nedenle, karışıma sistein (pH 1) eklendiğinde kalsiyum ve fosforun çözünürlüğü artarken, yağ emülsiyonları (pH 9'a kadar) eklendiğinde çözünürlükleri azalır.

Büyümekte olan yenidoğanların günde 1,3-3 mmol kalsiyum/kg ve 1-2,3 mmol fosfor alması gereklidir. Ca:P oranı (mol/mol) 1,3-1,7 aralığında tutulmalıdır. Küçük bebeklerde Ca ve P alımının yeterliliği her iki mineral de eş zamanlı olarak düşük konsantrasyonda (1-2 mmol/L) idrarda atıldığında teyit edilmiş olur. Böylelikle bu iki mineralin hafifçe fazlalığının söz konusu olduğu anlaşılır. Yenidoğan döneminden sonra, çocuk ve ergenlerde önerilen dozlar **Tablo 11**'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Süt çocuğu, çocuk ve ergenlerde önerilen günlük parenteral kalsiyum, fosfor ve magnezyum desteği miktarları. Büyümekte olan yenidoğanlara genellikle, Ca:P oranı (mol/mol) 1,3-1,7 olacak şekilde, 1,3-3 mmol kalsiyum/kg/gün ve 1-2,3 mmol fosfor/kg/gün verilir.

Yaş	Ca: mg (mmol)/kg	P: mg (mmol)/kg	Mg: mg (mmol)/kg
0-6 ay	32 (0,8)	14 (0,5)	5 (0,2)
7-12 ay	20 (0,5)	15 (0,5)	4,2 (0,2)
1-13 yıl	11 (0,2)	6 (0,2)	2,4 (0,1)
14-18 yıl	7 (0,2)	6 (0,2)	2,4 (0,1)

Demir (Fe) PN alan tüm çok düşük doğum ağırlıklı bebeklere ve uzun süreli (>3 hafta) PN alan tüm çocuk hastalara verilmelidir. PN ile uzun süreli demir desteği alan çocuklarda, demir yüklenmesi riski ile karşı karşıya olduklarından, serum ferritin düzeyi ile düzenli izlem yapılmalıdır. Bebek ve çocuklarda önerilen 50-100 µg/kg/gün şeklindeki demir dozu, daha düşük dozların demir dengesini sağlamakta yetersiz kalacağını gösteren çalışmaların sonucundan çıkarılmıştır. Erken doğan bebeklerin gereksinimi 200 µg/kg/gün kadardır. Demirin günlük olarak düzenli verilmesi tercih edilir.

Çinko (Zn) erken doğan bebeklerde 450-500 µg/kg/gün, 3 aydan küçük bebeklerde 250 µg/kg/gün, 3 ay ve üstünde olan bebeklerde 100 µg/kg/gün ve çocuklarda 50 µg/kg/gün (en fazla 5,0 mg/gün) olacak şekilde parenteral yolla verilir. Ciltten ve sindirim sisteminden aşırı kayıp durumlarında ek destek verilmelidir.

Bakır (Cu) bebek ve çocuklara PN ile birlikte 20 µg/kg/gün dozunda verilmelidir. Uzun süreli PN alan hastalarda ve kolestazi olup PN alanlarda plazma bakır ve seruloplazmin konsantrasyonları düzenli izlenmelidir. Sonuçlara göre bakır desteğinin dozu ayarlanmalıdır.

İyot (I) parenteral beslenen bebek ve çocuklara yaklaşık 1 µg/kg/gün dozunda verilmelidir.

Manganez (Mn) uzun süreli PN alan çocuklarda 1,0 µg (0,018 µmol)/kg/gün'ü aşmayacak şekilde verilir (çocuklarda en fazla 50 µg/gün).

Molibdenin (Mo), düşük doğum tartılı bebeklerde intravenöz yolla 1 µg/kg/gün (0,01 µmol/kg/gün) verilmesi uygun gözükmemektedir ve bu doz önerilir. Süt çocukları ve çocuklarda intravenöz yolla 0,25 µg molibden/kg/gün (en fazla 5,0 µg/kg/gün) önerilir.

Selenyum (Se) parenteral beslenen düşük doğum tartılı bebeklerde intravenöz yolla 2-3 µg/kg/gün önerilir.

Krom (Cr) PN solüsyonlarını gereksinimleri karşılayacak ölçüde kontamine eder. Bu nedenle, ek Cr desteğine gerek yoktur.

2.7. Vitaminler

Birkaç günden uzun süreyle PN verilmesi durumunda vitaminlerin de verilmesi gereklidir. Vitaminler genellikle farklı vitaminlerin karışımı şeklinde verilir. Mayi setlerine yapışabilmeleri, ışıkla parçalanabilmeleri veya karışımın içindeki ürünlerden etkilenebilmeleri nedeniyle bazı özel farmakolojik sorunlara neden olabilirler. Bu nedenle hastaya gerçekte verilen vitamin miktarı verilmesi amaçlanandan daha az olabilir. Bu durum özellikle retinolda (A vitamini) ve düşük infüzyon hızıyla PN alan erken doğmuş bebeklerde geçerlidir. Bebek ve çocuklar için en uygun vitamin dozu tam olarak belirlenmemiştir. Ayrıca, akut ve süregelen sorunları olan ve dolayısıyla farklı miktarlarda vitamin gereksinimi olması beklenen çocuklar için de uygun dozun ne olduğu hakkında çok az bilgi vardır.

Yetişkinler ve büyük çocuklar için çeşitli parenteral vitamin ürünleri varken, erken doğan bebekler ve yenidoğanlar için ürün sayısı çok azdır. Bebekler için mevcut ürünler yağda çözünen vitaminlerin göreceli oranlarını aynı miktarlarda içerir. Ancak bunların farklı ürünlerde farklı farmakolojik özellikleri vardır (suda ve yağda çözünen vitaminlerin bileşimi veya yalnızca yağda çözünenlerin bileşimi şeklinde). Yetişkinler için üretilen tertiplerde propilen glikol ve polisorbitat katkıları vardır; potansiyel toksik etkileri nedeniyle bunların bebeklerde kullanımı önerilmez.

Güncel öneriler her bir özgün ürünün içeriğine göre yapılmaktadır. Yeterli kanıtın bulunmaması nedeniyle, şimdilik, parenteral vitamin dozlarının daha önceden önerilen ve yıllarca belirgin bir yan etki gözlenmemiş olan dozlarda ayarlanması uygun gözükmemektedir (**Tablo 12**).

- PN alan bebek ve çocukların parenteral vitamin alması gerekir.
- Eğer mümkünse, vitamin stabilitesini artırmak için, suda ve yağda çözülen vitaminlerin lipit emülsiyonuna veya lipit içeren bir karışıma eklenmesi gerekir.
- Haftada iki veya üç kez şeklinde aralıklı vitamin verilmesi hakkında çalışma yoktur. Geçici olarak yüksek düzeylere ulaşılmasının varsayım olarak yan etki riski vardır. Güncel öneriler günlük infüzyonla verilmesi şeklindedir. Vitamin K istisnadır ve haftada bir verilebilir.
- Bebek ve çocuklarda en uygun vitamin dozları ve infüzyon koşulları kesin kurullarla belirlenmemiştir. Bu nedenle, Tablo 12 'de yer alan öneriler konu ile ilgili uzman görüş ve deneyimlerinden çıkartılmıştır.
- Uzun süreli PN alan veya bazı özel klinik durumlara haiz çocuklarda vitamin düzeylerinin ölçülmesi gerekebilir. Bununla birlikte, bir fayda sağlayacağına dair herhangi bir bulgu olmadığından, çoğu olguda düzenli aralıklarla izlem önerilmez.

Tablo 12. Süt çocuğu ve çocuklarda önerilen parenteral vitamin desteği

	Süt çocukları (doz/kg vücut ağırlığı/gün)	Çocuklar (günlük doz)
Yağda çözünen vitaminler		
A vitamini (µg) *	150-300	150
D vitamini (µg)	0,8 (32 IU)	10 (400 IU)
E vitamini (mg)	2,8-3,5	7
K vitamini (µg)	10 (önerilir, fakat şu anda mümkün değil)**	200
Suda çözünen vitaminler		
Askorbik asit (mg)	15-25	80
Tiyamin (mg)	0,35-0,50	1,2
Riboflavin ((mg)	0,15-0,2	1,4
Piridoksin (mg)	0,15-0,2	1,0
Niasin (mg)	4,0-6,8	17
B 12 (µg)	0,3	1
Pantotenik asit (mg)	1,0-2,0	5
Biotin (µg)	5,0-8,0	20
Folik asit (µg)	56	140

* 1 µg RE (retinol eşdeğeri) = 1 µg all-trans retinol = 3,33 IU A vitamini

** Mevcut çoklu vitamin ürünleri herhangi bir istenmeyen klinik yan etkiye yol açmaksızın daha yüksek miktarlarda K vitamini içermektedir.

3. Damar yolu erişimi

Bebek ve çocuklarda parenteral besinleri vermek amacıyla kısıtlı bir süre için periferal damar yolları kullanılabilir. Uzun süreli tam veya tama yakın PN'de ise santral damar yollarının kullanılması gerekir. Bu tip kateterlerin yerleştirilmesi ve kullanılması bazı komplikasyonlara yol açabileceğinden, bunların çocuklarda santral kateter uygulamaları ile ilgili yeterli bilgi ve deneyime sahip personel tarafından uygulanmaları ve bakımlarının yapılması gerekir. Kateterin kullanımı sırasında aseptik koşulların sağlanması ve kateter çevresindeki cildin uygun hijyen koşullarında tutulmasının önemi son derece büyüktür.

Uzun süreli PN alan yenidoğan ve çocuklarda santral erişim amacıyla, periferik yolla uygulanan santral kateterler (*peripherally inserted central catheters*, "PICC") ve tünelli santral kateterler tercih edilmelidir. Sert malzemelerden üretilen kateterlerin (polivinilklorid, polipropilen, polietilen) yerleştirilmeleri daha kolaysa da bunlarla enfeksiyon ve mekanik nedenlerle daha fazla komplikasyon görülür. Silikon veya hidromerle kaplı poliüretandan yapılan daha yumuşak kateterler uzun süreli PN için öncelikli tercih edilmelidir. Bunlar daha az trombojenik ve daha az travmatiktir.

Komplikasyon ve yan etkileri en aza indirebilmek için, mümkün olan en geniş vene en küçük çaplı ve tek lümenli kateter yerleştirilmelidir. Yerleştirilme yeri açısından, yetişkinlerden farklı olarak, bebek ve çocuklarda femoral kateterler juguler veya subklavyan yola göre daha fazla mekanik veya enfeksiyon komplikasyonuna yol açmaz. Uygun koşullarda yerleştirilmeleri durumunda, çocuklarda, diğer olası yerleştirilme yerleriyle karşılaştırıldığında, subklavyan yolun mekanik komplikasyon riski yüksek değildir.

Perikardiyal tamponad riskinden kaçınmak için, santral kateterin ucu perikardial kesenin dışında yer almalıdır. Küçük bebeklerde juguler veya subklavyan yerleştirilmiş bir kateterin ucu göğüs grafisinde kalp gölgesinin en azından 0,5 cm uzağında olmalıdır. Daha büyük çocuklarda bu mesafe en azından 1,0 cm olmalıdır. Femoral kateterlerin ucu böbrek venlerinin üzerinde olmalıdır. Büyük çocuklarda, yetişkinlerde olduğu gibi, karinanın üzerinde yer alan bir kateter ucu superior vena kavada ve perikardial kesenin dışındadır. Kateterle damar duvarı arasında sert bir açılma varsa perforasyon riski artmıştır. Kateter venin uzun eksenine paralel olmalıdır. Yenidoğan ve çocuklarda internal juguler ven kateterizasyonunun ultrasonografi eşliğinde yapılmasıyla komplikasyon olasılığı azaltılabilir. Cerrahi venotomi (*cut-down*) kadar etkin olan bir yöntem de radyoloji eşliğinde perkütan kateterizasyondur; bu sayede damar hasarı riski de azalır. Santral kateter uygulamaları kesin aseptik koşullar altında yapılmalıdır. Bebek ve çocuklarda genel anestezi tercih edilmeli ve ekibin çocuk santral kateterizasyonu konusunda deneyimi olmalıdır.

Yenidoğanlarda umbilikal damarlar santral kateterizasyon için kullanılabilir. Umbilikal arter kateterlerinin 5 günden fazla ve umbilikal ven kateterlerinin 14 günden fazla kullanılması komplikasyon olasılığını artırır. Diyaframın üzerine yerleştirilen umbilikal arter kateterleri daha az komplikasyona yol açar.

Çalışmakta olan santral kateterlerin ve PICC yollarının düzenli aralıklarla değiştirilmesi gerekmez. Yakın zamanlı bir çalışma PICC yollarının uzun süreli kullanımının güvenli olduğunu göstermiştir. Bakteriyemi veya katetere bağlı enfeksiyon bulgusu yoksa, tünelsiz yerleştirilmiş olan ve çalışmayan santral kateterler kılavuz-tel tekniği ile değiştirilebilir.

Katetere bağlı enfeksiyon komplikasyonunu azaltmak için, mümkünse, santral kateterin yalnızca PN verilmek üzere kullanılması uygun olur. Bebek ve çocuklarda santral kateter PN verilmek üzere kullanılıyorsa, hastanın tedavisini mümkün kılan en az sayıda port ve lümen içeren kateterler kullanılmalıdır. PN için çok lümenli bir kateter kullanılıyorsa, lümenlerden birisi yalnızca PN vermek için kullanılmalıdır. Bu lümeden kan vermektan ve santral venöz basınç ölçümü yapmaktan kaçınılmalıdır. Tek lümenli kateterlerde, kateterin kan alınmak üzere kullanılması komplikasyon olasılığını artırır. Tek lümenli kateter ile uzun süreli veya evde PN alan çocuklarda, çocuğun bireysel durumuna bağlı olarak, yaşam kalitesini artırmak için kateterden kan alınmasını gerektiren haller olabilir. Bu durumda işlemin aseptik olarak ve uygun

eğitimi olan bir kişi tarafından yapılması gerekir. Kateter ilintili enfeksiyon riski bazı özel cihazların kullanımı ile de azaltılabilir. Bunlara örnek olarak tünelli ve enplante edilebilir kateterler ile antimikrobiyal kaplı kateterler verilebilir.

Enfeksiyon önleme konusundaki temel kurallara sadık kalındığı halde, uzun süredir kateteri olan ve sık aralıklarla kateter ilintili enfeksiyonlar geçiren hastalarda antibiyotik kilitlerin kullanılması önerilmiştir. Antibiyotiğin tipi veya tedavinin süresi ile ilgili bir öneri yoktur. Ancak, antibiyotik kilitlerin kullanımına ilişkin temel endişe, antibiyotiğe dirençli bakteri suşlarının gelişimidir. Antibiyotik kilitleri dışındaki bir seçenek etanol kilitlerdir. Pediatrik hastalardan ve evde PN alan hastalardan oluşan farklı gruplarda yapılan çok sayıda geriye dönük çalışmada, etanol kilidinin kateter ilintili enfeksiyonun engellenmesi veya tedavi edilmesinde etkin olduğu kanıtlanmıştır. Ancak, Amerikan Enfeksiyon Hastalıkları Birliği, etanol kilidinin kateter ilintili enfeksiyonlardaki olumlu katkısının giderek belirginleşmesine karşın, bunun standart bir tedavi olarak önerilmesine yetecek boyutta kanıt bulunmadığını belirtmiştir.

Yenidoğanlarda periferik yolla takılan santral venöz kateterlere ait komplikasyonların önlenmesinde heparin kullanımının faydalı olduğu gösterilmemiştir. Aynı şekilde, çocuklarda kullanımda olan santral kateterler için, olası trombotik komplikasyonların engellenmesinde düzenli olarak heparin verilmesinin bilinen bir faydası yoktur. Bu nedenle, düzenli kullanılan santral kateterlerde heparinin rutin kullanımı önerilmemektedir. Çoğu merkezde düzenli kullanılmayan santral kateterler belli aralıklarla heparin veya diğer solüsyonlarla yıkanır. Yetişkin ve çocuklarda yapılan pek çok çalışmada serum fizyolojik ile heparin yıkamaları arasında bir fark bulunamamıştır. Dolayısıyla heparinin rutin kullanımı önerilmez.

Damar içi bir aracın uygulanmasından önce veya uygulama sonrasında bölgenin temizliğini sağlamak için, %10 povidon-iyot veya %70 alkolden ziyade, %2 klorheksidin ile cilt dezenfeksiyonu yapılması daha uygundur. Antiseptik solüsyon uygulama bölgesinin üzerinde kalmalı ve kateter uygulanmadan ya da herhangi bir pansuman örtüsü ile kapatılmadan önce havada kurumalıdır. Kateter uygulaması veya pansuman değişimi öncesinde organik çözücüler (aseton, eter, vb) kullanılmamalıdır.

Pansuman örtüleri, kateterleri tespit edebilmek ve ayrıca çıkmalarını ya da travmaya maruz kalmalarını engellemek amacıyla kullanılır. Kateter bölgesinde steril gaz ve bant veya çeşitli şeffaf poliüretan film pansuman örtüleri kullanılabilir. Bu bölgede sızıntı veya kanama varsa, şeffaf ve yarı geçirgen örtülerdense gaz ile pansuman yapılması tercih edilir. Kateter örtüsü, ıslandığında, gevşediğinde veya bölgenin gözlemlenmesi gerektiğinde değiştirilir. Topikal kullanılan merhem benzeri ürünlerin kateter giriş bölgesine uygulanması önerilmez. Çünkü bunlar mantar enfeksiyonuna, antimikrobiyal dirence ve kateter yüzeyinde hasara yol açabilirler. Kateterin suya dayanıklı bir örtüyle kapatılması koşuluyla, tünelli kateteri olan çocuklar yüzebilirler.

4. Hastanelerde PN istemi yapılması ve monitorizasyon

Genel olarak beslenme durumunun ve özelde de PN'nin niteliği multidisipliner bir çocuk beslenme desteği takımının (örneğin, çocuk sağlığı ve hastalıkları uzmanı, çocuk cerrahı, hemşire, diyetisyen/beslenme uzmanı, eczacı, diğer olası meslekler) oluşturulması ile artırılabilir. Böyle bir takımın en elverişli beslenme bakımının düzenlenmesi, çalışanların eğitimi, kılavuzların oluşturulması, araştırmaya zemin hazırlanması ve uygunsuz PN kullanımının azaltılmasında önemli rolü vardır. Uzmanlaşmış bir hemşire ve beslenme hemşiresi tarafından eğitilen çalışanlar sayesinde kateter sepsisi oranlarını düşürmek olasıdır. Beslenme desteği takımlarının oluşturulması hararetle önerilmektedir (5).

PN verilmesinin amacı, sindirim sistemindeki hastalık veya immatürite nedeniyle, ağızdan veya enteral yoldan beslenmenin yetersiz kaldığı durumlarda, beslenme eksikliğinin önlenmesi veya düzeltilmesidir. Öyleyse, PN istemi bir bütün olarak ele alınan beslenme bakımı planının bir parçasıdır. PN'ye başlanmadan önce zorunlu olarak atılması gereken adımlar arasında ayrıntılı olarak beslenme durumunun gözden geçirilmesi (tıbbi öykü, beslenme öyküsü, fizik muayene, laboratuvar bulguları, vb) yer alır. PN uygulamasının olası süresiyle ilgili bir tahminde bulunulmalı ve beslenme ile ilgili hedefler belirlenmelidir. Bu dinamik bir süreçtir; dolayısıyla, istem, beslenme durumunda veya klinik durumda ortaya çıkabilecek değişiklikleri hesaba katmalıdır. Parenteral beslenme istemi ve izlemi, oluşturulmuş algoritmalara sadık kalınarak yapılmalıdır. Bu sayede bakımın niteliği artırılabilir. Algoritmaya uyulup uyulmadığı denetlenmelidir.

PN öncesinde ve sırasında klinik durumun etraflıca değerlendirilmesi, beslenme durumunun gözden geçirilmesi, laboratuvar değerlendirmelerinin yapılması gerekir. Kullanılan ölçütlerin seçimi ve değerlendirme sıklığının belirlenmesi hastanın klinik durumu göz önüne alınarak yapılır (**Tablo 13 ve Tablo 14**).

Tablo 13. Bebek ve çocuklarda PN istemi öncesinde ve PN sırasında izlem için önerilen değerlendirme. Ölçütlerin seçimi klinik değerlendirmeye göre yapılır.

Bu ölçütler önceleri haftada 2-3 kez ve ardından hastanın klinik durumu ve beslenme hedeflerine göre sıklığı azaltılır. PN üç aydan uzun sürerse, genellikle eser elementler, ferritin, folat, B12 vitamini, tiroit fonksiyonları, pıhtılaşma ve yağda çözülen vitaminler ölçülür.

- Tam diyet öyküsü
- Antropometri (ağırlık, boy/uzunluk, baş çevresi, tablo 14 ile karşılaştırın)
- Tam kan sayımı (trombosit ve diferensiyel lökosit sayımı dahil)
- Elektrolitler
- Üre / Kreatinin
- Glikoz
- Kalsiyum / Fosfat
- Albümin (veya pre-albümin)
- Karaciğer fonksiyon testleri
- Kolesterol / Trigliseritler
- İdrar glikoz ve ketonları

Tablo 14. Parenteral beslenme öncesinde ve sırasında beslenme durumunun değerlendirilmesi

- BMI persentilleri ve ideal vücut ağırlığının %si (hesaplanması; ölçülen ağırlık / ölçülen boya göre 50nci persentildeki ağırlık)
- Triseps deri kıvrım kalınlığı
- Orta kol çevresi
- Kol yağ alanı
- Orta kol çevresi : Baş çevresi oranı

Geleneksel olarak, çocuklarda kişiye göre hazırlanmış PN tercih edilse de, hastanede yatan çoğu hastada, uygun izlem yapılması ve eksik elektrolit ve besinlerin yerine konması koşuluyla, en azından kısa süreli PN uygulamalarında standart solüsyonlar kullanılabilir (6). PN istemlerinin bilgisayar destekli olarak yapılması hem zaman kazandırır hem de beslenme bakımının niteliğini artırır.

PN her zaman infüzyon pompası kullanılarak verilmelidir. İnfüzyon pompaları akım hızının tam kontrolünü sağladıklarından güvenlidir. Ayrıca, infüzyonu aşamalı olarak başlatma ve durdurma olanağı sağlarlar; bu sayede PN toleransını artırarak hiper- ve hipoglisemi gelişimi olasılığını azaltabilirler. PN verilirken kullanılan setlerde filtreler olmalıdır. Lipit içeren her türlü solüsyon için 1,2 µm filtreler kullanılmalı ve filtre her 24 saatte değiştirilmelidir. Endotoksin-tutucu 0,2 µm'lik filtreler lipit içermeyen solüsyonlar için kullanılmalı ve 96 saatte bir değiştirilmelidir. İnfüzyon solüsyonundan kaynaklanan kateter ilintili enfeksiyonların setlerde kullanılan filterelerle engellenebileceğine dair kanıt yoktur.

PN kullanılan her durumda tolerasyon ölçüsünde oral ve enteral beslenmenin başlatılması ve artırılması için çaba gösterilmelidir. Enteral sistemin tam olarak aç bırakılmasındansa, enteral besinlerin az miktarlarda verilmesi ve mümkün olduğunca ağızdan düşük hacimli beslenmenin sağlanması gerekir. Uygun durumlarda deneyimli bir diyetisyenin/beslenme desteği takımının devreye girmesi önerilir. Enteral beslenmeye başlanırken, toleransı değerlendirebilmek için, tedavide her seferinde bir değişiklik yapılması gerekir. Ağır bağırsak yetersizliği varsa sindirim sisteminin toleransına göre beslenme hacimlerinin çok yavaş artırılması gerekir. Enteral beslenmeye hacim hesaplı bir pompaya bağlı yapay bir beslenme aracıyla, sıvı formda 4-24 saatlik sürelerle devamlı infüzyon şeklinde başlanabilir. Tolere ediliyorsa, enteral beslenme bolus veya yudum şeklinde ağızdan veya yapay beslenme cihazı aracılığıyla da verilebilir. Bağırsak fonksiyonları hızla geri dönen çocuklarda doğrudan normal beslenmeye geçilebilir.

5. Evde parenteral nütrisyon

Diğer nedenlerle hastanede yatması gerekmeyip PN alan çocuklarda, hastalığın sıkıntılarıyla boğuşan çocuğun ve ailenin yaşam kalitesini artıracak en iyi seçenek genellikle evde PN'dir. Evde PN aynı zamanda daha az masraflı bir süreçtir. Bu nedenle, uzun süreli PN alan tüm çocuklar, ailevi ve diğer kriterleri uygunsa, evde PN almak üzere taburcu edilmelidir. PN'nin evde güvenli olarak verilebileceği yaş sınırı hastanın ve evde bakımı sağlayacak kişilerin durumuna göre belirlenir. Sağlıklı koşullar sağlanabiliyorsa 6 aydan daha küçük olan bebeklerin bile evde PN alması

olasıdır. Evde PN alması düşünülen çocukların altta yatan hastalık, sıvı ve elektrolit dengesi ile santral ven kateteri açılarından stabil durumda olması gerekir (7). Aile veya bakımda görev alacak diğer kişilerin yeterince bilgilendirilmesi ve konu ile ilgili olarak motive edilmeleri gerekir. Bu kişiler evde PN ile ilgili tüm tıbbi, duygusal ve teknik sorunlarla başa çıkabilmelidir. Ailenin evde PN için uygunluğu bir sağlık çalışanı tarafından değerlendirilmelidir. Aileler önceden yapılandırılmış bir öğrenme ve uygulama sürecinden geçmelidir. Bu eğitim beslenme desteği takımının bir üyesi tarafından yönlendirilmelidir. Hasta eve taburcu edilmeden önce ailenin yetileri ve bilgisi değerlendirilmelidir (**Tablo 15**). Ailenin yaşadığı bölgenin hastane ve sağlık merkezlerinde çalışan sağlık personeli taburculuk planında ve ardından verilecek bakım ve hizmette rol almalıdır.

Tablo 15. Çocukların evde parenteral nütrisyon için taburcu olmasından önce ailenin bilmesi gerekenler

Ailenin bilgi düzeyi	Manipülasyon	Kateter ve hattı	Pompa	Çocuk
Günlük bakım	El yıkama tekniği Steril sahanın hazırlanması Enjektöre solüsyonların çekilmesi	Yıkama veya heparinleme İnfüzyona başlama ve bitirme	Çalıştırma İnfüzyonun devamının sağlanması	Kateter çıkış yeri Vücut sıcaklığı
Acil durum Ne yapmalı? Kimle irtibat kurulmalı?	Eksik malzemeler	Damar yolunun tıkanması Kateterin delinmesi/yırtılması İnfüzyon setinde hava	Alarmlar	Kateter çıkış yerinde enfeksiyon Ateş Sindirim sorunu

PN'nin döngüsel ("cyclic") kullanılması, PN içeriğinin 24 saatten kısa sürede, genellikle 8-12 saatte, verilmesi anlamına gelir. Özellikle uzun süreli PN desteği gerektiren hastalarda gün içinde PN'ye ara verilmesi karaciğer komplikasyonları riskini azaltabilir. Bu nedenle, evde PN çoğunlukla dönüşümlü yapılır. İnfüzyon hızının aşamalı olarak azaltılıp artırılabilmesini sağlamak üzere infüzyon pompaları kullanılmalıdır.

Tek lümenli kateterler kan örneği almak için rutin olarak kullanılmamalıdır ancak, çocuğun stresini ve travmayı azaltmak için bu amaçla kullanılmaları gerekebilir. Akım kontrolü, serbest akımı engelleyici önlemleri, hava alarmı, tıkanma alarmı ve ayarların kilitlemesine izin veren düzeneği olan bir pompa aracılığıyla yapılmalıdır. Dolaşıma girebilecek parçacıkları ve tortuları engellemek için filtreler kullanılmalıdır. Bebek ve çocuklarda uzun süreli PN için standart solüsyonlar genellikle uygunsuzdur. Bu nedenle, makro- ve mikro-besin öğelerini içeren pediatrik evde PN solüsyonları her bir hastanın gereksinimlerine göre hazırlanmalıdır.

Evde PN alan bebek ve çocuklarla ilgilenen merkezlerin yeterli deneyim ve kaynağı olmalıdır. Bu bağlamda multidisipliner beslenme destek takımları, evde PN

reçetelemesi ve kullanımı konusunda sorumluluk alabilecek düzeyde eğitime sahip personel ve 24 saat açık acil durum telefon hattı düşünülebilir. Beslenme desteği takımı evde PN alan çocuğa ve ailesine hemşirelik hizmeti ve psikolojik destek sağlamalıdır. Evde PN alan çocuklar düzenli olarak deneyimli bir ekip tarafından izlenmelidir. Bu izleme ait öneriler **Tablo 16**'da yer almakla beraber, hastanın durumuna göre bunlarda değişiklikler yapılabilir.

Tablo 16. Uzun süreli evde PN alan çocuklar için izlem önerileri

İzlem aralığı	Klinik değerlendirme	Diğer incelemeler
1-3 ay	Ağırlık Boy Klinik muayene Diyet değerlendirmesi	ALT, bilirübin, GGT, alkalin fosfataz, Ca, P, Mg, üre, kreatinin dahil kan biyokimyası Kan sayımı Pıhtılaşma testleri İdrar elektrolitleri (Ca, Na, K) Ferritin Çinko Tiroit fonksiyon testleri
6 ay-1 yıl		Plazma vitaminleri A, E ve D Karaciğer ve safra yolu ultrasonografisi Kemik dansitometresi

6. Komplikasyonların önlenmesi ve başa çıkılması

PN'ye bağlı komplikasyonlar dört ana gruba ayrılabilir:

1. Santral ven kateterine bağlı, örneğin, enfeksiyon, tıkanma, santral ven trombozu, akciğer embolisi ve kaza sonucu kateterin çıkması veya hasar görmesi,
2. PN solüsyonlarının instabilitesi ve eklenen ilaçlarla etkileşimi,
3. Metabolik veya beslenme ile ilgili komplikasyonlar, örneğin, elektrolitler, mineraller, glikoz, esansiyel yağ asitleri, vitaminler, eser elementler gibi PN bileşenlerinin eksikliği ya da fazlalığı ve kontaminan maddelerin varlığı
4. Altta yatan hastalık süreci veya diğer organ sistemleri ya da her ikisine birden etkiler, örneğin, karaciğer ve safra yolu hastalığı, metabolik kemik hastalığı ve büyümede geri kalma.

Enfeksiyon: Kateter ilintili enfeksiyon, santral kateterlerin en sık görülen ve potansiyel olarak ölümcül komplikasyonlarından. Süreğen şekilde PN almakta olan çocuklarda bu tip enfeksiyonların insidansının, evde PN uygulanan her 1000 gün için 2,1 olduğu bilinir. Enfeksiyonun kaynağı çoğunlukla damar içindeki kateterin iç yüzeyidir (bakteri kaynağı cilt florası veya bakteriyel translokasyondur (kısa bağırsak sendromu, bakteriyel aşırı çoğalma). Kateterin PN veya sıvı verilmesi gibi amaçlarla günlük olarak manipüle edilmesi enfeksiyon riskini artırır.

Etken olarak en sık tanımlanan patojenler koagülaz-negatif stafilokok,

Staphylococcus aureus, enterokok ve *Candida* türevleridir. A.B.D. Hastalık Kontrolü

Merkezleri'ne bildirilen rakamlara göre gram negatif basiller tüm kateter ilintili enfeksiyonların %20'sinden sorumludur (8).

Bazı özel cihazların kullanımı ile kateter ilintili enfeksiyon riski azaltılabilir. Bunlar arasında tünelli ve enplante edilen kateterler, antimikrobiyal kaplı kateterler ve yalnızca PN amacıyla kullanılan tek lümenli kateterler sayılabilir. Uygun bakım hizmetlerini verebilecek donanımda hemşirelerin varlığı ve aseptik yöntemlerin doğru kullanımı konusunda hastanın eğitilmesi vazgeçilmez unsurlardır.

PN sıvılarının, *Good Pharmaceutical Manufacturing Practice*'e (İyi Eczacılık Üretim Uygulamaları) uygun şekilde aseptik hazırlama teknikleri ile uygun ortamlarda hazırlanmaları gerekir. Amino asit ve glikoz infüzyon setleri ve eklenti ile uzantıları ≤ 72 saatte bir ve lipit setleri ≤ 24 saatte bir ya da üretici firmanın önerisi doğrultusunda değiştirilmelidir. Bakımı yapan kişilere katetere bağlı sepsisin bulguları öğretilmelidir. Nedeni açıklanamayan ateş veya sepsisin diğer bulgularının gelişmesi durumunda santral kateterden kan kültürü alınmalıdır. Eş zamanlı olarak periferik kan kültürlerinin alınması ancak yarı-nicel veya nicel bir kültür tekniği kullanılıyorsa faydalıdır. Şüphe edilen bir kateter sepsisi söz konusuysa, kan kültürlerinin alınmasından sonra geniş spektrumlu antibiyotikler damar yoluyla başlanır. Bölgesel direnç dağılımına göre antibiyotik seçimi yapılır. Enfeksiyona yol açan mikroorganizma(lar) belirlendikten sonra, dar spektrumlu antibiyotiklere geçilebilir. Tedavinin süresine tanımlanan mikroorganizmanın tipine göre karar verilir. Santral katetere bağlı komplikasyon oranları düzenli aralıklarla gözden geçirilerek tartışılmalı, gerekli değişiklikler araştırılmalı ve buna uygun adımlar atılmalıdır.

Tıkanma santral kateterin lümeninden (kan, ilaç veya PN sıvısına ait çökelti), venden (pıhtı, fibrin depolanma) veya kateterin dışından (kateterin damara dayanması, köprücük kemiği, vb'den kaynaklanan dıştan bası veya hasta pozisyonu) kaynaklanabilir. Trombüs oluşumu nedeniyle kateter tıkanması, çocuklarda yetişkinlere göre daha sık görülür. Evde PN alan çocukların %10'unda ve bebeklerin %31'inde görüldüğü bildirilmiştir.

Kateter tıkanmasının neden oluştuğunu anlamak için hastanın yakın zamanlı öyküsü değerlendirilmeli, verilen ilaç ve sıvılar gözden geçirilmeli ve düz toraks radyografisi, venogram ve ultrasonografi gibi radyolojik görüntüleme yapılmalıdır. Ultrasonografi juguler trombozu tanıyabilirken, subklavyan veya superior vena kaval trombozlarda yetersiz kalabilir. Klinik şüphenin yüksek olduğu ve görüntüleme yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda venografi yapılması gerekir.

Yetişkinlerde yapılan randomize kontrollü çalışmaları ele alan 3 meta-analizde heparinin kateterin açık kalma süresi üzerindeki etkinliğine bakılmış ve kateteri heparinle yıkamanın serum fizyolojik (%0,9 NaCl) ile yıkamaya göre bir üstünlüğünün olmadığı görülmüştür. Santral kateteri olan bebek ve çocuklar için şu anda tromboprolaksiye yönelik kesinleşmiş öneriler yoktur (10). Bu anlatılanlara karşın, kateter üreticileri kateterlerin açık kalabilmesini sağlamak amacıyla heparinle yıkamalarını önermekte ve bu uygulama çoğu pediatrist tarafından rutin olarak yapılmaktadır. Profilaktik amaçlarla kullanıldığında, heparin konsantrasyonu 10 ile 100 ünite/ml aralığında değişmektedir.

Tüm PN sıvıları için, mayi hattında terminal filtreler kullanılmalıdır. Filtrelerin tıkanma durumları denetlenmelidir. Santral kateterlerden mümkün olduğunca kan alınmamalıdır. Kateter giriş yerinden sızıntı, kateterde sertleşme veya infüzyon basıncında artış gibi bulgular ilgili hekime derhal bildirilmeli ve uygun araştırmalar yapılmalıdır. Yakın zamanlı bir Cochrane sistematik derlemede (9) yetişkin ve çocuklarda tıkanmış kateterlerin tekrar açılması için uygulanan yöntemlerin güvenilirlik ve etkinliği değerlendirilmiştir. Sonuç kısmında tromboz nedeniyle tıkanan santral kateterlerin açılmasında hem ürokinazın hem de doku plasminojen aktivatörünün etkin olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Lipit veya ilaç depolanmasına bağlı tıkanma olduğu düşünülüyorsa, kateterin etil alkol veya hidroklorik asit ile açılması denenebilir. Aşırı basıncı önlemek için 10 ml'den düşük hacimdeki enjektörler kullanılmamalıdır. Santral kateterin kılavuz tel ile açılmaya çalışılması önerilmez.

Santral ven trombozu (SVT) ve akciğer embolisi uzun süreli PN alan çocuklarda potansiyel ölüm riski barındıran komplikasyonlardır.

Bu komplikasyonlar yüzde şişme, yüzeysel venlerde dolgunlaşma veya PN'ye başlandığında ağrı gibi bulgular verebilir. SVT tanısı, ekokardiografi, Doppler ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi ve/veya venografi ile konabilir. Akciğer embolisi göğüs ağrısı, dispne, hemoptizi, senkop, taşipne, taşikardi, terleme ve ateş gibi bulgular verebilir.

Küçük trombüsler asemptomatik olabileceği gibi çabuk yorulma gibi belli belirsiz bulgular verebilir. Tromboembolizm ile ilgili yakınma ve bulgular ilgili hekime derhal bildirilmeli ve uygun araştırmalar yapılmalıdır. Akut semptomatik trombozisin tedavisi trombolitik ajanlar veya antikoagölasyon ile yapılabilir. Hollanda'da yapılan küçük bir geriye dönük çalışmada (11) evde PN alan çocuklarda, sistemik profilaktik antikoagölasyonun kateter kaynaklı tromboz ve tıkanma oranlarını azalttığı bulunmuştur. Buna göre, K vitamini antagonistleri veya düşük moleköl ağırlıklı heparinler, yalnızca daha önceden tromboembolizm yaşamış hastalara değil, uzun süreli PN alan risk altındaki hastalara da verilmelidir.

Kateterin istem dışı çıkması veya hasar görmesi yanlışlıkla olabileceği gibi santral kateterin gerilerek çekilmesi ile de olabilir. Özellikle kullanım dışı olduğu dönemlerde, istem dışı çıkmasını, gerilmesini veya zarar görmesini engellemek için, kateterin vücuda bant ile çok güvenli bir şekilde tespit edilmiş olması gerekir. Uygulanan pansumanın güvenli olmasının yanı sıra kateter çıkış yerini gösterebilecek ve gereğinde kolaylıkla çıkartılabilecek şekilde yapılması gerekir. Santral kateterde görülen her hangi bir hasar ilgili hekime derhal bildirilmeli ve düzeltici önlemler alınmalıdır. Luer kilitli bağlantılar kullanılarak kateterden sızıntı ve kanama olması önlenmelidir. Hasarlanmış bir kateterden kanamayı engellemek için, el atında her zaman kaskaçlar (klempeler) bulunmalıdır. Durumu algılayabilecek yaşı gelmiş çocuklar ve bakımdan sorumlu kişiler santral kateter güvenlik önlemleri hakkında bilgi sahibi olmalıdır.

PN bileşenleri ile ilaç etkileşimleri üç temel şekilde olur; her zaman gerçekleşen fizyolojik etkileşimler, mevcut durumun komplikasyonlarına bağlı olarak veya beslenme desteğinin yetersizliği sonucu ilaçların davranışlarının değişmesi ve mayi

hattı içinde infüzyon esnasında doğrudan kimyasal reaksiyon. PN'nin mümkünse lisanslı bir üreticiden veya eşdeğer bir kurumdan temin edilmiş hazır ticari karışım şeklinde kullanılması önerilir. Bu tip ürünlerle birlikte eklenebilecek elektroilt ve diğer katkı maddelerinin izin verilen sınırlarını gösteren tablolar temin edilmelidir. Bu amaçla alternatif ürünler kullanılmamalıdır. Kalsiyum-fosfat çökeltisi oluşma riskini azaltmak için, fosfat organik bağlı formda kullanılmalıdır. İnorganik fosfat kullanılırsa, stabilite matrikslerine ve karışımın hazırlanma sırasına kesin olarak uyulmalıdır. Bu durumda bile nadiren çökeltiler oluşabilir. "İkisi bir arada" solüsyonların kullanımı sırasında Y bağlantı aracılığıyla lipitlerin eklenmesi konusunda üretici firmaların önerileri doğrultusunda hareket edilmeli ya da lipitler farklı bir damar yolundan verilmelidir. PN karışımları damar girişinde filtreden geçirilmelidir. Üretici firma veya lisanslı bir laboratuvar tarafından aksi önerilmedikçe, PN verilen yoldan ilaç vermekten kaçınılmalıdır. Ağır hiperbilirübinemisi olan ve parenteral beslenen yenidoğanlarda bilirübinin plazma protein bağlanmasını etkileyebilecek ilaçlar kullanılmamalıdır.

Metabolik komplikasyonlar doğru uygulamalar ve izlem sayesinde kısmen engellenebilir. Düzenli olarak yalnızca tartı alımı değil aynı zamanda boy uzaması da izlenmelidir. Büyüme geriliği olduğu halde tartıda aşırı artış olabilir.

Bağırsak yetmezliği ile ilintili karaciğer hastalığı (BYİKH) (IFALD; intestinal failure associated liver disease) çok nedenli bir komplikasyondur. Patogenezis tam olarak bilinmemektedir ancak pek çok risk faktörü vardır. PN ilintili karaciğer hastalığına yol açan faktörler hastadan veya PN'den kaynak alabilir. Bu risk faktörleri arasında erken doğum, enteral beslenmenin olmaması, safra asidi salgılanmasında immatürite, enfeksiyon (enflamasyon), oksidatif stres, besin maddelerinin eksikliği veya fazlalığı ve altta yatan hastalık yer alır. BYİKH'nin gelişiminde yer alan en önemli etkenlerin prematürite ve kateter ilintili enfeksiyonlar olduğu bilinir.

BYİKH öncelikle kanda safra asidi konsantrasyonunda ve karaciğer enzimlerinde artış ile kolestatik bir karaciğer hastalığı olarak ortaya çıkar. Bu durum ilerleyerek hepatik siroza ve portal hipertansiyonla karaciğer yetmezliğine yol açabilir. BYİKH'si olan çocuklarda daha sonraları ortaya çıkan hepatosellüler karsinomlar bildirilmiştir. BYİKH'nin histolojisinde kolestazla uyumlu olarak periportal enflamasyon, safra yolu proliferasyonu ve ağır olgularda siroza ilerleyen fibrozis görülür. BYİKH tanısı ancak tüm diğer olası tanıları ekarte edildikten sonra konabilir. PN alan ve kolestaz geliştiren (konjüğe hiperbilirübinemi) her hastada enfeksiyon ve tıkanma (kolelityazis) olabileceği akla getirilmelidir.

Kan değerlerinin (ALT, AST, GGT, total bilirübin, konjüğe bilirübin, albümin, PT, PTT) düzenli monitorizasyonu ve abdominal ultrasonografi yapılması temel esaslardır. BYİKH'nin önlenmesi için tüm olası risk faktörleri göz önüne alınmalıdır. Bunlar arasında kateter ilintili enfeksiyonların ve bakteriyel aşırı çoğalmanın tedavisi, enteral beslenmenin erken başlanması, PN'nin aralıklı verilmesi ile enerji ve besinlerin aşırı ya da az verilmemesi yer alır. BYİKH'ye nütisyonel yaklaşımda elde edilen temel ilerleme, balık yağı içeren karışımların kullanılmaya başlanmasıyla olmuştur. Bu konu mevcut modülün lipitlerle ilgili bölümünde anlatılmıştır.

BYKİH için kesin sonuçları olan tedaviler yoktur. Ürsodeoksikolik asit (UDCA) verildiğinde çoğunlukla biyokimyasal bir düzelme elde edilir. Ancak, UDCA ile ilgili çalışmalarda, hasta sayısının az olması, kısa süreli tedavi, randomizasyon ve kontrol grubu olmaması ile karıştırıcı değişkenler üzerinde kontrol bulunmaması gibi sıkıntılar söz konusudur. Rutin UDCA kullanımı ile klinik sonuçların düzelebileceğine dair kanıt yoktur. Eritromisin üst sindirim sistemi motilitesini artırmak ve yenidoğanda enteral beslenmenin başlamasını sağlamak amacıyla kullanılır (12). Bu ajanın aynı zamanda BYKİH insidansını azalttığı gösterilmiştir. Rutin kullanımlarını destekleyecek kanıtlar az olsa da, ampirik olarak kullanılan diğer tedaviler arasında kolesistokinin, kolestimamin, kortikosteroidler ve fenobarbital yer alır.

Kemik komplikasyonları

Uzun süreli PN metabolik kemik hastalığı gelişimini artıran bir risktir. Uzun süreli PN alan hastaların %40-100'ünde kemik hastalığı vardır. Bu durum asemptomatik olabileceği gibi, kemik ağrısı veya travma olmaksızın ya da minimal travma ile ortaya çıkan kemik kırıkları ile de görülebilir.

Kemik hastalığının patogenezi tam olarak anlaşılamamıştır. PN (kalsiyum ve fosfor alımına ait dengede değişiklik, asidoz, parenteral D vitamininin aşırı ya da az verilmesi, K vitamini, florid veya bakır eksikliği, ve alüminyum toksisitesi) ile primer hastalığın (kalsiyum ve D vitamininin malabsorpsiyonu, süregen enflamasyon, ilaç - özellikle kortikosteroid- kullanımı) ikisine de bağlı olarak ortaya çıkabilir.

Kemiklerin metabolik durumunun değerlendirilmesinde ayrıntılı öykü, fizik bakı, antropometri ve laboratuvar değerlendirme yer alır. Laboratuvar çalışmaları tam kan sayımı, böbrek ve karaciğer hastalıklarını ekarte etmek üzere biyokimyasal panel ve hipertiroidizmi değerlendirmek üzere tiroit-stimulan hormon (TSH) çalışmasını kapsar. Ayrıca paratiroid hormon (iPTH) ve 25-hidroksivitamin D seviyelerine de bakılmalıdır. Evde PN alan hastalarda başlangıç ve periyodik dual-enerji absorptiometri (DEXA) çalışması düşünülmelidir.

Kemik bütünlüğünün korunması mineral ve vitaminlerin yeteri miktarlarda alınması ile mümkündür. Kalsiyum dengesinin negatifleşmesinden kaçınmak çok önemlidir. PN ilintili kemik hastalığını tedavi etmek için PN bileşenlerinde değişiklik yapmak ve kalsitonin, paratiroid hormon, seks hormonları ve bifosfonatlar gibi substratları vermek gerekir. Özellikle kortikosteroid tedavisi almayan yetişkin ve çocuk hastalarda, intravenöz bifosfonat verilerek omurga ve kalça kemiği mineral yoğunluğunun artırılabilirdiği gösterilmiştir.

Böbrek hastalığı

Böbrek yetmezliğinin etyolojisi büyük olasılıkla çok faktörlü olup tekrarlayan dehidratasyon ve elektrolit anormallikleri, aşırı protein yüklenmesi, solüsyonların kontaminasyonu ve tekrarlayan santral kateter enfeksiyonları gibi nedenleri kapsar. PN alan çocuklarda glomerüler ve tubuler fonksiyonlarda bozulma olduğu gösterilmiştir. Böbrek hastalığı için bilinen bir tedavi olmamakla birlikte, yukarıda sayılan ortaya çıkarıcı etmenler akılda tutulmalıdır. Yetişkinlerde PN'nin dönüşümlü olarak verilmesinin idrar hacmi ile elektrolit atılımı üzerinde etkisi olduğu ve bu durumun diurnal hiperkalsiüri ile ilişkili olduğuna dair bir gözlem vardır.

7. Özet

- PN ağızdan veya enteral yoldan yeterince beslenemeyen bebek, çocuk ve ergenlerde temel ve genellikle yaşam kurtarıcı bir tedavidir.
- PN yeterli bakımın verilmesi, özelleştirilmiş enteral beslenme ve yapay beslenme cihazlarının kullanımı gibi tüm olası seçenekler değerlendirilmeden PN uygulanmamalıdır.
- PN ciddi yan etkilere yol açabilir. Bu riski azaltmak için dikkatli bir yaklaşım uygulanmalı, multidisipliner beslenme destek takımı oluşturulmalı, dengesiz veya aşırı besin verilmesinden kaçınılmalı, kateter enfeksiyonlarını azaltmak üzere katı hijyen kuralları uygulanmalı, eş zamanlı enteral beslenme yapılmalı ve PN miktarını ve süresini kısaltmak üzere enteral beslenmenin artırılması için zorlayıcı olunmalıdır.
- Çocuklarda PN uygulamasına yönelik kanıta dayalı kılavuzlar uygun besin desteği sağlanmasında ve uygulamalarda yol göstericidir.

Kaynaklar

1. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R; for the Parenteral Nutrition Guidelines Working Group. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2005 Nov;41 Suppl 2:S1-S87.
2. Koletzko B. Nutritional needs of children and adolescents. In: Sobotka L (ed). *Basics in Clinical Nutrition*. Prague, Galén, 3rd ed, 2004:45-55.
3. Seida JC, Mager DR, Hartling L, et al. Parenteral ω -3 Fatty Acid Lipid Emulsions for Children with Intestinal Failure and Other Conditions: A systematic review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* published online 8 June 2012.
4. Vlaardingerbroek H, Veldhorst MA, Spronk S, van den Akker CH, van Goudoever JB. Parenteral lipid administration to very-low-birth-weight infants--early introduction of lipids and use of new lipid emulsions: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2012 96:255-68.
5. ESPGHAN Committee on Nutrition. The need for Nutrition Support Teams in pediatric units: A Commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2005;41:8-11.
6. Krohn K, Babl J, Reiter K, Koletzko B. Parenteral Nutrition with Standard Solutions in Paediatric Intensive Care Patients. *Clin Nutr* 2005; 24:274-80.
7. Colomb V, Goulet O, Ricour C. Home enteral and parenteral nutrition in children. *Baillieres Clin Gastroenterol* 1998;12:877-94.
8. Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2009;49:1-45.
9. van Miert C, Hill R, Jones L. Interventions for restoring patency of occluded central venous catheter lumens. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 Apr 18;4:CD007119.
10. Revel-Vilk S, Ergaz Z. Diagnosis and management of central-line-associated thrombosis in newborns and infants. *Semin Fetal Neonatal Med* 2011;16:340-4.

11. Vegting IL, Tabbers MM, Benninga MA, et al. Prophylactic anticoagulation decreases catheter-related thrombosis and occlusion in children with home parenteral nutrition. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2012;36:456-62.
12. Ng PC, Lee CH, Wong SP, et al. High-dose oral erythromycin decreased the incidence of parenteral nutrition-associated cholestasis in preterm infants. Gastroenterology 2007;132:1726-39.

Teşekkür:

Yazar, bu bölümün temel unsurlarını oluşturan bilginin ortaya çıkmasını sağladıkları için, ESPHGAN ve ESPEN'in Çocuklarda Parenteral Beslenme Kılavuzlarını hazırlayan çalışma grubunun üyelerine ve özellikle bu öğrenme modülünün ilk versiyonunu yazan Prof. Berthold Koletzko'ya içten teşekkürlerini sunar.