



# Türk Neonatoloji Derneği yenidoğanda sıvı ve elektrolit dengesi rehberi

Turkish Neonatal Society Guideline on fluid and electrolyte balance in the newborn

Hacer Yapıcıoğlu Yıldızdaş<sup>1</sup>, Nihal Demirel<sup>2</sup>, Zeynep İnce<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Yenidoğan Bilim Dalı, Adana, Türkiye

<sup>2</sup>Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup>İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Yenidoğan Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

**Cite this article as:** Yapıcıoğlu Yıldızdaş H, Demirel N, İnce Z. Turkish Neonatal Society Guideline on fluid and electrolyte balance in the newborn. Turk Pediatri Ars 2018; 53(Suppl 1): S55-S64.

## Öz

Sıvı-elektrolit ve asit baz dengesinin sağlanması, hem intrauterin dönemde hem de doğum sonrası gelişim sürecinde normal hücre ve organ işlevlerinin sağlanması için gereklidir. 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/asit-baz dengesini devam ettirebilmektir. Bu derlemede yenidoğan döneminde sıvı elektrolit gereksinimleri, tedavi yaklaşımları tartışma konusu olan metabolik asidoz, hipernatremi ve hiponatremi ile perioperatif sıvı-elektrolit yönetimi anlatılmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Asidoz, elektrolit,sıvı, hipernatremi, hiponatremi, perioperatif sıvı yönetimi, yenidoğan

## Abstract

Fluid and electrolyte balance and acid-base homeostasis are essential components of normal cellular and organ functions, both in the intrauterine and postnatal developmental period. Knowledge of physiologic changes and appropriate management are important aspects of neonatal intensive care. The aim is to ensure successful transition from the fetal to neonatal period and maintain a normal fluid-electrolyte and acid-base balance. In this paper, fluid and electrolyte requirements in the neonate, treatment of sodium and acid-base disorders on which some controversy exists, and also perioperative fluid-electrolyte management are reviewed.

**Keywords:** Acidosis, fluid, electrolyte, hypernatremia, hyponatremia, newborn, perioperative fluid management

## Giriş

Toplam vücut sıvısı (TVS), intrasellüler sıvı (İSS) ve ekstrasellüler sıvı (ESS) olmak üzere iki kompartmana ayrılır. Ekstrasellüler sıvı da intravasküler ve interstisiyel sıvı kompartmanlarından oluşmaktadır. İntrauterin büyüme hızı, gebelik patolojileri, doğum şekli, doğum eylemi sırasında anneye uygulanan sıvı tedavisi, yenidoğanın böbrek işlevi ve postnatal sıvı alımı gibi etmenler vücuttaki sıvı dağılımını etkiler (1, 2).

### 1. Sıvı ve elektrolit gereksinimlerinin belirlenmesi

Sıvı ve elektrolit ihtiyacının belirlenmesinde idame gereksinimi, eksiklik ve devam eden kayıplar temel alınır.

Bebeğin gebelik yaşı, renal işlevleri, ortamın ısı ve nemi, ventilatör gereksinimi, direnaj tüplerinin varlığı ve gastrointestinal (GİS) kayıplar gereksinimin belirlenmesinde kritik etmenlerdir (1, 3).

#### 1.1. Sıvı gereksinimi

İdame sıvı gereksinimi idrar çıkışı ve insensibl sıvı kaybının (İSK) toplamı kadardır. Yaşamın ilk birkaç gününde özellikle prematüre bebeklerde dışkı ile sıvı kaybı çok azdır. Sıvı infüzyon tedavisi, fizyolojik kilo kaybına izin verecek, dehidratasyonu önleyecek şekilde dikkatli hesaplanmalıdır. Ancak her bebeğin bireysel gereksinimleri dikkate alınarak idame sıvı miktarı artırılıp azaltılabilir. Tablo 1'de yaşamın ilk haftasında vücut ağırlığına göre

**Yazışma Adresi / Address for Correspondence:** Hacer Yapıcıoğlu Yıldızdaş E-posta / E-mail: hyapicioglu@cu.edu.tr

©Telif Hakkı 2018 Türk Pediatri Kurumu Derneği - Makale metnine www.turkpediatriarsivi.com web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2018 by Turkish Pediatric Association - Available online at www.turkpediatriarsivi.com

DOI: 10.5152/TurkPediatriArs.2018.01807

**Tablo 1. Yaşamın ilk ayında insensibl sıvı kaybı ve idame sıvı gereksinimi**

Vücut ağırlığı (g)	İnsensibl sıvı kaybı <sup>a</sup> (mL/kg/gün)	Toplam sıvı gereksinimi <sup>b</sup> (mL/kg/gün)		
		1-2 gün	3-7 gün	8-30 gün
<750	100+	80-140	120-200	120-180
750-1 000	50-70	80-120	100-150	120-180
1 001-1 500	30-65	60-100	80-150	120-180
>1 500	15-30	60-80	100-150	120-180

<sup>a</sup>Nem oranı daha yüksekse transepidermal kayıplar azaldığından sıvı gereksinimi de azalır

<sup>b</sup>Dikkatli bir yaklaşımla önerilen tahmini miktarın alt sınırından başlanmalı

İSK ve idame sıvı gereksinimi görülmektedir (4). Ortamın nem oranı deriden su kayıplarını önemli ölçüde etkiler ve bu etki özellikle immatür bebeklerde daha belirgindir. Bu nedenle başlangıç intravenöz sıvı miktarının nem oranı dikkate alınarak hesaplanması uygun olur.

Bebeğin sıvı dengesinin değerlendirilmesi ve izleminde fizik bakı bulguları, tartı, idrar çıkışının izlenmesi ve laboratuvar tetkiklerinden yararlanılır (4).

**Fizik bakı bulguları:** Deri turgorunun kaybı ya da ödem, oral mukozasının kuru ya da nemli olması, göz kürelerinin ve fontanelin çökük olması gibi bulgular hidrasyon durumunun değerlendirilmesinde yararlı olabilirlerse de, düşük doğum ağırlıklı bebeklerde güvenilir değildir. Taşikardi, kan basıncında düşüklük, kapiller dolum zamanının >3 sn olması ve metabolik asidoz intravasküler volüm azalmasının göstergeleridir (1).

**Tartı:** Yoğun bakım birimlerinde izlenen aşırı preterm bebekler ile diğer hasta yenidoğanlar günde en az bir ya da iki kez tartılmalıdır. Yaşamın 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 (1, 5).

**İdrar miktarı ve dansitesi:** Yaşamın ilk günü 0,5-1 mL/kg/saat, sonrasında 2-3 mL/kg/saat idrar çıkışı olmalıdır (5). İdrar toplarken sık uygulanan bir yöntem bez tartmaktır. Ancak bu yöntemle buharlaşmaya bağlı hacim kaybı ve dansite yükselmesi nedeniyle hatalı sonuçlar alınabileceği unutulmamalıdır. İdrar çıkışı sürekli izlenmeli, 4-8 saat aralarla ölçülen miktar kaydedilmeli-

dir. İdrar ozmolalitesinin 200-400 mOsmol/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. Hasta preterm bebeklerin idrarında çoğunlukla bulunan glukoz ya/ya da proteinin, dansitenin yalancı olarak yüksek ölçülmesine neden olabileceği akılda tutulmalıdır (6, 7).

**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 x serum sodyumu (mEq/L) + serum glukozu (mg/dL)/18+BUN (mg/dL)/ 2,8). 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 (3, 5). Kan üre azotu, kreatinin düzeylerinin yükselmesi ve metabolik asidoz ESS volümünün azaldığını gösteren diğer laboratuvar tetkikleridir (1, 8).

### 1.2. Elektrolit gereksinimleri

**Sodyum:** 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 (9). İdame sodyum gereksinimi genellikle sıvılara 1-2 mEq/kg/gün sodyum klorür (NaCl) ilavesiyle karşılanır. Yaşamın ilk haftasından sonra, bebeğin sıvı dengesi stabil olduğunda günlük 3-4 mEq/kg sodyum ve klorür verilmesi büyüme için yeterli pozitif sodyum dengesi sağlar. Çok küçük prematüre bebeklerde renal immatüriteye bağlı kayıplar nedeniyle sodyum gereksinimi 6-8 mEq/kg/gün kadar artabilir (1, 8).

**Potasyum:** Potasyum desteğine yeterli idrar çıkışı olduktan, serum elektrolitleri ve böbrek işlevlerinin 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, 10).

### 1.3. Özel durumlarda sıvı-elektrolit gereksinimleri

Sıvı-elektrolit dengesinin temel ilkelerine ve hastalığın özelliğine göre her bebeğin gereksinimlerine uygun olarak tedavinin bireyselleştirilmesi gerekir. Yenidoğanda en sık karşılaşılan sorunlardan olan respiratuvar distres sendromu, yenidoğanın geçici taşipnesi, bronkopulmoner displazi, patent duktus arteriyozus ve perinatal asfiksida sıvı yönetiminin ortak temel ilkesi post-

natal diürez/natriürez başlayana kadar kısıtlı miktarda, elektrolit içermeyen sıvıların başlanması, daha sonra diürez, tartı kaybı ve serum elektrolit düzeylerine göre bireyselleştirme olarak özetlenebilir (5). Bu hastalıklarda sıvı yönetimine dair detaylı bilgiler Türk Neonatoloji Derneği'nin ilgili rehberlerinde bulunabilir.

## 2. Asit baz dengesi

Asit-baz dengesi, vücut sıvılarında hidrojen iyonu (H<sup>+</sup>) konsantrasyonunun dengesidir. pH bir solüsyondaki H<sup>+</sup> konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. Vücut sıvılarında bulunan H<sup>+</sup> konsantrasyonundaki değişiklikler enzim aktivitelerini, elektrolit düzeylerini, organ işlevlerini ve normal gelişmeyi etkiler (11). Erişkinlerdekine benzer şekilde yenidoğan bebeklerde de ESS pH değeri dar bir aralıkta korunur. Serum pH değerinin 7,35 altına inmesi asidoz, 7,45 üstüne çıkması ise alkaloz olarak tanımlanır. pH değerinin normal sınırlar arasında tutulmasını sağlayan sistemler, vücudun tampon sistemleri, solunum sistemi ve böbreklerdir (4). Yaşamın ilk 24-48 saatinde asit-baz dengesini, perinatal süreç, ortam ısısı, beslenme ve bebeğin gebelik haftası gibi etmenler etkiler. Doğumdan kısa süre sonra fizyolojik olarak hafif metabolik asidoz görülebilir (4, 9).

**Metabolik asidoz:** Kritik hastalığı olan yenidoğanlarda sık rastlanılan bir sorundur. Birçok nedene bağlı olarak gelişebilmekle birlikte temelde üç mekanizma ile olur:

- Vücuttan HCO<sub>3</sub> kaybı [ör, diyare ve proksimal renal tübüler asidoz-(RTA)]
- Böbreklerden H<sup>+</sup> iyonu atamama (ör, yüksek proteinli diyet, distal RTA, böbrek yetmezliği)
- Endojen (organik/inorganik) ya da ekzojen asitlerde artış (ör, doğuştan metabolizma hastalıkları, laktik asidoz, salisilat zehirlenmesi)

Anyon açığının hesaplanması ekzojen asitler (ör, salisilat) ya da artmış endojen asitler (ör, laktik asit) nedeniyle gelişen metabolik asidozun ayırımında yardımcı olur. Serum Na<sup>+</sup> değerinden Cl<sup>-</sup> ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonlarının toplamının çıkarılmasıyla hesaplanır (1, 4). Normal sınırları 8-16 mEq/L'dir. Doğum tartısı <1 000 g olan preterm bebeklerde 18 mEq/L değerine kadar normal kabul edilir. Artmış anyon açığının yenidoğandaki en sık nedeni doku hipoksisine bağlı laktik asidozdur (12). Asideminin akut etkileri protein yıkımı, adenozin trifosfat sentezinde azalma, insülin direnci ve hiperkalemidir. Kompansas-

yon için solunum hızlanır ve hastalarda takipne gözlemlenir. Serum pH<7,20 ise kalp kasılması etkilenebilir, pulmoner vazokonstriksiyon ve pulmoner hipertansiyon, ileri dönemde de letarji ve koma gelişir (12).

Metabolik asidozun düzeltilmesinin temel ilkesi altta yatan nedenin tedavisidir. Kanıtlanmamış olmakla beraber sodyum bikarbonat, sadece devam eden renal ya da gastrointestinal kayıpların yerine konulması için kullanılabilir. Ventilasyon ve hidrasyon durumu yeterli ve anyon açığı normal olan bebekte serum pH<7,10 ve plazma bikarbonat düzeyi <10 mEq/L ya da baz açığı >-10 mEq/L ise intravenöz sodyum bikarbonat tedavisi verilebilir. Verilecek bikarbonat miktarının hesaplanması aşağıdaki formüllere göre yapılabilir:

$$\text{HCO}_3^- (\text{mEq}) = \text{BE} (\text{mEq/L}) \times \text{Tartı} (\text{kg}) \times 0,3$$

$$\text{HCO}_3^- (\text{mEq}) = [\text{İstenen HCO}_3^- \text{ ölçülen HCO}_3^- (\text{mEq/L})] \times \text{Tartı} (\text{kg}) \times 0,3$$

Asidozun ağırlığına göre hesaplanan açığın yarısı 1-4 saat içinde yavaş infüzyonla verilir ve kan gazı ölçümü tekrarlanarak tedavi devamı 8-24 saat için planlanır. Hedef, pH değerini 7,20 üzerine çıkarmaktır. Alternatif olarak ağır asidozda 1-2 mEq/kg NaHCO<sub>3</sub> yavaş intravenöz infüzyon ile (en az 30 dk) de verilebilir (bikarbonat düzeyini yaklaşık 3-6 mEq/L yükseltecek miktara karşılık gelir). Verilecek %8,4 bikarbonat solüsyonu yarı yarıya sulandırılmalıdır (%4,2 ve 0,5 mEq/mL) (1).

## 3. Elektrolit dengesi bozuklukları

Elektrolit dengesi bozuklukları içinde en sık görülenler sodyum, potasyum, kalsiyum ve fosfor dengesindeki bozukluklardır. Bu derlemede sadece sodyum dengesi bozukluklarına değinilecektir.

### 3.1. Hipernatremi

#### Tanım

Serum sodyum değerinin 150 mEq/L ve üzerinde olması olarak tanımlanmakla beraber yenidoğanda serum sodyum düzeyi 145 mEq/L üzerine çıktığında sıvı-elektrolit tedavisinde nedene yönelik düzenlemelerin yapılması gerekir (8).

#### Etioloji ve Patofizyoloji

Yenidoğanda hipernatremi, genellikle sodyum homeostazından çok su homeostazındaki bozukluk sonucu gelişir. Toplam vücut sodyumu normal, artmış ya da azalmış olabilir. Vücudun hipernatremiden korunma

**Tablo 2. Yenidoğanda hipernatremi nedenleri**

Hipernatremi		
Su kayıpları	Yetersiz su alımı	Fazla sodyum verilmesi
<b>İnsensibl kayıplar (Bk.Tablo 1)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sıvı kısıtlaması</li><li>• Yetersiz sıvı alımı</li><li>• Emzirme sorunları</li><li>• Nörolojik bozukluklar</li><li>• Hipotalamik bozukluklar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sodyum bikarbonat</li><li>• Hipertonik salin</li><li>• Sodyum klorür</li><li>• İlaç perfüzyonu için verilen sıvıdaki sodyum</li><li>• Kan ürünleri</li><li>• Uygunsuz hazırlanmış mama</li><li>• “Tuzlama”</li><li>• Çocuk istismarı</li></ul>
<b>Böbrek</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diyabetes insipidus</li><li>• Diüretikler, mannitol</li><li>• Tübülopati</li><li>• Akut böbrek yetmezliği iyileşme dönemi</li><li>• Hiperglisemi</li></ul>		
<b>Gastrointestinal</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gastroenterit</li><li>• Kusma</li><li>• Kolostomi/ İleostomi</li><li>• Ozmotik diyare</li><li>• Malabsorbsiyon</li></ul>		

mekanizmaları konsantrasyon idrar oluşturma ve güçlü bir susuzluk hissi mekanizmasıdır. Yenidoğanların idrar konsantrasyon kapasitesinin yetersiz olması ve susuzluğu ifade edememeleri hipernatremi gelişme riskini artıran etmenlerdir. Hipernatreminin üç temel nedeni, artmış su kaybı, yetersiz su alımı ve fazla sodyum verilmesidir. Tablo 2’de fizyopatolojik mekanizmalara göre hipernatremi nedenleri gösterilmiştir (12, 13).

### Klinik bulgular

Hipernatremiye bağlı hipertonsite sonucu, intrasellüler alandan ekstrasellüler alana su geçişi olduğu için intravasküler hacim kısmen korunur. Bu nedenle kronik hipernatremide, kan basıncı ve idrar çıkışında azalma gibi intravasküler hacim azalması ve tipik dehidratasyon bulguları (huzursuzluk, çabuk uyarılabilir-

lik, halsizlik, letarji, tiz sesli ağlama, hiperpne, ateş), geç döneme kadar belirgin değildir. Hiperglisemi ve hafif bir hipokalsemi görülebilir. Dehidratasyon ve hiperkoagülabilitateye bağlı inme ve diğer trombotik (dural sinüs trombozu, periferik tromboz ve renal ven trombozu gibi) komplikasyonlar olabilir (12).

### Tanı

Hipernatreminin nedeni genellikle öyküde gizlidir. Dehidratasyon bulguları varsa neden su kaybıdır. Eğer dehidratasyon yoksa sodyum alımına bakılmalıdır. Fazla sodyum verilen bebeklerde dehidratasyon bulguları yoktur. Ciddi sodyum yüklenmesi varsa volüm fazlalığı bulguları da vardır (kilo alımı ve yüklenme bulguları gibi). Tuz intoksikasyonunda fraksiyonel sodyum ekskresyonu artmışken, hipernatremik dehidratasyon-

da azalmıştır (Tablo 3). Sodyum ve su defisiti birlikte ise, idrar tetkiki ile olayın renal ya da ekstrarenal etiolojisi ayırt edilebilir. Kayıp ekstrarenal ise idrar çıkışı azdır ve daha konsantrite idrar çıkarılır. İdrarda sodyum atılımı azdır (idrarda sodyum <20 mEq/L, fraksiyonel Na<sup>+</sup> ekskresyonu <%1). Renal kayıplarda ise idrar sodyumu daha fazladır, idrar konsantrite edilemez (12).

### Tedavi

Amaç yeterli serbest su vererek serum sodyum değerlerini normale getirmektir. Tedavi planı yapılırken bebekte şok bulgularının olup olmadığı değerlendirilmeli ve altta yatan neden araştırılmalıdır. Parenteral sıvı hesaplamasında toplam sıvı kaybı yanında serbest su/izotonik sıvı kaybı, sodyumu düzeltme hızı, verilecek sıvının sodyum konsantrasyonu, idame sıvısı ve devam eden kayıplar dikkate alınmalıdır (8):

#### 1. Hipovolemik şok bulguları olan bebek

Hipernatremik dehidratasyonda intravasküler hacim korunduğu için genellikle tansiyon düşüklüğü ve taşikardi beklenmez. Ama eğer bebekte letarji, dolaşım bozukluğu, kapiller geri dolum zamanında uzama (>3 sn), idrar çıkışında azalma, tansiyon düşüklüğü gibi şok bulguları varsa ya da anürik ise 10-20 mL/kg %0,9 NaCl, 10-20 dk içinde verilmelidir. Eğer bulgular devam ederse bu doz tekrarlanabilir. Daha sonrasındaki tedavi 3. maddede tanımlandığı şekliyle devam ettirilir (12).

#### 2. Hipovolemik şok bulguları olmayan enteral beslenebilen, hafif hipernatremik olan bebekler (serum sodyum düzeyi 146-149 mEq/L)

Yeterli anne sütü alamamaya/ beslenme yetersizliğine bağlı hafif hipernatremik dehidratasyonu olan, hipovolemi bulguları olmayan bebeklerde enteral yolla (oral/sonda) sağlanmış anne sütü, yoksa formüle ile ölçülü beslenme desteği verilerek hipernatremi 24 saat içinde düzeltilebilir. Hafif-orta derecede hipernatremisi olan gastroenteritli bebeklerde de genellikle ağızdan rehidratasyon sıvıları yeterli olmaktadır. Toplam miktar, idame gereksinimi üzerine defisit eklenerek hesaplanır. Doğum sonrası ilk 10 günde sıvı defisiti hesaplanırken, defisit oranından fizyolojik tartı kaybı oranı (ortalama %5) çıkarılmalıdır; bebek >10 gün ise bu düzeltme yapılmaz. Örnek: Postnatal yedinci günde % 15 tartı kaybı ile gelen bir bebekte, yerine konacak kayıp %10 olarak (100 mL/kg), bebek 15 günlük ise bu oran %15 olarak (150 mL/kg) kabul edilmelidir.

#### 3. Serum sodyum düzeyi ≥150 mEq/L olan orta-ağır derecede dehidrate bebekler

##### a. Parenteral sıvı miktarı:

Bebek şokta ise başlangıçta 10-20 mL/kg %0,9 SF 10-20 dk içinde verilir. Bebek şokta değilse bu tedavi gerekmez, ancak anürik ise verilmesi uygun olur. Daha sonra serbest su kaybı ile izotonik sıvı kaybının toplamından oluşan toplam sıvı kaybı hesaplanır. Bu hesap yapılırken bebeğin doğum tartısından şimdiki tartısı çıkarılır. Ancak ilk 10 gün içinde başvuran hastalardaki fizyolojik kayıp olan %5'lik kayıp, toplam kayıp hesabı içine katılmamalıdır. Sonraki adım serbest su kaybının, yani elektrolitsiz sıvı kaybının hesaplanmasıdır. Bunun için kullanılan iki formül vardır:

**Birinci formül:** Serum sodyum düzeyini 1 mEq/L düşürmek için gereken serbest su miktarı 4 mL/kg kadardır. Çok ciddi hipernatremide (≥170 mEq/L) bu miktar 3 mL/kg olarak kabul edilmelidir. Serum sodyum düzeyi 24 saatlik sürede en fazla 12 mEq/L azaltılabileceğinden, verilmesi gereken 24 saatlik serbest su miktarı sodyum düzeyine göre hesaplanır (1):

Na<sup>+</sup><170 mEq/L: Güncel tartı (kg) x 4 mLx12 ya da 48 mL/kg/gün

Na<sup>+</sup>≥170 mEq/L: Güncel tartı (kg) x3 mLx12 ya da 36 mL/kg/gün

**İkinci formül:** Serbest su kaybı (litre) = 0,6\*xkgx[1- (istenen Na<sup>+</sup>/ölçülen Na<sup>+</sup>)]

Formülde 0,6 sayısı vücuttaki su yüzdesini ifade eder; yenidoğanda bu oran %70-75 olmasına rağmen sodyum düzeyinde hızlı azalma riskini en aza indirmek için %60 oranının kullanılması uygundur. Ölçülen Na<sup>+</sup> değeri <170 mEq/L ise istenen Na<sup>+</sup> 145 mEq/L, ölçülen Na<sup>+</sup> ≥170 mEq/L ise istenen Na<sup>+</sup> 150 mEq/L kabul edilir.

##### b. Sodyumu düzeltme hızı:

Hastanın serum sodyum değerine bağlı olarak 24 saat ile 96 saat arasında değişebilir. Akut gelişmiş bir olayda hızlı düzeltme yapılabilir ancak uzun sürede gelişen bir hipernatremide serum Na<sup>+</sup> değeri saatte 0,5 mEq/L ve günde 12 mEq/L üzerinde düşürülmemelidir (10 mEq/L/gün düşme hızı daha güvenlidir). Hipernatremik bebeklerde sodyum düzeyindeki hızlı değişiklikler sonucu hem santral pontin, hem de ekstrapontin miyelinosis gelişebilir.

##### c. Verilecek sıvının sodyum konsantrasyonu:

Sık kullanılan intravenöz sıvıların sodyum ve serbest su

içerikleri Tablo 4'te görülmektedir (1). Bu içeriklere göre 100 mL %0,2 SF solüsyonu 75 mL, 100 mL %0,45 SF ise 50 mL serbest su içerir. Hafif-orta ağırlıkta hipernatremik dehidratasyonun rehidratasyon döneminde bebeklerin çoğunda bu iki solüsyondan birinin kullanımı uygun olmaktadır. Ancak Na<sup>+</sup> 165-175 mEq/L arasında ise başlangıçta %0,9 SF verilerek sodyumun ani düşmesi önlenmelidir. Sodyum >175 mEq/L ise, %0,9 SF dahi serum sodyumuna göre hipotonik kalacağından %3 SF (513 mEq/L) eklenerek kullanılan sıvının Na<sup>+</sup> konsantrasyonu serumdan 10-15 mEq/L daha düşük hale getirilmesi ve hedef Na<sup>+</sup> düzeyi 150 mEq/L düzeyinden düşük olmamalıdır (Tablo 5).

Hangi uygulama kullanılırsa kullanılsın serum sodyum düzeyi çok yakından izlenerek sıvı sodyum konsantrasyonu

**Tablo 3. Tartı ve idrar bulgularına göre hipernatremi nedeni**

Hipernatremi nedeni	Tartı	İdrar		
		Miktar	Osm	FeNa
Su kaybı ↑/ Sıvı alımı ↓	Azalır	Azalır	Artar	Azalır
Sodyum alımı ↑	N/Artar	Artar	Azalır	Artar

**Tablo 4. İntravenöz sıvıların serbest su içerikleri**

İntravenöz sıvı	Sodyum (mEq/L)	Serbest su (%)
%5 Dekstroz	0	100
%0,2 SF	34	75
%0,45 SF	77	50
%0,9 SF	154	0

SF: Serum fizyolojik

**Tablo 5. Serum sodyum değerlerine göre tercih edilecek sıvı içerikleri için öneriler**

**Serum sodyum değerine göre tercih edilecek sıvı içerikleri için öneriler**

Serum Na <sup>+</sup> düzeni(mEq/L)	İntravenöz sıvı (sodyum içeriği)	Notlar	N <sup>+</sup> düşürme süresi (gün)
150-160	%0,2 SF (34 mEq/L)	Enteral alabilen bebeklerde ölçülü beslenme miktarı toplam sıvı miktarından çıkarılır	1-2
160-175	%0,45 SF (77 mEq/L)	Serum Na <sup>+</sup> düzeyi >165 mEq/L ise %0,9 SF konsantrasyonu ile başlanır, Na <sup>+</sup> düşme hızına göre sıvının Na <sup>+</sup> içeriği düzenlenir	2-3
>175	Hasta sodyumundan 10-15 mEq/L daha düşük olacak şekilde sodyum içeren sıvı hazırlanır	Ör. Serum Na <sup>+</sup> düzeyi 180 mEq/L olan bir bebeğe başlangıç sıvısı 170 mEq/L Na <sup>+</sup> içerecek şekilde %3 NaCl eklenir	3-4

Serum Na<sup>+</sup> > 200 mEq/L ise periton diyalizi

(Dikkat! Bu uygulama ile Na düzeyleri çok hızlı düşebileceğinden çok yakın izlem gereklidir, periton mayi Na içeriğinin artırılması düşünülebilir)

yonunda ya/ya da sıvı hızında değişiklik yapılmalıdır. Genellikle Na<sup>+</sup>>170 mEq/L ise ilk 4 saat içinde saatte bir kez, ilk gün içinde de 2-4 saat aralıklarla; Na<sup>+</sup><170 mEq/L ise sıvı tedavisi başladıktan 4 saat sonra, ilk gün içinde de 4-6 saat aralarla Na ve kan şekeri izlemi yapılmalıdır (sodyum düzeyine mümkünse kapiller yöntemle bakılması önerilir). Sodyumun düşme hızı >0,5mEq/L/saat ise, infüzyon hızı azaltılmalı ya da sıvının sodyum içeriği artırılmalıdır. Enteral beslenmeye başlanılabildiği zaman oral verilen miktar intravenöz sıvıdan düşülmelidir. Hipernatremik dehidratasyonda gelişebilen hiperglisemide insülin kullanılmamalıdır. Devam eden kayıplar içerdikleri Na/K içeriği de katılarak karşılanmalıdır. Altta yatan neden (enfeksiyon, diabetes insipidus, insensibl kayıp vb) araştırılmalı ve tedavi edilmelidir (1, 4-6, 8, 12).

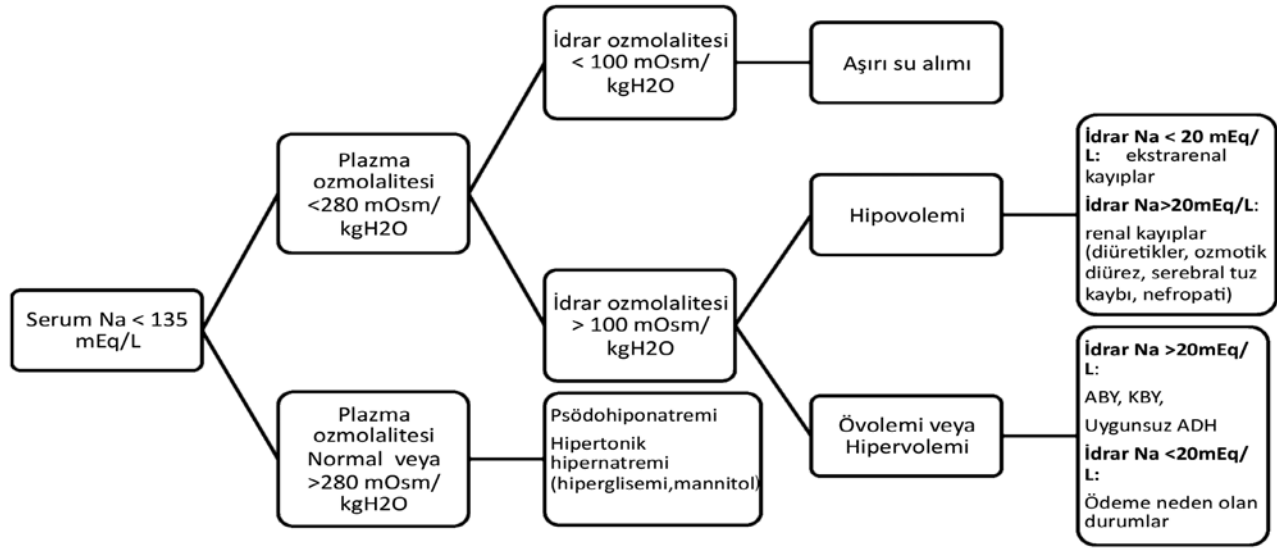
### 3.2. Hiponatremi

#### Tanım

Serum sodyum değerinin <135 mEq/L olmasıdır. Hiponatremi genellikle serum sodyum değerinin <130 mEq/L olması olarak tanımlanmakla beraber yenidoğanlarda yapılan çalışmalar hiponatreminin olumsuz nöromotor gelişim için bağımsız bir öngörü etmeni olduğunu gösterdiğinden 135 mEq/L sınırının kabul edilmesi daha doğru olacaktır (8, 12).

#### Etioloji ve patofizyoloji

Serum sodyum düzeyini belirleyen en önemli iki etmen vücuttaki toplam su miktarı ve toplam tuz miktarıdır ve eğer su/tuz oranı artarsa hiponatremi gelişir. Yenidoğan döneminde hiponatremi, erken (ilk bir haftada) ve geç (ilk bir haftadan sonra, ilk bir ay içinde) olarak sı-



Şekil 1. Yenidoğanda hiponatremi ayırıcı tanısı için algoritma (13)

ABY: Akut böbrek yetersizliği; KBY: Kronik böbrek yetersizliği; ADH: Antidiüretik hormon

nıflandırılabilir. Erken dönemde gelişen hiponatremi genellikle su fazlalığına bağlı iken, geç hiponatreminin nedeni genellikle negatif sodyum dengesidir.

### Klinik bulgular

Hiponatremide ozmolalite azaldığı için ESS kompartmanından İSS kompartmanına su akışı olur ve hücreler şişmeye başlar. Hiponatreminin klinik bulguları primer olarak nörolojiktir ve hipoozmolalitenin neden olduğu beyin ödemeine bağlıdır. Sık görülen bulgular emmede azalma, kusma, letarji, irritabilite, konvülsiyon, koma olup, beyin sapı herniasyonu ve solunumun durması ile sonlanabilir. Klinik bulgular hem hiponatreminin gelişme süresine hem de ağırlığına bağlıdır. Kronik hiponatremisi olan bir bebekte serum sodyumu 110 mEq/L bile olsa asemptomatik olabilirken, başka bir hastada serum sodyumu 140 mEq/L'den 125 mEq/L düzeyine ani olarak düştüğünde konvülsiyon gelişebilir (12).

### Tanı

Sıvı dengesi, tartı değişiklikleri, ilaç kullanımı (özellikle diüretikler) ve altta yatan hastalık/hastalıklar ile ilgili klinik bilgiler ve plazma ve idrar ozmolalitesi ölçümleri ayırıcı tanıya yönlendirir (Şekil 1).

### Tedavi

Tedavi planı yapılırken bebekte nöbet varlığı, verilen serbest su ve sodyum miktarları, hipovolemik ya da hipervolemik olması, idrar miktarı ve tuz kaybettirici ilaç kullanımı olup olmadığı göz önüne alınmalıdır.

**1) Serum Na düzeyi <120 mEq/L, hiponatremik konvülsiyon yok:** Volüm durumuna bakılmaksızın, serum Na<sup>+</sup> değerini 120 mEq/L düzeyine çıkarmak üzere %3 NaCl 4-6 saat içinde verilir (Na<sup>+</sup> içeriği 513 mEq/L ya da yaklaşık 0,5mEq/mL). Her 1 mL/kg %3NaCl uygulaması ile serum sodyum düzeyinde 1mEq/L artış beklenir; artış hızı saatte 1mEq/L üzerinde olmamalıdır. Sodyum düzeyi 120 mEq/L değerine ulaştığında tam düzeltmeye daha yavaş olarak devam edilmelidir (günde en fazla 12 mEq/L ya da saatte 0,5mEq/L).

**2) Akut hiponatremiye bağlı SSS bulguları ya da konvülsiyon var:** Genellikle antikonvülzanlara dirençlidir ve nedeni beyin ödemedir. Beyin ödeminin hızlıca geri döndürülebilmesi amacıyla %3 NaCl 2 mL/kg 10-15 dk içinde verilir, semptomlar devam ediyorsa aynı uygulama ikinci ve üçüncü kez yapılabilir. Semptomlar ortadan kalktıktan sonra düzeltmeye daha yavaş olarak devam edilmelidir (günde en fazla 12 mEq/L).

**3) Hipervolemik hiponatremi:** Uygunuz ADH salınımlında su fazlalığı, böbrek yetersizliği ve ödemele seyreden durumlarda su ve sodyum fazlalığı birlikte, ancak su fazlalığı sodyum fazlalığından yüksek olup su ve sodyum kısıtlaması gerekir. Bunun için verilmekte olan sıvı en az 20 mL/kg/gün oranında azaltılır; serum sodyum değerinin yükselme hızına göre bu miktar ayarlanır. Santral pontin demiyelinizasyona neden olmamak için serum sodyum düzeyi yavaş yükseltilmeli ve günde 12 mEq/L üzerinde artırılmamalıdır. Hızlı gelişen akut hiponatremide ise uyum yanıtları henüz gelişmediğinden beyin ödemi riski santral pontin demiyelinizasyon riskinden daha yüksektir (1,4-6,8,12).

#### 4) Hipovolemik hiponatremi/ Gerçek sodyum defisiti:

Hipovolemik hiponatremide hem su hem de Na<sup>+</sup> defisiti vardır. Genellikle dehidrate olan bu bebeklerde dolaşım bozukluğu da varsa ilk yapılacak uygulama %0,9 NaCl ile 20mL/kg dozunda 20 dk içinde infüzyon yaparak intravasküler alanı doldurmaktır. Daha sonra defisit ve idame sıvı tedavisi verilmelidir.

#### Sodyum defisiti hesaplanması

Hiponatremi asemptomatik ve serum sodyum düzeyi >120 mEq/L ise hipertonic NaCl infüzyonu gerekmez. Sodyum açığı [İstlenen Na değeri (135 mEq/L) – Mevcut Na değeri] x 0,6 x tartı (kg) formülü kullanılarak hesaplanır ve 24 saatlik idame elektrolit ve sıvılara ek olarak, sodyum düzeyini 24 saatte en fazla 12 mEq/L yükseltmek üzere verilir. Ölçülen sodyum değeri >12 mEq/L düzeltme gerektiriyorsa 24 saatlik defisit en fazla 12 mEq/L yükseltecek kadar olmalıdır.

#### 4. Yenidoğan cerrahisinde sıvı-elektrolit yönetimi

Yenidoğanda, özellikle de hasta preterm bebeklerde yapılan cerrahi girişimlerin, katabolik yanıt oluşturma, kapiller geçirgenlikte artma sonucu sıvının interstisiyel alana geçişi, sodyum ve serbest su tutulumu gibi çok önemli etkileri vardır. Bebeğin prognozunu ciddi olarak etkileyebilecek perioperatif sıvı yönetimi intravasküler hacmi, renal ve kardiyovasküler işlevleri korumaya yönelik olmalıdır (1).

##### 4.1. Preoperatif sıvı yönetimi

Amaç, normal sıvı elektrolit dengesinin ve kardiyovasküler stabilitenin sağlanmış olmasıdır. Dehidratasyon ya da bağırsak tıkanıklıklarında olduğu gibi, üçüncü boşluğa kayıp varsa intravasküler hacim de azalacağından bu kayıplar normotonik ve normoosmolar solüsyonlarla yerine konmalıdır. Bir kristaloid (SF) ya da kolloid solüsyon (albumin) kullanılabilir. Elektif cerrahi girişimlerde operasyon öncesi anne sütüyle beslenen bebekler için 4 saat, mama ile beslenen bebekler için 6 saat açlık süresinin uygun olduğu bildirilmektedir (14,15). Ancak bazı kaynaklarda mama ile beslenen bebekler için de 4 saatlik açlık süresinin yeterli olduğu öne sürülmektedir (16).

##### 4.2. İntraoperatif sıvı yönetimi

Amaç idame sıvı gereksinimini devam ettirirken, preoperatif açlık defisitini ve cerrahi alandan olan kayıpları yerine koymak, hiponatremi, hipo-ve hiperglisemiyi önlemektir. Cerrahi girişimin sonunda hastanın volümünün normal olması hedeflenmelidir.

İntraoperatif sıvı miktarı: İdame sıvısı ile replasman sıvılarının toplamıdır. Buna göre cerrahi sırasında

iki farklı miktar ve hızda sıvı ayarlaması gerekecektir. İdame sıvı gereksinimi sabit hızda verilirken, kayıpların miktarına göre değişebilen replasman sıvılarının hızı ayrıca ayarlanmalıdır. Açlık sıvı defisiti, cerrahi öncesi açlık sürelerinin kısalmasıyla elektif cerrahi girişim uygulanan sağlıklı bebeklerde çok azdır. Hasta bebeklere ise cerrahi öncesi parenteral beslenme/intravenöz sıvı verildiğinden hidrasyon durumlarının normal olduğu kabul edilebilir. Üçüncü boşluk kayıpları minör cerrahi girişimlerde 1 mL/kg/saat iken, majör cerrahi girişimlerde 15-20 mL/kg/saat, preterm bebeklerde nekrotizan enterokolit (NEK) cerrahisinde ise 50mL/kg/saat kadar yüksek olabilir. Bu kayıplar bir kristaloid solüsyonla, kan kayıpları 1:1 oranında kan ya da kolloid solüsyonla (%5 albumin) karşılanmalıdır. Kalp hızı, kan basıncı ve kapiller geri dolun zamanı yakından izlenmelidir (14).

İntraoperatif sıvıların içeriği: Perioperatif hipotonik sıvıların kullanılmasının yol açtığı hiponaterminin kalıcı nörolojik hasar ya da ölüme neden olabileceği artık iyi bilinmektedir. Perioperatif hiponatremi gelişiminde iki önemli etmen, strese bağlı antidiüretik hormon (ADH) salınımı sonucu serbest su atılımının azalması ve hipotonik sıvıların verilmesidir. Bunun sonucunda beyin ödemi, beyin sapı herniasyonu ve ölüm gerçekleşebilir.

İntraoperatif sıvıların glukoz içeriği de son yıllarda tekrar değerlendirilmiştir. Cerrahi sırasında sadece uzun süreli hipogliseminin değil, geçici hipogliseminin de nörolojik hasara yol açabileceği anlaşılmıştır. Ancak perioperatif hipergliseminin riskleri de iyi bilinmektedir. Stresin tetiklediği insülin direnci cerrahi sırasında hiperglisemi gelişimine katkıda bulunan bir etmendir. Hipergliseminin neden olduğu ozmotik diürez dehidratasyon ve elektrolit bozukluklarına ve laktat artışına yol açabilir. Ancak yenidoğanda hafif yüksek kan glukoz düzeylerinin beyni iskemik hasara karşı koruduğu, laktat klirensinin yüksek olması nedeniyle de laktik asidozdan korundukları öne sürülmektedir. Glukoz perfüzyon hızının 2-4 mg/kg/dk arasında olması, operasyon sırasında hipo-hiperglisemiyi ve lipolizi önleyerek kan şekeri kabul edilebilir sınırlarda tutmak için yeterlidir. Kalp cerrahisi sırasında 2,5 mg/kg/dk hızında glukozin füzyonu hiperglisemi sıklığını artırmadan hipoglisemiyi önlemektedir. Hangi solüsyon kullanılırsa kullanılsın cerrahi girişimler sırasında kan şekeri yakından izlenmelidir (14, 16).

Hiponatreminin önlenmesi için, yenidoğanlarda intraoperatif verilmesi önerilen sıvının sodyum içeriği fizyolojik sınırlarda olmalı (120-140 mEq/L), hipo-hipergliseminin önlenmesi için de %1-2,5 glukoz içermelidir. Bu sıvı hem idame, hem de üçüncü boşluk kayıplarını



yerine koymak için kullanılabilir. Ancak bu tür solüsyonlar Avrupa'nın sadece birkaç ülkesinde bulunmaktadır. Avrupa Uzlaşma Raporu'nda bu solüsyonların yaygın olarak üretiminin gereğine dikkat çekilmiştir (17,18).

### Volüm replasmanı endikasyonları ve sıvıların seçimi

**Kristaloid solüsyonlar:** Cerrahi girişimler sırasında sıklıkla görülen intravasküler kayıpları yerine koymak için önce kristaloid solüsyonlar verilir. Hipotansif preterm bebeklerde yapılan çalışmalar serum fizyolojik verilmesinin albümin kadar etkili olduğunu, hatta ilk 48 saatte %5 albümine göre daha az sıvı retansiyonuna neden olduğunu göstermiştir. Ancak önceden kapiller kaçağın olduğu durumlarda kolloidler ile replasman yapılması ödem üzerine daha az etkili olmaktadır.

**Albümin:** Yenidoğan döneminde en sık kullanılan kolloiddir. Hipotansif pretermelerde %4,5 albüminin, taze donmuş plazma kadar etkili olduğu bildirilmiş, %20 albüminden ise daha fazla etkili bulunmuştur. Bu da verilen albüminin konsantrasyonundan çok hacminin kardiyovasküler stabiliteyi sağlamada daha önemli olduğuna işaret etmektedir.

**HES “(hydroxyethylstarch)” preparatları:** Yeni nesil preparatların çocuklardaki kullanımı güvenli görünse de yenidoğanlarda rutin kullanım için yeterli güvenlik çalışması olmadığından önerilmez.

**Taze dondurulmuş plazma:** Sadece pıhtılaşma bozukluğu varsa kullanılmalıdır

**Seçilen sıvının verilme hızı:** Kardiyovasküler duruma bağlıdır. Önce 15-20 mL/kg SF 15-20 dak içinde verilir. Kardiyovasküler stabilite sağlanamazsa bir kez daha tekrarlanır. Toplamda 30-50 mL/kg kristaloid verildikten sonra intravasküler ozmotik basıncı korumak için bir kolloid solüsyon verilmelidir (ör, albümin), (14,16).

### 4.3. Postoperatif sıvı yönetimi

Kardiyovasküler stabilitenin sağlanması için yeterli sıvı, pressör ilaçlar, devam eden sıvı ve elektrolit kayıplarının yerine konması gerekir. Ancak postoperatif dönemde de artan ADH salınımına bağlı serbest su tutulumu devam edebilir. Bu durumda idame sıvısının %50-80 oranında azaltılması düşünülmelidir (19). Cerrahi sonrası en fazla kayıplar nazogastrik drenajdan olmaktadır. Bu ve diğer kayıplar saatlik olarak ölçülmeli, ortalama 4 saat aralarla yerine konmalı (2-6 saat arası değişebilir), sodyum içeriği kaybedilen sıvının tahmini sodyum içeriğine göre ayarlanmalıdır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Mali Destek:** Yazarlar bu çalışma için mali destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Conflict of Interest:** No conflict of interest was declared by the authors.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study has received no financial support.

### Kaynaklar

1. Posencheg MA, Evans JR. Acid-base, fluid and electrolyte management. In: Gleason CA, Devaskar SU, (eds). Avery's diseases of the newborn. 9th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2012. p. 367-89.
2. Sulyok E. Renal aspects of sodium metabolism in the fetus and neonate. In: Oh W, Guignard JP, Baumgart S, (eds). Polin RA, consulting editor. Nephrology and fluid/electrolyte physiology, neonatology questions and controversies. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2012. p. 31-59.
3. Profit J. Fluid and electrolyte therapy in newborns. In: UpToDate, Abrams SA, Motil JK, (eds). UpToDate, Waltham MA.(Accessed on September 28, 2015.)
4. Dell Macrae K. Fluid, electrolytes, and acid-base homeostasis. In: Martin RJ, Fanaroff AA, Walsh MC, (eds). Fanaroff and Martin's neonatal-perinatal medicine. 10th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2015. p.613-29.
5. Modi N. Fluid and electrolyte balance. In: Rennie JM, (editör). Rennie and Robertson's textbook of neonatology. 5th ed. NewYork: Churchill Livingstone Elsevier, 2012. p. 331-43.
6. Modi N, Smeulders N, Wilcox DT. Disorders of the kidney and urinary tract. In: Rennie JM, (eds). Rennie and Robertson's textbook of neonatology. 5th ed. NewYork : Churchill Livingstone Elsevier, 2012. p.927-52.
7. Gouyon JB, Houchan N. Assessment of urine specific gravity by reagent strip test in newborn infants. *Pediatr Nephrol* 1993; 7: 77-8.
8. Gomella TL, Cunningham MD, Eyal FG, editörler. Çoban A, İnce Z, çeviri editörleri. Neonatoloji: Tedavi, girişimler, sık karşılaşılan sorunlar, hastalıklar ve ilaçlar. İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevi, 2012. s.68-76.
9. 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, (eds). Polin RA, consulting editor. Nephrology and fluid/electrolyte physiology, neonatology questions and controversies. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2012. p.19-27.
10. Lorenz JM. Potassium metabolism. In: Oh W, Guignard JP, Baumgart S, (eds). Polin RA, consulting editor. Nephrology and fluid/electrolyte physiology, neonatology questions and controversies. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2012. p.61-73.

11. Seri I. Acid-base homeostasis in the fetus and newborn. In: Oh W, Guignard JP, Baumgart S, (eds). Polin RA, consulting editor. Nephrology and fluid/electrolyte physiology, neonatology questions and controversies. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2012. p.105-13.
12. Greenbaum LA. Electrolyte and acid-base disorders. Pathophysiology of body fluids and fluid therapy. In: Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF, (eds). Nelson textbook of pediatrics. 18th edition. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2007. p. 267-309.
13. Moritz ML. Electrolyte disorders in the newborn. Fluid and electrolyte physiology in the fetus and the neonate. In: Chishti AS, Alam S, Kiessling SG, (eds). Kidney and urinary tract diseases in the newborn. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2014. p.99-115.
14. Murat I, Dubois MC. Perioperative fluid therapy in pediatrics. Paediatr Anaesth 2008;18: 363-70.
15. American Society of Anesthesiologists Committee. Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures: an updated report by American Society of Anesthesiologists Committee on Standards and Practice Parameters. Anesthesiology 2011; 114: 495-511.
16. Murat I, Humblot A, Girault L, Piana F. Neonatal fluid management. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2010; 24: 365-74.
17. Sümpelmann R, Becke K, Crean P, et al. European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. Eur J Anaesthesiol 2011; 28: 637-9.
18. Kempthorne PM. The European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children: a step in the right direction. Eur J Anaesthesiol 2011; 28: 618-9.
19. National Clinical Guideline Centre. IV fluids in children: Intravenous fluid therapy in children and young people in hospital. December 2015. nice.org.uk/ guidance/ ng29.