

Yenidoğanda Sıvı ve Elektrolit Dengesi

Fluid and Electrolyte Balance in Newborns

Öz

Sıvı ve elektrolit dengesinin sağlanması, hem intrauterin dönemde hem de doğum sonrası gelişim sürecinde normal hücre ve organ fonksiyonlarının sağlanması için gereklidir. Sıvı ve elektrolit dengesindeki fizyolojik değişikliklerin bilinmesi ve uygun desteğin sağlanması yenidoğan yoğun bakımının önemli konularından birisidir. Amaç fetüsün başarılı bir şekilde yenidoğan dönemine geçişini sağlamak, büyüme devresinde ve hastalıkların seyrinde normal sıvı elektrolit dengesini devam ettirebilmektir. Bu derlemede term ve preterm bebeklerde sıvı-elektrolit dengesi ve gereksinimleri ele alınmıştır.

Abstract

Maintenance of fluid and electrolyte is essential for normal cell and organ function during intrauterine development and throughout extrauterine life. Therefore, understanding of the physiologic changes in the neonatal fluid and electrolyte homeostasis and the provision of appropriate fluid are among the cornerstones of modern neonatal intensive care. This review addresses fluid and electrolyte balance and requirements in term and preterm newborns.

Giriş

Total vücut sıvısı (TVS), intrasellüler sıvı (İSS) ve ekstrasellüler sıvı (ESS) olmak üzere iki kompartmana ayrılır. Ekstrasellüler sıvı da intravasküler ve interstisyel sıvı kompartmanlarından oluşmaktadır (3). İntrauterin dönemde, doğum eylemi sırasında ve erken postnatal dönemde vücut kompozisyonunda ve sıvı dağılımında dinamik değişiklikler görülür. İntrauterin büyüme hızı, gebelik patolojileri, doğum şekli, doğum eylemi sırasında anneye uygulanan sıvı tedavisi, yenidoğanın böbrek fonksiyonu ve postnatal sıvı alımı gibi faktörler vücuttaki sıvı dağılımını etkiler (1,2).

Fizyolojik Adaptasyon

Gebeliğin erken döneminde TVS yüksektir ve vücut ağırlığının yaklaşık %95'ini oluşturur. Bu sıvıyı üçte ikisi ekstrasellüler alanda, üçte biri intrasellüler alandadır. Gebelik ilerledikçe hızlı hücresel büyüme, solidlerin birikimi ve yağ depolanması sonucunda ESS ve TVS azalırken İSS artar. Term bebekte TVS vücut ağırlığının %75'ini

Doç. Dr. Nihal DEMİREL

Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yenidoğan Kliniği

Yazışma Adresleri /Address for Correspondence:

Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yenidoğan Kliniği - Aşağı Eğlence Mah. Yeni Etlik Cad., Etlik (İncirli), Keçiören, Ankara

Tel/phone: +90 0 312 322 0180

Anahtar Kelimeler:

Yenidoğan, sıvı, elektrolit, postnatal adaptasyon

Keywords:

Newborn, fluid, electrolyte, postnatal adaptation

Geliş Tarihi - Received

27/02/2016

Kabul Tarihi - Accepted

29/03/2016

oluşturur ve bunun yaklaşık yarısı intrasellüler alandır. Prematüre bebeklerde TVS term bebeklerden daha fazla olup, bu fazlalık büyük oranda ESS artışına bağlıdır (1,3).

Doğum sonrasında kan basıncının yükselmesi sonucunda kalpten atrial natriüretik faktör (ANF) salınımı olur ve renal perfüzyon artar. İlk 24-48 saatten sonra diürez ve natriürezin başlamasıyla ESS azalır ve fizyolojik kilo kaybı gerçekleşir (3).

Yenidoğanda TVS dengesi kardiyovasküler sistem, böbrekler, cilt ve nöroendokrin sistem fonksiyonlarının matürasyonu ile yakın ilişkili olup verilecek sıvı miktarına karar verilirken tüm bu sistemlerin göz önünde bulundurulması gerekir (1,4).

Kardiyovasküler Sistem

Bebeğin gebelik yaşı ile akut hacim yüküne verdiği yanıt doğrudan ilişkilidir. Hasta preterm bebekte etkin bir miyokard kasılması, santral vazoregülasyon ve endotel bütünlüğü sağlanamadığından intravasküler hacmin düzenlenmesinde de kısıtlılıklar olmaktadır (1).

Renal Fonksiyonlar

Böbrekler, sodyum (Na⁺) ve su geri emilimi yoluyla ESS hacmi ve ozmolaritesini dengede tutar. Prematüre bebeklerde renal kan akımının az olmasına bağlı olarak glomerüler filtrasyon hızı (GFH) düşüktür. Preterm bebekler, interstisyel üre konsantrasyonlarının göreceli olarak düşük olması, henle kulpunun anatomik olarak daha kısa, distal tübüler ve toplayıcı sistemlerin antidiüretik hormon'a (ADH) az duyarlı olması gibi nedenlerle, idrarı daha az konsantre edebilirler. Renal bikarbonat geri emilimi, potasyum ve hidrojen iyonu sekresyonu da düşüktür. Postnatal dönemde aşırı sıvı kısıtlaması özellikle prematüre bebeklerde, dehidratasyon/hipernatremiye neden olurken, fazla sıvı verilmesi hipervolemi/hiponatremi ve ödeme sonuçlanır (1).

Yenidoğan böbreklerinin dilüsyon-konsantrasyon kapasitesinin 50-600 mOsmol/kg, günlük renal solüt yükünün yaklaşık 10-15 mOsmol/kg olduğu kabul edildiğinde maksimum ve minimum idrar çıkışı 1mL/kg/saat ile 12mL/kg/saat arasında değişir. İdrar çıkışı <1mL/kg/saat olduğunda solüt retansiyonu başlayacağı için, bu değer böbrek yetersizliği için eşik kabul edilebilir (1).

İnsensibl Su Kaybı (İSK)

Vücut suyunun cilt ve mukozalardan buharlaşma yoluyla kaybıdır. Kaybın 2/3'ü ciltten (transepidermal), 1/3'ü ise solunum yoluyla olur. İSK'nı etkileyen en önemli değişken bebeğin derisinin matürasyonudur. Preterm

bebeklerde epitel tabakasının immatür olması sebebiyle cilt yoluyla İSK daha fazladır. Stratum korneumun keratinizasyonu su kaybına karşı en önemli bariyerdir ve 34. gebelik haftasına kadar iyi gelişmemiştir. Prematüre bebeklerde vücut yüzey alanı / vücut ağırlığı oranının fazla olması ve derinin göreceli olarak daha fazla damarlanması da İSK'nı artıran faktörlerdir. Solunum yolundan İSK, solunum hızına ve solunan hava veya hava-oksijen karışımının nemlendirilmesine bağlıdır (4,5).

Nöroendokrin

Extrasellüler alanın ozmolaritesindeki değişiklikler suyun hücre içine ya da dışına net hareketini yansıtır. Serum ozmolaritesi arttığı zaman hipotalamus uyarılarak ADH salgılanır. Ayrıca volüm azalması karotis cisimleri ve baroreseptörleri etkileyerek ADH sekresyonunu daha da artırır. Ozmoresseptörler ve baroreseptörlerin eşgüdümü çalışmasıyla normal serum ozmolaritesi ve yeterli intravasküler volüm sağlanarak TVS dengede tutulur (1,2,5).

Extrasellüler kompartmanın kompozisyonu ve volümünün kontrolünde renin-anjiyotensin-aldosteron sistemi, ANF, B-tipi natriüretik peptid, bradikinin, prostaglandinler ve katekolaminler gibi çeşitli hormonlar rol alır. Bu hormonlar etkilerini temel olarak renal sodyum ve su atılımının düzenlenmesi, sistemik vasküler direnç ve miyokard kasılmasında değişiklikler üzerinden gösterir. Gebelik haftası düşükçe nöroendokrin yapının matürasyonu ve hormonlara verilen yanıt azalmaktadır (1,2,5).

Sodyum Dengesi

Sodyum, ESS ve plazma volümünü belirleyen ana bileşendir. Sağlıklı term bebeklerde bazal sodyum tutulumu erişkinlere benzer ve fraksiyone sodyum atılımı (FE Na) %1' in altındadır, ancak ikinci ve üçüncü günlerde diürez ile birlikte geçici bir yükselme olur. Prematüre bebeklerde ise gebelik yaşıyla ters orantılı olarak renal sodyum kaybı artmıştır. 28 haftalık doğan bir bebekte FE Na %5-6'lara kadar çıkabilir. Sonuç olarak prematüre bebeklerde hayatın 2-3. haftalarında yüksek renal Na⁺ kaybı ve yetersiz intestinal Na⁺ emilimi sonucu negatif sodyum dengesi ve hiponatremi gelişebilir (7).

Antenatal steroid uygulamasının prematüre bebeklerde İSK'nı azalttığı, renal epitel transport sisteminin matürasyonunu artırdığı ve bu sayede çok düşük doğum ağırlıklı prematüre bebeklerde sıvı ve elektrolit dengesi üzerinde olumlu etki gösterdiği bilinmektedir (4).

Potasyum Dengesi

Total vücut potasyumunun %98'i intrasellüler, %2'si eks-

trasellüler alanda bulunur. Total vücut potasyumunun düzenlenmesinde, K⁺ atılımı ve intrasellüler ve ekstrasellüler kompartmanlar arası K⁺ geçişi olmak üzere iki mekanizma rol oynar. %90-95'i böbrekler tarafından, yaklaşık %5-10'u barsaklar yoluyla atılır. ESS'nın pH'sındaki her 0.1 ünite-lik azalma serum K⁺ düzeyini 0.6mEq/L artırır (8,9).

Normal serum potasyum düzeyi 3.5-5 mEq/L aralığında dengede tutulur. Yenidoğanlarda, özellikle immatür prematüre bebeklerde erken postnatal dönemde serum potasyum düzeyi daha yüksek olabilir. Yenidoğandaki bu göreceli hiperkaleminin nedeni renal fonksiyonların, Na⁺/K⁺-ATPaz aktivitesinin ve hormonal yanıtların yetersizliği ile ilişkilidir (1).

Yenidoğanda Sıvı ve Elektrolit İhtiyacının Belirlenmesi

Sıvı ve elektrolit ihtiyacının belirlenmesinde idame gereksinimi, defisit ve devam eden kayıplar temel alınır. Bebeğin gebelik yaşı, renal fonksiyonları, ortamın ısısı ve nemi, ventilatör gereksinimi, drenaj tüplerinin varlığı ve gastrointestinal (GİS) kayıplar ihtiyacın belirlenmesinde kritik faktörlerdir (9).

Sıvı Gereksinimi

İdame sıvı gereksinimi idrar çıkışı ve İSK'nın toplamı kadardır. Yaşamın ilk birkaç gününde özellikle prematüre bebeklerde gaitayla sıvı kaybı minimaldir. Sıvı infüzyon tedavisi, fizyolojik kilo kaybına izin verecek, dehidratasyonu önleyecek şekilde dikkatli hesaplanmalıdır. Ancak her bebeğin bireysel ihtiyaçları dikkate alınarak idame sıvı miktarı artırılıp azaltılabilir. Prematüre bebekler için sıvı tedavisinde amaç, hayatın ilk 3 günü içinde negatif sıvı ve Na⁺ dengesi oluşturmak ve transepidermal kayıpları en aza indirmektir. Tablo I'de yaşamın ilk haftasında vücut ağırlığına göre İSK ve idame sıvı gereksinimi görülmektedir. Ortamın nem oranı transepidermal su kayıplarını önemli ölçüde etkiler ve bu etki özellikle immatür bebeklerde daha belirgindir. Bu nedenle başlan-

gıç intravenöz sıvı miktarının nem oranı dikkate alınarak hesaplanması uygun olur.

Sıvı desteğinin yetersiz olması dehidratasyon, hipernatremi, hipotansiyon, ve asidoza neden olurken, özellikle prematüre bebeklerde aşırı sıvı verilmesi klinik olarak anlamlı patent duktus arteriyozus, nekrotizan enterokolit, intraventriküler kanama ve bronkopulmoner displazi gelişme riskini artırır (1,2,4).

Sıvı Dengesinin Değerlendirilmesi ve İzlemi

Bebeğin sıvı dengesinin değerlendirilmesinde fizik muayene bulguları, tartı, idrar çıkışının izlenmesi ve laboratuvar tetkiklerinden yararlanılır (10).

1. Fizik muayene bulguları: Deri turgorunun kaybı veya ödem, oral mukozaların kuru veya nemli olması, göz kürelerinin ve fontanelin çökük olması gibi bulgular hidrasyon durumunun değerlendirilmesinde yararlı olabilir. Eğer düşük doğum ağırlıklı bebeklerde güvenilir değildir. Taşikardi, kan basıncında düşüklük, kapiller dolum zamanının >3saniye olması ve metabolik asidoz intravasküler volüm azalmasının göstergeleridir (1,2).

2. Tartı: Yoğun bakım ünitelerinde izlenen aşırı preterm bebekler ile diğer hasta yenidoğanlar günde en az bir veya iki kez tartılmalıdır. Hayatın ilk haftasında beklenen ve olması gereken kilo kaybı, term bebeklerde doğum ağırlıklarının ortalama %5-10'u, preterm bebeklerde ise matürasyonun derecesiyle ilişkili olarak doğum ağırlıklarının %10-15'idir. Günlük kilo kaybı term bebeklerde %1-2, preterm bebeklerde %2-3 olup sıvı tedavisinin planlanmasında önemli bir yol göstericidir. Kilo kaybı bu sınırların üzerinde ve diğer parametrelerle de destekleniyor ise (idrar miktarı az, idrar dansitesi yüksek, serum sodyum düzeyi yüksek) verilen sıvı miktarı artırılır (10-20 mL/kg/gün). Bunun tersine kilo kaybı beklenen oranların altında ve serum sodyum düzeyi azalıyorsa verilen sıvı miktarı da azaltılmalıdır (6).

3. İdrar miktarı ve dansitesi: Yaşamın ilk günü 0.5-1 mL/kg/saat, sonrasında 2-3 mL/kg/saat idrar çıkışı ol-

Tablo I. Yaşamın ilk ayında insensibl sıvı kaybı ve idame sıvı gereksinimi (5)

Vücut ağırlığı (gram)	İnsensibl sıvı kaybı *(ml/kg/gün)	Toplam sıvı gereksinimi** (ml/kg/gün)		
		1-2 gün	3-7 gün	8-30 gün
<750	100+	80-140	120-200	120-180
750-1000	50-70	80-120	100-150	120-180
1001-1500	30-65	60-100	80-150	120-180
>1500	15-30	60-80	100-150	120-180

*Nem oranı daha yüksekse transepidermal kayıplar azaldığından sıvı gereksinimi de azalır

** Dikkatli bir yaklaşımla önerilen tahmini miktarın alt sınırından başlanmalı

malıdır. İdrar toplarken sık uygulanan bir yöntem önceden tartılmış bezler veya pamuk tamponlardır. Ancak bu yöntemle buharlaşmaya bağlı hacim kaybı ve dansite yükselmesi nedeniyle hatalı sonuçlar alınabileceği unutulmalıdır. İdrar çıkışı sürekli izlenmeli, 4-8 saat aralarla ölçülen miktar kaydedilmelidir. İdrar ozmolalitesinin 200-400 mOsm/kg olması sıvı alımının yeterli olduğuna işaret eder. Klinikte uygulama kolaylığı nedeniyle daha sıklıkla idrar dansitesi ölçülmektedir, ancak idrar çubuklarıyla ölçülen dansitenin ozmolalite ile korelasyonu çok zayıf bulunmuştur (10). Ayrıca hasta preterm bebeklerin idrarında çoğunlukla bulunan glukoz ve/veya proteinin, dansitenin yalancı olarak yüksek ölçülmesine neden olabileceği akılda tutulmalıdır (6).

4. Laboratuvar tetkikleri: Serum sodyum değeri 135-145 mEq/L, potasyum değeri 3.5-5 mEq/L, serum ozmolalitesi 275-290 mOsm/kg aralığında olmalıdır ($Ozm = 2 \times \text{serum sodyumu (mEq/L)} + \text{serum glukozu (mg/dL)} / 18 + \text{BUN (mg/dL)}$) (2.8). Serum ozmolalitesi günlük sıvı miktarına karar vermede yol gösterici olur. Bebeğin gebelik yaşına, hastalığın şiddetine ve sıvı-elektrolit dengesine göre mikro yöntemler kullanılarak stabilize olana kadar, genellikle ilk 3-4 gün, 8-24 saat aralıklarla serum elektrolitleri değerlendirilir (7). Kan üre azotu, kreatinin düzeylerinin yükselmesi ve metabolik asidoz ESS volümünün azaldığını gösteren diğer laboratuvar tetkikleridir (1,2,4).

Elektrolit Gereksinimleri

Sodyum Gereksinimi

Fizyolojik kilo kaybı olarak yansıyan postnatal natriürez/diürez başlamadan önce intravenöz sıvılara sodyum eklenmez. İlk birkaç günden sonra ya da doğum ağırlığının %5'inden fazlasını kaybettikten sonra sodyum eklenebileceği bildirilmektedir (8).

İdame sodyum gereksinimi genellikle sıvılara 1-2mEq/kg/gün sodyum klorür ilavesiyle karşılanır. Hayatın ilk haftasından sonra, bebeğin sıvı dengesi stabil olduğunda günlük 3-4 mEq/kg sodyum ve klorür verilmesi büyüme için yeterli pozitif sodyum dengesi sağlar. Ancak aşırı prematürite veya sıvı elektrolit dengesindeki bozukluklar günlük Na^+ gereksinimini değiştirebilir. Çok küçük prematüre bebeklerde renal immatüriteye bağlı kayıplar nedeniyle sodyum gereksinimi 6-8mEq/kg/gün kadar artabilir (1,4).

Potasyum Gereksinimi

Potasyum desteğine yeterli idrar çıkışı olduktan, serum elektrolitleri ve böbrek fonksiyonlarının normal olduğu kanıtlandıktan sonra, 1-2 mEq/kg/gün miktarında

başlanır ve bir-iki gün içinde bu miktar 2-3 mEq/kg gün olacak şekilde artırılabilir (1,5).

Özel Durumlarda Elektrolit Gereksinimleri

İdame gereksinimlerin yanı sıra patolojik kayıplara bağlı elektrolit defisitleri de sıvı tedavisine eklenmelidir. Tablo II' de bazı vücut sıvılarının elektrolit içeriği görülmektedir (2,11).

Tablo II. Çeşitli vücut sıvılarının elektrolit içeriği (mEq/L)(1)

Vücut sıvısı	Sodyum	Potasyum	Klor
Mide	20-80	5-20	100-150
İnce bağırsak	100-140	5-15	90-130
Safra	120-140	5-15	80-120
İleostomi	45-135	3-15	20-115
Diyare	10-90	10-80	10-110

Kaynaklar

1. Posenche MA, Evans JR. Acid-base, fluid, and electrolyte management. In: Gleason CA, Devaskar SU, eds. *Avery's diseases of the newborn*. Philadelphia: Elsevier Saunders 2012: 367-89.
2. Gomella TL, Cunningham MD, Eyal FG. Neonatology: management, procedures, on-call, problems. Mc Graw Hill & Lange 2013:89-97.
3. Sulyok E. Renal aspects of sodium metabolism in the fetus and neonate. In: Oh W, Guignard JP, Baumgart S, Polin RA, eds. *Nephrology and fluid/electrolyte physiology neonatology questions and controversies*. Philadelphia: Elsevier Saunders 2012: 31-59.
4. Gomella TL, Cunningham MD, Eyal FG. Çeviri editörleri: Çoban A, İnce Z. Neonatoloji: Tedavi, girişimler, sık karşılaşılan sorunlar, hastalıklar ve ilaçlar. İstanbul Tıp Kitapevi 2012:68-76.
5. Dell KM. Fluid, electrolytes, and acid-base homeostasis. In: Martin RJ, Fanaroff AA, Walsh MC, eds. *Fanaroff and Martin's neonatal perinatal medicine- diseases of the fetus and infant*. Philadelphia: Elsevier Saunders 2015:613-29.
6. Modi N, Smeulders N, Wilcox DT. Disorders of the kidney and urinary tract. In: Rennie JM, ed. *Rennie and Robertson's textbook of neonatology*. Edinburgh : Churchill Livingstone/Elsevier 2012: 927-952.
7. Modi N. Fluid and electrolyte balance. In: Rennie JM, ed. *Rennie and Robertson's textbook of neonatology*. Edinburgh : Churchill Livingstone/Elsevier 2012: 331-343.
8. Oh W. Body water changes in fetus and newborn: Normal transition after birth and effects of intrauterine growth aberration. In: Oh W, Guignard JP, Baumgart S, Polin RA, eds. *Nephrology and fluid/electrolyte physiology neonatology questions and controversies*. Philadelphia: Elsevier Saunders 2012: 19-27.
9. Wilkins BH. Renal function in sick very low birth weight infants: Sodium, potassium, and water excretion. *Arch Dis Child*. 1992;67:1154-61.
10. Gouyon JB, Houchan N. Assessment of urine specific gravity by reagent strip test in newborn infants. *Pediatr Nephrol* 1993;7:77-78.
11. Lorenz JM. Potassium metabolism . In: Oh W, Guignard JP, Baumgart S, Polin RA, eds. *Nephrology and fluid/electrolyte physiology neonatology questions and controversies*. Philadelphia: Elsevier Saunders 2012: 61-73.