

# ÇOCUKLARDA SIVI VE ELEKTROLİT HOMEOSTAZI

## A. Can BAŞAKLAR

*Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatrik Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara*

Ameliyat, çocuklarda tüm tedavi sürecinin küçük bir bölümünü oluşturur. Tedavinin başarısı, ameliyatın kendisi kadar, hatta ondan daha çok, tanının doğruluğu ve çocuğun ameliyata fiziksel ve ruhsal yönden hazırlanmış şekline bağlıdır. Çocuk hastalarının önemli bir özelliği de, kuramsal olarak onların önünde, yetişkinlere nazaran daha uzun bir ömrün bulunmasıdır. Bu nedenle, tedavi sürecinin herhangi bir aşamasındaki özensiz yaklaşım, çocuğun geri kalan yaşamını sakat olarak geçirmesine yol açacaktır. Ameliyat öncesi, sırası ve sonrasında sıvı ve elektrolit homeostazının sağlanması gereksiz komplikasyonların önüne geçilebilmesi açısından oldukça önemli olan hususlardan biridir.

Yetişkinlerde olduğu gibi, çocuklarda da idame veya tedavi amacıyla verilecek sıvı ve elektrolitlerin miktarının hesaplanmasında, günlük gereksiniminin, önceden varolan sıvı açığının ve halen devam etmekte olan kayıpların birlikte değerlendirilmesi gerekir. Böyle bir yaklaşımla, pre-term bebekten adolesan yaşa kadar her yaştaki çocuğun sıvı ve elektrolit dengesiyle ilgili sorunların çözülmesi mümkündür. Aslında dışardan görüldüğü kadar karmaşık olmayan bu tedaviyle ilgili, sayısız formül ve kuralın varlığına karşılık, en doğru ve pratik yol konuyla ilgili temel fizyolojik prensiplerin iyi bilinmesi ve bu prensipler çerçevesinde, her çocuğun klinik ve laboratuvar bulgularının ayrı ayrı değerlendirilmesidir. Gelişen neonatal bakım ve ilgili teknolojiye paralel olarak, daha fazla sayıda düşük doğum ağırlıklı ve pre-term bebeğin yaşatılabilmesi bu konudaki bilgi birikimini artırırken, bir yandan da çözüm bekleyen yeni sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Üzerinde görüş birliğinin sağlanamadığı konulardan birisi, full-term olsun, düşük doğum ağırlıklı veya pre-term olsun, hayatın ilk günlerinde uyulması gereken sıvı elektrolit tedavisinin prensipleridir. Yenidoğanlara, bu günler içinde verilmesi gereken sıvının miktarı ve bileşimi hakkındaki karşıt görüşlerin mücadelesinin, 18. yüzyıldan beri devam ettiği görülür. Bu tedavi ile ilgili genel prensipler, yaklaşık her on yılda bir değişikliğe uğramıştır. Görüşlerden birisi, anne sütünün genellikle üçüncü gün gelmeye başlaması

nedeniyle bebeğin doğası gereği, ilk birkaç gün içinde herhangi bir beslenmeye ihtiyacı olmadığını; özellikle de solunum sıkıntısı içinde olan bebeklerde, beslenmenin aspirasyona veya periferik ödeme yol açacağını savunur. Gerçekten de intrauterin yaşam boyunca, fetusun gıda gereksinimleri plasental dolaşım tarafından karşılanır. Bebek doğduktan sonra da, enteral besleneceği ana kadar kendine yetecek bir sıvı rezervine sahiptir. Diğer görüş ise, oral veya parenteral sıvı kısıtlanmasını bebeklerin tolere edemeyeceğini, aç bebeklerde, hipoglisemi, hiperbilirubinemi gelişebileceğini ve serum ozmolalitesinin yükseleceğini öne sürer.

Yenidoğanlardaki sıvı tedavisi konusunda devam eden görüş ayrılıklarının tek nedeni, aynı doğum ağırlığı ve gestasyonel yaşa sahip olan bebeklerin tümünün standart bir fizyolojiye sahip olmamasından kaynaklanır. Bu nedenle, günümüzde uygun görülen yaklaşım, hekimin her bebeğe göre değişebilen ve elastiki özelliklere sahip bir tedavi çizelgesi planlaması gerektiği yönündedir.

Deneyimler, vücut ağırlığı veya vücut yüzeyine göre elde edilmiş olan normal değer tablolarının, sıvı ve kalori ihtiyaçlarının karşılanmasında katı ve yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu nedenle, günümüzde önerilen yaklaşım, yenidoğanların kısa sürede değişebilen fizyolojik özelliklerinin göz önüne alınması ve bebeğin tüm cevaplarının sürekli monitorize edilmesi koşulu ile verilecek sıvıların küçük zaman dilimleri içinde planlanmasıdır. Rowe tarafından önerilen ve hekimle bebek arasında oynanan bir satranç oyununa benzetilen bu yaklaşıma "dinamik sistem" adı verilir.

Neonatal dönemde, bebekler intra uterin yaşamdan ekstrauterin yaşama geçişlerini hızlı ve ayrıntılı bir seri fizyolojik değişiklikleri tamamlamak zorundadır. Bebek zamanından önce doğduğunda, intrauterin hayatın son haftalarında bitirilmesi gereken fetal görevler eksik kalmaktadır. Pre-term bebeklerin yaşayabilmeleri ancak eksik kalmış olan bu fizyolojik değişikliklerin kısa sürede tamamlanmasıyla mümkün olmaktadır. Full-term bebeklerse, fetal görevlerini tamamlamak için yeterli intrauterin zamana ve beslenmeye sahip olmuşlardır. Bu

nedenle, zamanında doğan bebeklerin fizyolojik fonksiyonlarının önceden tahmin edilebilmesi mümkündür. Dolayısıyla, Bu bebeklerin sıvı gereksinimlerinin hesaplanmasında yapılabilecek hatının payı yüksek tutulabilir.

Sıvı ve elektrolit dengesinde en önemli role sahip olan böbrek fonksiyonları, deri değişiklikleri ve kompartmanlar arası sıvı replasmanları, intrauterin yaşamın son 8-10 haftası içinde meydana geldiğinden, en sorunlu grubu 32 haftadan önce doğan bebekler oluşturmaktadır. Tamamlanmamış fetal görevlerin ağır yükün altında olan bu bebekler, sıvı ve elektrolit dengesizlikleri karşısında kolayca zedelenebilmektedirler. Ancak, bu bebekler yarım kalmış görevlerini, ekstrauterin hayatta, uterus içindekine nazaran çok daha hızlı bir şekilde yerine getirebilme kapasitesine sahip olduklarından gene de yaşam şansına sahiptirler. Bu nedenle 32 haftadan küçük bebekler değerlendirilirken, gestasyonel yaş kadar post-natal yaşın da gözönüne alınması gerekir. yani bu bebeklerde, gestasyonel yaşın postnatal yaşa eklenmesiyle elde edilen yaşa göre davranılır. 32 haftadan büyük pre-term bebekler ise, uterus içinde fetal görevlerinin önemli bir kısmını tamamlayabilecek zamanı bulabilmiş olduklarından, doğum sonrasında bir yandan fetal görevlerinden eksik kalanları yerine getirirken, bir yandan da ekstrauterin hayata geçiş için gereken geçiş görevlerini tamamlarlar.

### VÜCUT SIVI BOŞLUKLARI

Yenidoğanın vücut sıvı kompartmanlarındaki sıvı hacimleri, daha büyük çocuk ve yetişkinlerden farklıdır. Friis Hansen'in pre-term ve term bebeklerin total vücut sıvısı (TBW), hücre içi sıvısı (ICF) ve hücre dışı sıvılarının (ECF) vücut ağırlığına oranını gösteren klasik grafiği hala geçerliliğini korumaktadır (Şekil 1). Bu grafiğe göre, TBW'un intrauterin hayatın 12 haftasında vücut ağırlığının %94'ünü, 32 haftada %80'ini, doğumda ise %79'unu oluşturduğu görülür. İlk günlerde, hem sıvı alımı yeterli olmadığından ve hem de ECF'deki fazlalık kısa süre içinde böbrekler yoluyla atıldığından, TBW hızla azalmaya başlar. Doğumdan sonra da, ilk 3-5 günde vücut ağırlığının %73-75'ini oluşturan TBW, 1-1.5 yaşta yetişkin değeri olan %60'a iner (Tablo 1)(Şekil 1 ve 2). TBW'un hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden yararlanılabilir.

**Tablo 1:** TBW, ECF ve ICF hacimlerinde yaşın artmasıyla birlikte meydana gelen değişiklikler.

	TBW	ECF	ICF	ECF/ICF
Doğumda	%79	%44	%35	1.25
1-10 gün	%74	%40	%34	1.18
1-3 ay	%72	%32	%40	0.80
1-2 yaş	%65	%25	%40	0.63
10-16 yaş	%60	%20	%40	0.50

$$1 \text{ yaş altında TBW (lt)} = (0.611 \times \text{kg}) - 0.251$$

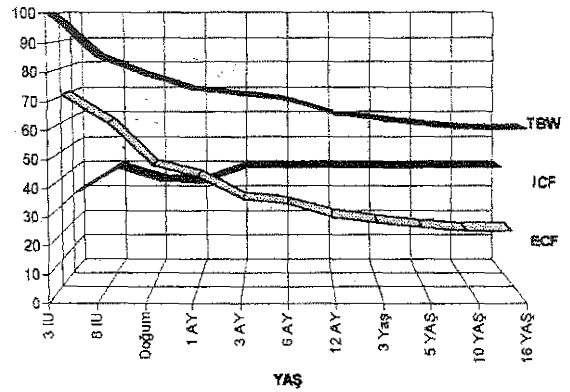
$$1 \text{ yaş üstünde TBW (lt)} = (0.239 \times \text{kg}) - 0.325$$

3 kiloluk bir bebeğin günlük vücut suyu turn-over'i TBW'in %25'i kadardır. 70 kiloluk bir yetişkinde ise bu turnover TBW'ın %6'ı kadardır. Bu nedenle bebeklerde meydana gelen küçük miktardaki sıvı kayıplarında bile sıvı dengesi kolaylıkla sağlanır.

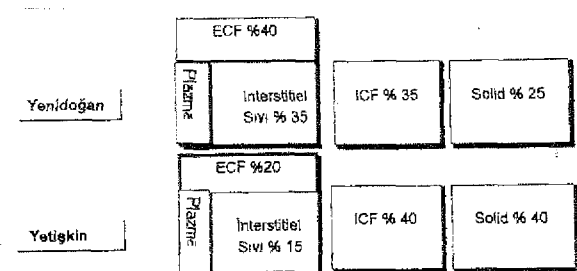
TBW'a paralel olarak, ECF de intrauterin 20. haftada vücut ağırlığının %60'ını oluşturmaktayken, doğumda %44'üne ve ilk 5 gün içinde de %40'ına düşer. ECF, 1-3 yaşları arasında da yetişkin değeri olan %20-25'e iner.

ECF, ikisi büyük, biri küçük üç alt kompartmandan meydana gelir. Büyük kompartmanlardan birisi damar dışında kalan interstisyel sıvı, diğeri de dolaşımdaki plazmadır. Bu iki sıvı kompartmanı, birbirinden sadece kapiller endoteli ile ayrılır. İnterstisyel sıvı vücut ağırlığının %15'i, plazmada %4-5'i kadardır. Lenf sıvısı, interstisyel sıvının en önemli kısmını oluşturur. Transselüler sıvı kompartmanı ise, ECF'nin en küçük bölümüdür. Total vücut ağırlığının yaklaşık %1'ini meydana getiren bu bölüm, beyin omurilik sıvısı, plevral, peritoneal, sinovial, göz vb. sıvıları içerir.

ECF'nin en önemli katyonu olan Na'un, normal plazma seviyesi 135-145 mEq/lt, anyonları olan Cl'un



**Şekil 1:** Yaşın artmasıyla birlikte TBW, ECF ve ICF'deki azalışı gösteren klasik Frees Hansen eğrileri.



**Şekil 2:** Yenidoğan ve yetişkinlerde vücut sıvı kompartmanları.

102 mEq/lt ve HCO<sub>3</sub>'ün de 25-27 mEq/lt'dır.

Buna karşılık ICF'nin (intraselüler sıvı) TBW içinde kapsadığı oran, fetal matürasyon arttıkça çoğalır. Intrauterin 20 haftada vücut ağırlığının %25'ini oluşturan ICF, doğumda %35'e, 3 ay sonra da erişkin değeri olan %40'a ulaşır. ICF'nin en önemli katyonu olan K'un normal hücre içi konsantrasyonu 160 mEq/lt'dır. Anyonları ise proteinler, fosfat ve sulfatlardır.

Daha büyük yaşlarda ise TBW'in vücut ağırlığının %60'ını, ECF'nin %20'sini ve ICF'nin de %40'ını oluşturduğu kabul edilir (Tablo 1. ve Şekil 2).

Bu değerlerden de anlaşıldığı gibi, bebek zamanından önce doğduğu takdirde, TBW ve ECF yüksek, ICF ise düşük olacaktır. 28-32 haftalarda doğan bebeklerin ECF hacmi vücut ağırlığının %52'sini oluşturur. İlk 6-7 gün içinde de, hızlı bir diürezis takiben %12 lik bir azalışla %40'a düşer. Yani pre-term doğan bebek, uterus içinde 8 hafta sürecek olan bu sıvı atma işlemini bir haftada yaparak miadında doğmuş bebeği yakalayabilmektedir.

ECF sıvı hacmindeki bu post-natal azalma, sıvı alımında büyük değişiklikler olsa bile, su ve Na atılımı ile sağlanması gereken biyolojik bir önceliktir. Lorenz ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, iki grup bebeğe farklı miktarlarda IV sıvı verilmesine rağmen her iki grupta da kilo kaybının olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları, pre-term bebeklerin aldıkları sıvı miktarına bağlı kalmadan böbreklerden ECF fazlasını atarak, vücut ağırlıklarını azalttıklarını göstermektedir. Buna rağmen, immatür bebekler, ECF hacimlerini term bebek seviyesine indirene kadar, dışardan verilecek aşırı miktardaki sıvı karşısında kolayca zedelenebilmektedirler.

### BÖBREK FONKSİYONLARI

Yenidoğanın böbreği, histolojik farklanmasını tamamlamış bir organdır. Buna karşılık, fonksiyonları açısından yetişkin böbreğine göre daha yetersizdir. Doğum sonrasında, vücut sıvılarındaki yer değişiklikleri esas olarak böbreklerden su ve tuzun atılmasıyla mümkün olur. Bu işlemler de doğrudan glomerüler filtrasyon hızına (GFR) ve tübüler fonksiyonlara bağlıdır.

Yenidoğan böbreğinin GFR'i yetişkin böbreğine nazaran daha düşüktür. Aperia'nın çalışmalarına göre term bebeğin GFR'i 21 cc/dk/1.73 m<sup>2</sup> dir ki, bu değer yetişkinlerin GFR'inin %25'idir. İlk 2 hafta içinde bu değer hızla 60 cc/dk/1.73 m<sup>2</sup>'e ulaşır. 1.5-2 yaşına kadar da daha düşük bir tempoyla artmaya devam ederek, bu yaşlarda yetişkin seviyesine çıkar. 30 haftalık veya daha küçük doğan bebeklerde GFR, miadında doğan bebeklerinkine nazaran daha da düşüktür (16 cc/dk/1.73 m<sup>2</sup>). Bu bebeklerde, doğum sonrası GFR artışı da daha yavaştır (2 haftada ancak 37 cc/dk/1.73 m<sup>2</sup>). GFR'in

yenidoğanlarda daha düşük olmasının nedenleri şunlardır:

- filtrasyon için glomerüler kapiller alanı küçüktür,
- böbrek kan akımı azdır,
- hematokrit yüksektir,
- glomerül kapillerinde yapısal immatürite vardır.

GFR'deki bu düşüklüğe rağmen, bütün bebekler aşırı sıvı yüklenmelerini bir ölçüye kadar tolere edebilmektedirler. Bunun nedeni, GFR'deki düşüklük yanında, yenidoğan böbreğinin tübüler konsantrasyon yeteneğinin de az olmasıdır. Pre-term ve full term bebeklerin konsantrasyon kabiliyetleri, yetişkin böbreğinin oldukça altındadır. Suyun kısıtlanması halinde, full term bebek idrar ozmolalitesini ancak 600-700 mOs/lt'e çıkarırken, aynı koşullarda yetişkin böbreği idrar ozmolalitesini 1200 mOs/lt'e kadar yükseltebilmektedir.

Yenidoğan, idrarını yetişkinler kadar konsantre edememesine rağmen, sıvı yüklenmesi halinde, term olsun, pre-term olsun, tümü bu aşırı sıvı yükünden kolayca kurtulabilme yeteneğine sahiptir. Erişkin insan idrarını en az 70-100 mOs/lt kadar dilüe edebilirken, bebek bu dilüsyonu 30-50 mOs/lt'e kadar yapabilmektedir. Buna karşılık aşırı sıvı yüklenmesi devam ettiği takdirde pre-termelerde bazı komplikasyonlara karşılaşılabileceği de vardır. Bunlar arasında, PDA, sol ventrikül yetmezliği, respiratuar distress sendromu (RDS), bronko-pulmoner displazi ve nekrotizan enterokolit (NEC) sayılabilmektedir.

İlk birkaç gün içinde yenidoğan bebeğin böbreklerinin suya karşı yavaş bir diüretik cevabı vardır ve bu günler içinde bebeklerin idrar hacmi de 60-70 cc/gün kadardır. yedinci günde idrar miktarı 300 cc/gün'e yükselir. Bu nedenle, yaşamın ilk günleri içinde bebeklere 50-75 cc/kg kadar sıvı verilmesi yeterlidir. 5. günden itibaren bu miktarın 100 cc/kg'a çıkarılması mümkündür.

Pre-termelerin günlük idrar miktarının 1-2 ml/kg/saat ve idrar ozmolitesinin de 270-290 mOsm/lt civarında olması beklenir.

### SOYDUM ATILIMI

Hücre zarının ve kapiller endotelin su ve değişik solütlere karşı geçirgenliği farklıdır. Vücut sıvı bölmeleri arasındaki solüt alışverişinin belirli fiziksel ve kimyasal kurallara bağlı olması, ekstraselüler sıvı (ECF) ve intraselüler sıvı (ICF) içindeki solüt konsantrasyonlarının birbirinden farklı olmasını sağlar. ECF'nin ana katyonu sodyum, ICF'ninki de potasyumdur. ECF'de sodyum konsantrasyonu, ICF'de de potasyum konsantrasyonu yüksektir (Şekil 3). Bu durum, hücre zarında yer alan ve sodyumu dışarı atıp potasyumu içeri alan, ATP enzimi ile adenosin trifosfatın hidrolize edilmesiyle açığa çıkan

metabolik enerjiyle çalışan, Na/K pompası ile sağlanır. Solüt konsantrasyon gradyentinin aksi yönünde çalışan bu mekanizmaya primer aktif transport mekanizması adı verilir.

**Şekil 3: Plazma (ECF) ve ICF'deki normal elektrolit yoğunlukları**

154 mEq/lt		154 mEq/lt		200 mEq/lt		200 mEq/lt	
Plazma		Plazma		ICF		ICF	
Katyonlar	Anyonlar	Katyonlar	Anyonlar	Katyonlar	Anyonlar	Katyonlar	Anyonlar
Na	142	Cl	103	K	150	Sulfat	150
K	4	HCO <sub>3</sub>	27	Mg	40	Fosfat	150
Ca	5	Fosfat	3	Na	10	HCO <sub>3</sub>	10
Mg	3	Sulfat	3			Protein	40
		Org.Asit	5				
		Protein	16				

Na'un alımı, emilimi, dağılımı ve renal atılım veya tutulumu sırasında, klor her zaman sodyumla birlikte hareket eder. Bu nedenle sodyumdan tek başına söz etmek mümkün değildir. Vücut sıvılarında da sodyum klorla, çok az bir kısmı da bikarbonatla birleşmiş durumdadır. ECF hacminin normal sınırlarda tutulabilmesi, dolaşım sistemi fonksiyonlarının devamı ve hücrelerin beslenmesi için şarttır. Na tuzları (NaCl ve NaHCO<sub>3</sub>) ECF içindeki tüm katyonların %90'unu oluşturduğundan, ECF hacmi de primer olarak Na dengesine bağlıdır.

Distal tübülüslerde Na geri emilimi tamamen adrenal korteksin zona glomeruloza tabakasından salgılanan aldosteron'un etkisi altındadır. ECF'deki hacim ve ozmolalite değişiklikleri sürekli olarak bazı reseptörler tarafından algılanır. Bu reseptörler, sağ atrium ve pulmoner interstiyel dokuda yer alan düşük basınç reseptörleri (DBR), akus aorta ve karotid sinusta bulunan yüksek basınç reseptörleri (YBR), anterolateral hipotalamustaki ozmoreseptörler ve jukstaglomerüler apparatus (JGA)'tur. Bunlardan başka, diensefalon ve karaciğerde yer alan başka basınç reseptörleri de vardır.

ECF hacminin, kardiak outputun ve bunların sonucu böbrek kan akımının (RBF) veya tek başına ECF Na'unun azalması veya K seviyesinin yükselmesi, hacim reseptörlerini ve en önemlisi JGA'ı uyarır. Glomerüle gelen afferent arteriollerin, glomerüle en yakın kısmında yer alan ve içi renin hormonu ile dolu olan hücre kümesine jukstaglomerüler apparatus (JGA) adı verilir. Henle kulpunun yükselen kısmı da glomerüle gelen afferent ve efferent arteriollerin arasından geçer.

Tübülüsün afferent arteriole yaslanan epitel hücreleri de koyu boyanan hücreler olarak diğer epitel hücrelerinden daha farklı bir yapıdadır. Tübülüs lümenindeki bu hücre grubuna da, makula densa adı verilir. Makula densa hücrelerinin afferent arteriöl endotel hücrelerine temas ettiği bölgede bazal

membranları yoktur. Makula densa ile JGA hücreleri arasında, bu nedenle çok yakın bir ilişki vardır. JGA'dan salgılanan renin, plazmada bulunan angiotensinogeni aktive ederek, angiotensin I'ın angiotensin II'e dönüşmesini sağlar. Angiotensin II'de adrenal korteksi uyararak, zona glomerulozadan aldosteron salgılanmasını uyarır. Aldosteron, tübül sistem bütünü segmentleri üzerinde, fakat özellikle de Henle kulpunun yükselen kısmına, distal tübülüslerle ve kollektör tübülüslerle tesir ederek Na'un tübül geri emilimini artırır. Kortikal ve medüller toplayıcı kanallarda Na geri emilimi artarken, K ve H de lümen atılır ve idrarla kaybedilir.

Kan veya plazma kayıplarında da aldosteron sekresyonu arkus aortikum ve karotid sinüs üzerinde yer alan baroreseptörlerden çıkan uyarılar doğrudan hipotalamusu etkilemesiyle artar. Bu uyarı, merkeze glossofaringeus ve vagus sinirleri tarafından iletilir.

Aldosteron salgılanması aynı zamanda serum K seviyesindeki yükselmeye ve adrenoglomerulotropin hormonu ile direkt olarak da uyarılabilir. Na'un renal tübül geri emiliminde direkt ve indirekt etkileri olan renal postaglandin, kinin ve atrial natriüretik faktör (ANF) gibi başka hormonlar da vardır. Ancak bu hormonların etkisi sadece renal Na atılımını artırmaya yöneliktir.

ECF hacmini belirleyen en önemli etkin Na olmasına rağmen, sıvıların tonisite ve ozmolalitesini etkileyen başka faktörler de vardır. Bunlar;

- renal su atılımı ve retansiyonu
- susuzluk
- su alımı

Normal plazma ozmolalitesini 280 mOsm/lt civarındadır. Plazma ozmolalitesi doğrudan ölçülebileceği gibi, bazı rutin biyokimya tetkiklerinden yararlanılarak aşağıdaki formül yardımıyla da hesaplanabilir.

Plazma ozmolalitesi mOsm/lt= (plazma Na x2)+(BUN mgr/lt/2.8) + (Kan şekeri mgr/dl/18)

Glukoz ve üreden gelen ozmolalite, her biri için 5 mOsm/lt civarında olduğundan, kabaca serum Na miktarı 2 ile çarpılıp 10 eklenirse plazma ozmolalitesini bulunabilir.

Plazma tonisitesinin devamlılığı ve su dengesinin korunması, tamamen böbreğin idrarı dilüe etme ve konsantre etme yeteneğine bağlıdır. Bu renal fonksiyon anti-diüretik hormon (ADH) kontrolü altındadır. ADH, normal koşullarda günlük idrar miktarını, dansitesini ve dolayısıyla total vücut sıvısını belirleyen en önemli hormondur. ADH, arginine vazopressin olarak da bilinir ve supraoptik ve para-ventriküler nöronlarda sentez edilir. Bu nöronların arka hipofize doğru uzanan aksonları vardır. Ozmo ve baroreseptörlerin uyarısı ile ADH, buradan dolaşıma verilir. ADH'nin plazma yarı

ömrü 10-20 dakikadır. Bu süre içinde karaciğer, böbrek ve plazmada bulunan vazopressinaz tarafından dolaşımdan temizlenir. ADH, term veya pre-term tüm bebeklerde mevcuttur. Ancak, normal sentez ve salgılanma mekanizmalarına rağmen, yenidoğan böbreğin toplayıcı kanalları bu hormona karşı yeterince duyarlı değildir.

Term bebeklerde Na homeostazı, pozitif bir Na dengesi ile karakterizedir. Bu bebeklere ilave tuz verildiğinde sıvı yüklenmesinde olduğunun tersine, Na atılımındaki artış sınırlı kalır. Full-term bebeklerin tuz yüklenmesini takiben gösterdiği Na atılımı, 6-12 yaş çocuğundaki değerinkinden ancak %10'u kadardır. Tuz atılımındaki bu azlık, tek başına GFR'deki düşüklük ile açıklanamadığından, asıl nedenin tübüler yetersizlik olduğu sanılır.

Pre-term bebeklerde ise, term bebeklerin aksine bazal Na atılımı yüksektir. Bunun nedeni de, adrenallerin yükselen plazma reninine cevap verememeleri ve distal tübülüslerin aldosterona daha az duyarlı olmasıdır. Bu durum 33 haftadan önce doğan ve post-natal yaşı 2 haftadan küçük olan bebeklerde daha da belirgindir. İdrardaki bu yüksek Na atılımı ile birlikte olan diürez, düşük gestasyonel yaşlı bebeklerde, fetustaki yüksek su ve tuz kontentine karşı verilen fizyolojik bir tepkidir. Bebek post-natal yaşama hazırlanmak için derhal fazla su ve tuzdan kurtulmak zorundadır.

Buna rağmen, hem term bebekler ve hem de term bebeklere nazaran daha yüksek bir Na atılımına programlanmış olan pre-term bebekler, masif bir tuz yüklenmesi ile karşılaştıklarında, bu programlanmış miktarın üzerinde ek bir Na atılımı yapamamakta ve hipermatremiye girmektedirler. Pre-term bebeklerde Na geri emiliminin artması ve tuz kaybının azalması post-natal 4-15 günler arasında daha iyi hale gelir. Ancak, bu fetal görevin tamamlanma zamanı primer olarak konseptiyonel yaşa bağlıdır.

### **İNSENSİBLE (HİSSEDİLMEYEN) SIVI KAYBI**

İnsensiblen sıvı kaybı, akciğerlerden (Respiratory Water Loss- RWL) ve deriden sürekli olarak kaybedilen (Transepitelial Water Loss= LEWL) ve gözle görülmeyen kayıplardır. Oda sıcaklığında doğal koşullarda, full-term bir infantın deri ve akciğerler yoluyla kaybedeceği "insensiblen sıvı" miktarı 28 cc/kg/gün, nem oranı %50 olan bir küvöz içinde 12 cc/kg/gün (bunun 7 cc/kg/gün'ü TEWL ve 4-5 cc/kg/gün'ü de RWL), radiant olarak ısıtılan bir açık yatakta (open bed veya heated bed) ise, 45 cc/kg/gün gibi birbirinden çok farklı değerlerdedir. 25-27 haftalık bir gestasyonel yaşa sahip pre-termde ise, toplam insensiblen kayıp 129 cc/kg/gün'e ulaşabilir.

Pre-term bebeklerin vücut yüzeyleri ağırlıklarına

göre relatif olarak daha fazla olduğundan, bu bebeklerin insensiblen sıvı kayıpları full-term bebeklere nazaran 3-4 misli daha fazladır. Bu kayıplar gestasyonel yaş azaldıkça daha da artar ve bazen idrar miktarının çok çok üstünde bir seviyeye erişerek, su ve tuz dengesini çok yakından ve olumsuz şekilde etkiler. Solunumla kaybedilen suyun miktarı, solunan havanın hacmi, solunum hızı, vücut ısısı ve ortamın nem oranı tarafından belirlenir. Solunumla kaybedilen su full-term ve 32 haftadan büyük prematürelere toplan insensiblen sıvı kayıplarının 1/3'ünü meydana getirir. Daha immatür bebeklerde ise, deriden kaybedilen su miktarı daha fazla olduğundan bu oran daha düşüktür. Doyle ve Sinclair 8 ayrı çalışmanın sonuçlarını topladıklarında, full-term bir bebeğin akciğerlerinden kaybettiği su miktarının 4-5 cc/kg/gün olduğunu bulmuşlardır. Nemli bir havanın bulunduğu, mekanik ventilatörlerin kullanıldığı bebeklerde solunum yolundan olan insensiblen sıvı kaybı hemen hemen sıfıra iner.

İnsensiblen sıvı kaybının en büyük komponenti, transeptitelyel sıvı kaybı adı verilen deri yoluyla olan kayıplardır. Buharlaşan su molekülleri, yüzeye çıkmak için deriye diffüze olurlar. Stratum korneum tabakası, yüzeyel kapiller ile epidermis arasında yer alır ve difüzyona karşı en önemli direnç tabakasını meydana getirir. İnfant ne kadar immatür ise, stratum korneum o kadar ince ve bunun sonucu su moleküllerinin dışarı difüzyonu da o kadar fazladır. TEWL'u belirleyen en önemli iki faktör, çevre ısısı ve konseptiyonel yaştır. Bu nedenle, transeptitelyel sıvı kaybı permatür bebeklerde daha fazladır. 1000 gr altındaki bebeklerde TEWL 1. gün 110 cc/kg/gün, 5. gün 51 cc/kg/gün ve 3. haftada 28 cc/kg/gün miktarındadır. Doğum kilosuna arttıkça bu kayıplar azalır. Transeptitelyel sıvı kaybı ile çevresel nem oranı arasında da, ters bir lineer ilişki vardır. Nemlilik oranı %100'e eriştiğinde, transeptitelyel sıvı kaybı azalır ve bunun aksine nem oranı azaldıkça da artış gösterir. Bebeğin vücudu plastik bir örtü ile örtüldüğünde, deriden buharlaşan su zerrecikleri vücutla plastik arasında hapsolür. Bir süre sonra, hapsedilen hava nem yönünden giderek doygunlaşır ve bir süre sonra da transeptitelyel sıvı kaybı azalır. Bu yöntemle, çevresel nem oranının %70'e yükseltilmesi mümkündür.

Bebeğin radyant olarak ısıtılması veya fototerapi alması, insensiblen su kaybında değişikliklere yol açan önemli bir çevresel faktördür. 25-27 haftalık bir pre-termde ilk günlerindeki insensiblen sıvı kaybı 129 cc/kg/güne ulaşabilir. Bebek açık yatakta radyant ısıya maruz kalmakta veya fototerapi almaktaysa bu kayıp daha da fazladır. Bebek küvöz içinde, nemli bir ortamda takip edildiği takdirde insensiblen kayıpların önemli ölçüde azaldığı görülür. Yaşamın ilk birkaç gününde, inkübatör içinde ve nemli bir ortamda yatan pre-term bebeğin günlük idame sıvısı gereksinimi 50-75 cc/kg'dır.

Büyük yaştaki çocuklarda ise, doğal ortama ve 27-29.5 C derecelik ısıya sahip oda içinde, her 100 Cal/kg harcanmasıyla, deriden 30 cc/kg, akciğerlerden de 15 cc/kg insensibıl sıvı kaybı olur (Tablo 2). Ateş, sıcak hava ve terleme halinde bu miktar artar. Ateşli hastalarda her 1 C derece ateş için insensibıl sıvı kayıpları 7 cc/kg/gün daha fazladır.

**Tablo 2:** Günlük sıvı ve elektrolit kayıpları

Günlük Sıvı ve Elektrolit Kayıpları			
	Su ml/kg	Na MEq/kg	k mEq/kg
AKCIĞER	15	0	0
DERİ	30	0.5	0.5
DIŞKI	5	0.1	0.2
İDRAR	65	2-3	1-2
TOPLAM	115	2.6-3.6	1.7-2.7

Terleme ise gözle görülebilen ve yenidoğan döneminde önemli olmayan bir kayıptır. Full-term bebekler, oda ısısı 36 C'yi vücut ısıları da 37.5 C'yi geçtiğinde terlemeye başlarlar. 36 haftadan küçük bebekler ise, hayatın ilk günleri içinde hiç terlemezler. Post-natal 15 günden sonra, en immatür bebekler dahi terlemeye başlarlar. Ancak gene de ter bezleri iyi gelişmemiş olduğundan bu yolla kaybedilen sıvı miktarı dikkate alınmaz.

Bell ve arkadaşları harcanan her 100 kcal için dışkı ile 5-10 cc su kaybedildiğini belirtmişlerdir. Bu kayıp, ilk hafta içinde oral beslenmeyen bebeklerde en düşük değerlerdedir. Fototerapi, dışkı ile atılan su miktarını iki katına çıkarmaktadır. Yenidoğan döneminde barsak rezeksiyonu yapılan bebeklerde de, dışkı ile atılan su miktarında artış olmaktadır.

Büyüme için gereken ek su ihtiyacı ilk hafta içinde, fizyolojik kilo kaybı esasında dikkate alınmalıdır. Daha sonra, büyüme gereksinimi için idame sıvısına 10-15 cc/kg/gün ilave edilmelidir. Metabolik faaliyetler sonucunda açığa çıkan endojen su miktarı 12 cc/kg/gün'dür.

### TEDAVİNİN PLANLAMASI

Yenidoğanda olduğu gibi, daha büyük yaştaki çocuklarda da sıvı dengesinin devamı için vücut ağırlığı, vücut yüzeyi, kalori gereksinimleri, hissedilmeyen (insensibıl) sıvı kayıpları, idrar ve dışkı ile kaybedilen sıvı miktarları ve büyüme için gerekli olan su miktarının önceden bilinmesi gerekir. Bu dönemdeki sıvı elektrolitik gereksinimlerinin de özenle hesaplanması gerekir.

Sağlıklı bir insanda, günlük sıvı alımı ile atılımı arasında bir denge vardır. Bu denge, aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Eksojen Su + Endojen Su = Böbrek + Akciğer + Deri + GIS ile kaybedilen Su.

İdame sıvıları hesaplanırken, çocuğun içinde

bulduğu ortamın ısısı ve nem oranı dahi göz önüne alınmalıdır. Özellikle çocuk cerrahisi hastalarının sıvı gereksinimleri karşılanırken, idame sıvılarına ek olarak nazogastrik sonda, ileostomi ve jejunostomi gibi özel sorunlara bağlı kayıpların da, uygun elektrolitleri içeren sıvılarla tam olarak yerine konulması ihmal edilmemelidir. Çocuklarda bazal sıvı gereksinimi dışında kağan bu tür replasmanların yenidoğan ve süt çocuklarında 4 veya 8 saatlik, daha büyük çocuklarda da 8 saatlik, dönemler halinde yapılması önerilir. Kusmayla kaybedilen sıvının miktarı ve kompozisyonu gastrointestinal sistemdeki tıkanıklığın seviyesine bağlıdır. Hipertrofik pilor stenozlu bir bebeğin kusmuğu sadece mide sıvısını içerir. Mide sıvısında 100-130 mEq/l klor, 10-15 mEq/l potasyum ve 60-90 mEq/l de sodyum vardır (Tablo 3). Çocuk safra kusmaktaysa, kaybedilen duodenal sıvı içinde 135-145 mEq/l sodyum, 100 mEq/l sodyum, 100 mEq/l civarında klor ve 5-10 mEq/l potasyum mevcuttur. Diare veya ileostomi ile kaybedilen sindirim sistemi sıvıları içinde ise 30-65 mEq/l NaCl ve yaklaşık 40 mEq/l bikarbonat vardır (Tablo 3).

**Tablo 3:** Yetişkin bir insanda sindirim sistemi salgıları ve elektrolit değerleri

Hacim	Na+ cc/gün	Cl- MEq/L	HCO <sub>3</sub> mEq/L	K+ mEq/L	mEq/L
Tükrük	1000-1500	5-10	5-15	25-30	20-30
Mide	1000-2000	60-90	100-130	0	10-15
Safra	300-600	135-145	90-110	30-40	5-10
Pankreas	600-800	135-145	70-90	95-115	5-10
İnce barsak	2000-3000	120-140	90-120	30-40	5-10
Kolon	100	400	15	30	90

Sadece mide sıvısının kaybedildiği durumlarda bu kayıplar 1/2 serum fizyolojik + Laktat solüsyonu + 20-40 mEq/l KCl, ileostomiden olan kayıpların Ringer Laktat solüsyonu ve diareye bağlı kayıpların da 1/3 serum fizyolojik veya Ringer Laktat + KCl ile karşılanması uygundur. İyi planlanmış bir sıvı-elektrolit tedavisi, insensibıl ve gözle görülen kayıplar dışında, çocuğun hidrasyonu da göz önüne alınmalıdır. Hidrasyonun klinik olarak tayininde derinin turgor ve tonusu, fontanelin durumu, göz küreleri, derinin rengi ve ağız mukozasının ıslaklığından yararlanılabilir. Bu bulguların serum ve idrar ozmolalitesi, serum üre, hematokrit, serum proteini ve elektrolit seviyeleri ile desteklenmesi tedavi planının daha doğru yapılmasını sağlar.

Dinamik sıvı tedavisinin ana prensibi, hastanın çok iyi monitorize edilerek, başlangıçtaki bu deneme yanılma tedavisine çocuğun verdiği tepkilerin akışına göre gereken değişikliklerin vakit geçirilmeden yapılabilmesidir. Bu nedenle sık sık periferik nabız kontrolü, akciğer ve kalp oskültasyonu yapılmalı ve turgor tonus yakından takip edilmelidir. BUN, Hb, Htc ve

kan elektrolitleri 8 saatte bir kontrol edilmeli, çocuk tartılmalı ve saat başına düşen idrar miktarı ve dansitesi bilinmelidir.

Yenidoğanlar, doğum sonrasında sıvı ve elektrolit kaybına yol açacak hastalıklara sahip olsalar dahi, ilk 24 saat içinde herhangi bir defisit içinde değildirler. Bunun nedeni, plasenta yoluyla dengenin korunmuş olması ve biraz da hipervolemik olmalarıdır. Yenidoğanlarda ortaya çıkan ve düzeltilmesi gereken sıvı elektrolit defisitle, genellikle ikinci 24 saat içinde karşılaşılr.

Daha büyük çocuklardaki idame sıvı ve elektrolit miktarının hesaplanmasında değişik formüller kullanılır. Bu amaçla, vücut yüzeyi (cc/1.73 m<sup>2</sup>), vücut ağırlığı (cc/kg) ve kalori ihtiyaçları (cc/100 cal) temel alınarak formülize edilmiş belli başlı üç yöntem vardır. 1500 cc/1.73 m<sup>2</sup> veya 100 cc/kg'a olarak yapılan sıvı hesapları aşağı yukarı aynı değerleri verir.

0-10 kg arası = 100 cc/kg

10-20 kg arası = 1000cc + 50 cc/kg

20 kg üzerinde = 1500 cc + 20 cc/kg

Bu miktarlara insensibile kayıplar da dahildir.

Sağlıklı bir çocukta her 100 kalorinin yakılması sırasında 115 ml su, 3.2 mEq Na ve 2.4 mEq K harcanır. Kalori kayıplarına göre verilecek idame sıvı miktarı, bu nedenle 100 kalori için 105 ml olmalıdır, geri kalan 10 ml endojen kaynaklardan karşılanacaktır.

Sağlıklı çocuklarda elektrolitlerin kaybedildiği yer esas olarak böbreklerdir. İdrarla günde, 2-3 mEq/kg Na, 1-2 mEq/kg K ve 3-5 mEq/kg Cl kaybedilir (Tablo 2). Deriden ise, insensibile sıvı kaybıyla beraber 0.5 mEq/kg Na ve K kaybı olur. Akciğerler yoluyla elektrolit kaybı olmaz. Bu nedenlerle, anormal kayıplar olmayan full term bebeklerde ve daha yaşlı çocuklarda günde kilogram başına 2-3 mEq Na, 1-2 mEq K ve 3-5 mEq Cl verilmesiyle elektrolit dengesi korunabilir. 32 haftadan büyük pre-term bebeklerde ise, verilecek Na miktarının 3 mEq/kg/24 saat ve daha küçük bebeklerde de 4-5 mEq/kg/24 saat olması gerekir. Anne sütünde her 100 Cal de 1-1.5 mEq Na ve K vardır. İnek sütünde bu miktar 2-3 misli daha fazladır.

Yanık, peritonit ve karın için inflamatuvar hastalıklarda ECF'nun bir kısmı devre dışı kalır. Bu şekildeki kayıplara üçüncü boşluk kayıpları denir. Bu hastaların idame sıvıları yüksek tutulmalıdır. Filston, üçüncü boşluk kayıplarının karşılanabilmesi için pratik bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntem gre, karın için inflamatuvar hastalıklarda, karının her bir kadranı için total idame sıvısına %25 eklenmesi sıvı ihtiyacını karşılamaktadır.

Büyük ameliyatlar sırasında, hasta ameliyat süresince 10 cc/kg/saat %5 dekstrozlu Ringer Laktat alınmalıdır. Total kan hacminin %10'unu geçen kanamalarda da, kan transfüzyonuna başlanmalıdır.

Kendisine başkasının kanının verilmesini istemeyen Yehova şehitleri gibi insanlarda pre-operatif dönemde kan alınmalı, hastaya alınan kanın 3 misli kadar ringer laktat verilmeli ve ameliyat sırasında hastanın kendi kanı kullanılmalıdır.

## DEHİDRATASYON

Vücut suları çeşitli nedenlerle kaybedildiğinde, ECF ve ICF hacimlerinin azaldığı ve bu sıvı bölmelerindeki elektrolit konsantrasyonlarının da relatif olarak arttığı görülür. Plazma protein ve elektrolit konsantrasyonundaki bu göreceli artışa bağlı olarak serum ozmolalitesinde artar, böbrek kan akımı (RBF) azalır, oligüri ve üremi ortaya çıkar. Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi ADH salgılanmasının uyarılmasıyla vücutta su tutulmasına çalışılır. Aynı zamanda renin-angiotensin mekanizması da harekete geçer.

Su kayıplarının klinik semptom ve bulguları, susuzluk hissi, akut kilo kaybı, halsizlik, turgor tonus azalması, mukozaların kuruması, taşikardi ve oligüridir. Şiddetli dehidratasyon tedavi edilmediği takdirde, halüsinasyon, delirium ve şokla sonuçlanır.

Dehidratasyonun (DH) bir çok klinik bulgusu yanında, olayın derecesinin tespiti en iyi çocukların tartılmasıyla anlaşılabilir. Dehidratasyon akut olarak kaybedilen vücut ağırlığına göre derecelendirilir. Bebek ve küçük çocuklarda, %5 kilo kaybı hafif DH, %5-10 kilo kaybı orta derecede DH ve %10-15 kilo kaybı da şiddetli DH olarak tanımlanır. Bebeklerin %157'in üzerindeki akut kilo kaybına yol açan dehidratasyonla yaşamaları mümkün değildir. büyük çocuk ve yetişkinlerin ise, total vücut suyu (TBW) ve ECF vücut ağırlıklarının daha küçük bir yüzdesini oluşturduğundan, daha küçük miktardaki sıvı kayıplarıyla dehidratasyona girmeleri mümkündür. Bu yaş gruplarında da, %37'lük bir akut kilo kaybı hafif DH, %6'lık kayıplar orta derecede DH ve %9'lük kayıplar da şiddetli DH olarak kabul edilir.

Kilo kaybı yanında, bazı fizik muayene bulguları da dehidratasyonun derecesinin ve tipinin tespit edilmesinde yardımcıdır. Dehidrate hastaların, ağız mukozaları ve dilleri kurudur, göz küreleri, düşen göz içi basıncı nedeniyle içeri çökmüştür. Turgor tonus azalmıştır. Turgor muayenesi göğüs, karın veya glutea derisinde cilt ve cilt altı dokusu beraberce kavranarak yapılır. Bebeklerde ön fontanelin kabarmışlığı kaybedildiği görülür. Hastanın nabız hızı yüksektir ve güçsüzdür. Şok mevcutsa, hipotansiyon, siyanoz ve periferik dolaşım bozukluğu da vardır (Tablo 4).

Hafif derecedeki DH'da ağız mukozası kurudur. Hasta huzursuzdur. Deri rengi pembedir, Turgor azalmıştır. Hastanın idrar miktarı azalmış (oligüri), dansitesi yükselmiştir. susuzluk hissivardır. Bu kliniğe

**Tablo 4:** Çeşitli tip dehidratasyonlarda klinik bulgular

	İzotonik DH	hipotonik DH	Hipertonik DH
ECF Hacmi	Azalmış (+ +)	Azalmış (+ + +)	Azalmış (+)
ICF Hacmi	Normal	Artmış (+)	Azalmış (8 +)
Deri rengi	Gri	Gri	Gri
Derinin ısısı	Soğuk	Soğuk	Soğuk veya sıcak
Turgor	Azalmış (+)	Azalmış (+ +)	Azalmış (+) veya N
Mukoza	Kuru	Hafif nemli	Çok kuru
Göz küresi	Çökük	Çökük	Çökük
Fontanel	Çökük	Çökük	Çökük
Psşik durum	Letarjik	Koma	İrritable
Nabız	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Kan basıncı	Düşük	Düşük	Düşük

sahip hastaların günlük idame sıvılarına, başlangıçta amprik olarak 25-50 cc/kg ilave edilmelidir.

Orta derecedeki DH'da ise, turgor anında tonus da azalmıştır. Fontanel ve göz küreleri çöktür. Hasta taşikardi, periferik venleri kollabedir. Bu hastaların ateşi de olabilir. Bu grup hastaların günlük idame sıvısına da 50-100 cc/kg eklenmelidir.

Şiddetli DH olan hastanın nabızı hızlı ve zayıftır. Hipotansiyon ve hatta hipovolemik şok mevcuttur. Şuuru bulanıktır. deri soluk veya siyanotiktir. Hasta genellikle hipotermiktir, ancak bazen yüksek ateş ve hatta buna bağlı konvülsiyon da görülebilir. Bunlarda da günlük idame sıvısına 100-150 cc/kg ek yapılmalıdır.

Dehidrate hastalarda kabul edilebilir idrar çıkımı 0.5 cc/kg/saattir. Doku perfüzyonunun yeterli olduğu, ancak 2 cc/kg/saatlik idrar çıkımı elde edildiğinde söylenebilir.

Plezma ozmolalitesinin idamesi esas olarak ECF'deki Na konsantrasyonuna bağlı olduğunda, dehidratasyon, bu iyonun ECF konsantrasyonuna göre 3 tip altında da incelenebilir. Bunun tek istisnası, diabetik ketoasidozdaki hipertonik DH'dur. Diabetik ketoasidozda serum Na konsantrasyonu normal veya düşük olmasına karşılık, yüksek kan şekeri nedeniyle hiperozmolal bir dehidratasyon vardır. Buna göre;

- İzotonik DH (Plazma Na değeri 130-145 mEq/l arasındadır)

- Hipotonik DH (Plazma Na değeri 130 mEq/l nin altındadır)

- Hipertonik DH (Plazma Na değeri 145 mEq/l'nin üstündedir).

İzotonik (izonatremik) DH'da su ve elektrolit kaybı sadece ECF'den oluşmuştur. Bu nedenle ECF ozmolalitesinde bir değişiklik meydana gelmediğinden, ICF'den ECF'ye doğru bir sıvı geçişi olmaz ve kayıplar ECF'ye ait kalır. Hipotonik (hiponatremik) DH'da ise azalan ECF ozmolalitesi nedeniyle, dengenin tekrar kurulması amacıyla ECF'deki suyun bir kısmı ICF'ye geçerek, ECF hacminin biraz daha azalmasına neden olurken, ICF hacminde de artış olur. Hipertonik (hipernatremik) DH'da da artan ECF ozmolalitesi, ICF'den ECF'ye bir miktar suyun geçmesine ve sonuçta hem ECF ve hem de ICF hacminin azalmasına yol açar.

## LABORATUVAR BULGULARI

Dehidrate bir hastada tedaviyi planlamadan önce, plazma elektrolitleri (HCO<sub>3</sub>, Na, Cl, K, Mg ve CA), arteriyel kan pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub> değerleri, BUN, kreatinin, hemoglobin ve hematokrit, idrar dansitesi, tam idrar tetkiki ve EKG çalışılmalıdır. Dehidrate çocukların hemoglobin ve hematokrit değerleri hemokonsantrasyon nedeniyle yükselmiştir. Ancak, daha önce anemisi olan çocuklarda hemoglobin değeri normal bulunabilir. Azalan GFR sonucunda, serum kreatinin ve BUN değerleri yüksektir. BUN ve serum kreatinin seviyelerindeki artışın, primer bir böbrek hastalığına mı, yoksa prerenal hipovolemiye mi bağlı olduğunun anlaşılabilmesinde idrar dansitesi yardımcıdır. dehidratasyona rağmen idrar dansitesinin 1020'nin altında bulunması, daha çok renal bir patolojiyi düşündürmelidir. Buna karşılık böbrek hastalıklarında görülebilecek proteinüri, silendirüri, lökosit veya eritrosit gibi idrar tahlili bulgularının dehidratasyonda da görülebileceği unutulmamalıdır. Bu durum dehidratasyonun tedavisini takiben tekrarlanacak idrar tahlili ile açıklığa kavuşturulmalıdır.

## TEDAVİNİN ANA HATLARI

Dehidratasyon tedavisinde en sık hata rehidratasyon amacıyla kullanılacak sıvının seçiminde yapılır. Doğru bir tedavi planı için, hastanın dehidratasyonunun derecesi ve tipinin baştan belirlenmesi gerekir.

Rehidratasyon tedavisi üç bölüm altında incelenir;

- Birinci evre: Hızlı bir şekilde ECF hacminin artırılarak böbrek ve sistemik dolaşımın normale döndürülmesi.

- İkinci evre: Dolaşımın reorasyonunu takiben bu sefer daha yavaş bir tempoda ECF ve ICF hacimlerinin ve elektrolit konsantrasyonlarının dengesinin sağlanması.

- Üçüncü evre: Ağızdan beslenmeye geçilmesi.

Dehidrate çocuklarda, şok ve hipovolemiye bağlı kardiyak ve renal komplikasyonların önlenmesi amacıyla, ilk anda yapılması gereken işlem plazma hacminin hızlı bir şekilde restore edilmesidir. Çocuklardaki şok bulguları yetişkinlerdeki kadar belirgin olmayabildiğinden, tablonun gözden geçirilmesi mümkündür. Damar içi sıvı miktarının %5'i kaybedildiğinde, kan basıncı vazokonstriksiyonla normal değerlerde tutulabilir. Bu nedenle, hipovolemi ve şoktaki çocuklarda, arteriyel tansiyon değerinden ziyade, cilt ve mukozalardaki solukluk, taşikardi, periferik venlerdeki kollaps ve şuurdaki bulanıklık daha önemli ve güvenilir bulgulardır. İdeal olarak da bu safhada verilecek sıvının damar içinde kalması arzulanır. Buna sağlayacak olan kan ve plazma gibi sıvılar, hazırlanmalarının uzun süre alması ve vericiyle ilgili rutin testler tamamlanmadan kullanılmaları tehlikeli transfüzyon komplikasyonlarına yol açması nedeniyle



pratik değildir. Bu amaçla tercih edilecek en uygun sıvı ringer Laktat veya izotonik NaCl'dür. Bu iki sıvı da ozmolalite ve Na konsantrasyonu açısından plazmaya en yakın değerlere sahiptir. Verilecek sıvının başlangıç dozu hiçbir laboratuvar sonucu beklenmeden 20 cc/kg olmalıdır. Cilt rengi ve kapiller doluş normale dönene kadar sıvı replasmanına hızlı bir şekilde devam edilir. Bu sırada, idrar sonrası da takılarak idrar miktarı da monitorize edilir. Saatlik idrar miktarının en az 1 cc/kg olması sağlanmalıdır. Sıvı replasmanını takiben vital bulguların düzelip sonra tekrar bozulması, kanamanın veya sıvı kaybının devam ettiğini gösterir. İdrar çıkımı sağlandıktan sonra gerekiyorsa kristalloid, kolloid veya kan transfüzyonuna geçilir. K hasta idrar yaptıktan, renal fonksiyonla ilgili laboratuvar sonuçları elde edildikten sonra sıvıya eklenebilir. Böylece hızlı bir şekilde dolaşım restore edildikten sonraki 24 saat içinde sıvı ve elektrolit homeostazı daha yavaş bir tempoyla normale getirilebilir.

Böbrek fonksiyonları normal olan yenidoğanların saatte 2-2.5 ml/kg miktarında ve 250-290 mOs/kg ve idrar yoğunluğunun da 287±7 mOsm/kg olması gerekir. İdrar miktarı ve yoğunluğu hidrasyonun durumu hakkında doğrudan bilgi veren parametrelerdir.

Barsak gangreni veya perforasyonu olan çocuklarda dahi, ameliyat öncesinde sıvı replasmanı yapılacak kadar zaman vardır. Bu yapılmadan ameliyata alınan, kan hacmi azalmış bir çocukta anestetik ilaçların yol açacağı vazodilatasyon ve hipotansiyon tabloyu daha da içinden çıkılmaz hale getirir. Sıvı hacmi yanında kan pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> ve elektrolitlerin takibi ile asitbaz ve elektrolit değerleri de düzeltilmelidir.

Düşük idrar miktarı ile birlikte BUN'in de (kan üre nitrojeni) yüksek bulunması, akut böbrek yetmezliği veya kötü renal perfüzyona bağlı pre-renal azotemiye düşündürür. Böbrek yetmezliğinde hastaya verilecek sıvının kısıtlanması, pre-renal azotemide ise artırılması gerektiğinden, tedavileri birbirinin tam tersi olan bu iki durumun kesin olarak ayırılması gerekir. Bunu sağlamak amacıyla, BUN'i %20 mg'ın üzerinde ve idrar çıkımı 1 ml/kg/saat olan hastalara, önce 1(5-1/2)'lik serum fizyolojik ve %5 dekstroz karışımı sıvı 20 cc/kg7a olarak 1-2 saat içinde hızlı bir şekilde verilir. Bu sıvı replasmanını takiben idrar miktarı artış gösterirse, olayın prerenal olduğu anlaşılır. Sıvı verilmesinin ardından, beklenen idrar artışı olmadığı takdirde 1 gr/kg mannitol veya 2-3 mg/kg furosemide IV verilebilir. Oligüri ısrar ediyorsa, olayın böbrek yetmezliği olduğu kabul edilir. Bunu doğrulamak için de idrar ve serum Na ve kreatinin değerleri çalışılarak fraksiyonel Na atılımı hesaplanır.

$$FrNa = \frac{\text{İdrar/serum Na}}{\text{İdrar/serum Cr}} \times 100$$

Bu değer, %2.5-3 'ten daha yüksek olması akut renal yetmezliğin önemli bir bulgusudur.

### DAMAR YOLU

Özellikle yenidoğan ve süt çocuklarında, ameliyat öncesi ve sonrası bakım sırasında, sıvı replasmanı ve IV tedavilerin yapılabilmesi amacıyla uygun bir damar yolunun temin edilmesi, hekimi hem çok meşgul eden ve hem de yoran bir işlemdir. Çocuklar iğneden korktuklarından, kan alınması veya enjeksiyon yapılması için kendilerine önerilen en iyi niyetli ve en dürüst yaklaşımlardan dahi kaçınırlar.

Venöz kan alımı da, çocuk cerrahisi kliniklerinde sıklıkla başvuru olan bir işlemdir. Çocuklarda kan alma işlemi için antekübital venlerin, IV sıvı verilmesi için de el sırtındaki venlerin kullanılması uygundur.

Geçmişte, kan almak amacıyla sıklıkla femoral ve juguler venler kullanılırdı. Ancak, femoral venden kan alınmasının septik kalça artritine, femoral arter yaralanmasına ve alt ekstremitte gangrenlerine yol açtığı görülmüşü ile bu venin kullanılması terkedilmiştir. Juguler venlerden kan alınmasını takiben de hematoma, kardiyak arrest ve mediastinal kanama görülebilir.

Günümüzde, biyokimyasal analizlerin mikrotekniklerle yapılmaya başlanmış olması ve topuktan alınacak az miktardaki bir kanla ölçümlerin yapılabilmesi bu sorunları azaltmıştır. Daha fazla kanın gerektiği durumlarda ise antekübital veya kafa derisi venleri (scalp ven) kullanılmalıdır. Bu işlem mutlaka iki kişi tarafından yapılmalıdır.

IV sıvılar infüzyon pompasıyla verildiklerinde, sıvının akışı damar duvarı zedelendiğinde de devam edeceğinden, sıvı giriş yerinin üstünün böyle bir durumun farkedilmesi amacıyla açık bırakılması uygundur. IV sıvının damar dışına infiltre olduğu farkedildiğinde, cilt nekrozunu önlemek için derhal sıvı kapatılmalı ve katater yeri değiştirilmelidir.

Şoktaki hastalarda, şişman veya prematüre bebeklerde perkütan tekniklerin ısrarla kullanılmasına devam edilmesi ve bu konuda deneyim kazanılması, bu çocuklarda cut-down yapılma gereksinimini azaltmasına karşılık, her hekimin cut-down yapmasını bilmesi de gereklidir. Cut-down antekübital, üst kolda bazilik ve sefalik, boyunda eksternal ve internal juguler venler, inguinal bölgede femoral ve ayak bileğinde de safen venlerden yapılabilir. Yüzeysel olması ve kolay mobilize edilebilmesi nedeniyle çocuklarda daha sık kullanılan ayak bileğindeki safen venden yapılan cut-down'ın bazı dezavantajları vardır. Bunlardan birisi, bu bölgenin ameliyat ve anestezi sahası dışında kalması nedeniyle sıvının damar dışına infiltre olup olmadığının ve bağlantıların ayrılıp ayrılmadığının anestezi tarafından farkedilmemesidir. İkincisi, travma veya

büyük tümör ameliyatlarında ameliyat sırasında oluşabilecek vena kava inferior yaralanmalarında, alt ekstremiteden yapılacak transfüzyonların dolaşımın restorasyonuna katkısının olmayacağıdır. Üçüncüsü, bu venlerde septik flebit sıklığının daha yüksek olmasıdır. Uzun süreli takiplerde, safen ven cut-down'ı yapılan hastalarda variköz venlerin geliştiği görülmüştür.

Arteriyel cut-down yapılabilecek periferik arterlerin sayısı fazla değildir. Bunlar, radial, ulnar, brakial, dorsal pedis, posterior tibial arter, temporal ve umbilikal arterlerdir. Kullanılabilecek en pratik arter el bileğindeki radial arterdir. Bebeklerde ise, temporal arter kanülasyonunun diğer arterlere göre bazı üstünlükleri vardır. Bunlar, kateterin tespitinin ekstremitelere göre daha kolay olması ve bu bölgelerde oluşacak bir dolaşım bozukluğundan sonuçlarının bir ekstremitedekinden daha az zararlı ve tedavisinin de kolay olmasıdır. Ayrıca arteriyel kan gazlarının hem temporal ve hem de umbilikal arterden monitorizasyonu, hipoksik bir bebekte ne kadar kanın duktus arteriozus yoluyla sağdan sola geçtiğinin anlaşılmasını sağlar. Ancak, temporal arter kanülasyon sonrasında serebral emboli ve infarktüslerin de oluşabileceği unutulmamalıdır.

Arteriyel kataterlerin tıkanmaması için he 100 cc'de 100'ü heparin olan karışımların saplama şeklinde sürekli infüzyonu gereklidir.

Perkütan subklavian ven kateterizasyonunun, miyokard perforasyonu, pnömotorak, hemotoraks, aritmi, hidromediastinum, hidroperikardium, pulmoner ve hava embolileri gibi tehlikeli komplikasyonlara yol açabilme potansiyeline sahip olması nedeniyle çocuklardaki kullanımı diğer infüzyon metodlarının kullanılmasının pratik olmadığı veya imkansız olduğu durumlarla sınırlandırılmalıdır. Cerrah, çocuklarda subklavian katater takmadan önce mutlaka bu işlemi yetişkinlerde denemeli ve belli bir tecrübeyi kazanmalıdır. Gene de 5 kilogramdan daha düşük ağırlıktaki bebeklerde subklavian katater takılmasından kaçınılmalıdır.

İnguinal bölgeden safen venin kataterize edilmesi ile inferior vena kava ve sağ atriuma CVP ölçümü veya santral TPN için ulaşılabilir.

### GÖBEK DAMARLARININ KATETERİZASYONU

Göbek kordonu bağlandığı yerin biraz altından kesildiğinde, kord içindeki Warthon jölesi içinde, umbilikal ven ortada daha geniş çaplı oval bir yapı, bunun iki yanında arterler küçük lüptü noktaları halinde görülür. Hayatın ilk günlerinde, bu damarla Warthon jölesi içinde bulunarak, stile yardımıyla dilate edildikten sonra kataterize edilebilir. 12 güne kadar cut-down'a gerek kalmadan kateterizasyonun yapılabileceği belirtilirse de, üçüncü günden sonra bu işlem oldukça zordur. Göbek kordonu kuruyup düştükten sonra kataterizasyon

yapılması gerektiğinde, vena göbek üstünden artere de göbek altından 0.5-1 cm uzaklıktan yapılacak bir kesi ile cut-down yapılması gerekir. Umbilikal ven içine sokulan katater, inferior vena kava'ya ulaşabilmek için duktus venozus'u ve sol hepatik veni katetmek zorundadır. Bu işlem sırasında bir engelle karşılaşılması, katater ucunun büyük bir olasılıkla portal venin sağ veya sol dallarına girmiş olduğunu gösterir. Bu durumda katater hiçbir şekilde zorlanmamalı, ileri geri hareketlerle engel aşılmalıdır. Katater yerleştirildikten sonra, kanın rahatça enjektöre dolduğu görülmeden sıvı verilmemelidir. Film çekilerek kataterin lokalizasyonu da tespit edilmelidir. kataterin ucunun diaframın 1 cm üzerinde, inferior vena kava içinde olması arzu edilir. Bu kontroller yapılmadığı takdirde, bir pıhtının sağ kalbe, karaciğere veya dalağa itilmesi mümkündür. Umbilikal ven yoluyla hipertonic sıvıların infüzyonu portal vende veya splenik vende tromboza (%3-33), karaciğer apsesine veya karaciğer nekrozuna yol açabilir. Umbilikal ven yoluyla yapılan kan değişimlerini (exchange transfüzyon) takiben ince barsak perfrasyonlarıyla da karşılaşılabilir. Bunun nedeni katater ucunun portal ven içinde kalarak retrograd mezenter ven trombozuna yol açmasıdır. Bu nedenlerle, umbilikal kateterizasyonuna karar verildiğinde, işlemin yarar ve zararının çok iyi değerlendirilmesi gerekir.

Umbilikal arter ve/veya ven kateterizasyonu

- kan değişimi (exchange transfüzyon)
- arteriyel kan gazı, pH ve kan basıncının monitorizasyonu
- santral venöz basınç ölçülmesi
- sıvı replasmanı

gibi amaçlarla yapılabilir. Ancak umbilikal ven, komplikasyonlarının fazlalığı nedeniyle sıvı replasmanı için asla rutin olarak kullanılmamalıdır.

Doğumdan sonraki ilk 24 saat içinde umbilikal arterin de kan gazı, kan basıncı monitorizasyonu amacıyla kataterizasyonu mümkündür. Bu arter aynı zamanda, kardiak kateterizasyon veya anjiyografi amacıyla da kullanılabilir. Önce bir stile yardımıyla dilate edilen umbilikal arter için ekatater sokulduktan sonra, ilk 1-2 cm'de, mesaneye yakın bir yerde karın ön duvarında bir takıntıyla karşılaşılabilir. Umbilikal ve hipogastrik arterlerin birleşim yeri olan bu noktanın, katatere hafif ve devamlı bir basınç uygulanması ve göbek kordonunun yukarı doğru çekilmesiyle aşılması mümkündür. Bu sırada, kataterden %1'lik adrenalinsiz citanest verilmesi, arteriel spazmın çözülmesine yardımcı olur. Katater biraz daha (2 cm ilerletilirse, ucunun aort bifurkasyonuna gelmesi sağlanır. Katater son pozisyonda ucunun diaframın 1 cm üzerinde, duktus arteriozus altında torasik aorta veya renal arter ayrımının altında kalmalı ve bu durum çekilecek filmle saptanmalıdır. Birinci lokalizasyon vazospazm ve tromboembolik

komplikasyonların daha az görülmesi nedeniyle tercih edilmelidir. Kataterin açık kalması için sürekli dilüe heparinli sıvı infüzyonu yapılmalıdır. Kataterden kan aspire edilemiyorsa sıvı vermek yerine kateter biraz geri çekilmelidir. Umbilikal arter kateteri 3 hafta kadar yerinde bırakılabilirse de, sepsis ve trombus olasılığına karşılık işlevini tamamlar tamamlamaz çıkarılmalı ve sürenin 4-5 günü aşmasına asla izin verilmemelidir.

Umbilikal arter kateterizasyonunu takiben alt ekstremitelerde arteriyel spazm (%3-6), renal arter veya aorta trombuslar görülebilir (%3-5). Pıhtının sistemik arterlere karışması da ayak parmaklarında embolik hadiselerle yol açabilir. Diğer komplikasyonlar, kanama, barsak perforasyonu, enfeksiyon ve sepsistir.

*Dr. A. Can BAŞAKLAR*

*Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Pediatrik Cerrahi Anabilim dalı  
ANKARA*

#### KAYNAKLAR

- Al-Dahhan J, Haycock GB, Chantler C et al.: Sodium homeostasis in term and preterm neonates: I. Renal aspects. Arch Dis Child 58:335-338,1983.
- Aperia A, Broberger O, Elinder G et al.: Postnatal development of renal function in preterm and fullterm infants. Acta Paediatr Scand 70:183-187,1981.
- Aperia A, Broberger O, Herin P et al.: Postnatal control of water and electrolyte homeostasis in preterm and full-term infants. Acta Paediatr Scand 305 (Suppl): 61-65,1983.
- Aperia A, Zetterstrom R: Renal control of fluid homeostasis in the newborn infant. Clin Perinatol 9:535-540,1982.
- Arant BS Jr: Fluid therapy in the neonate: Concepts in transition. J Paediatr 101:387-391.
- Baumgart S: Radiant energy and insensible water loss in the premature newborn infant nursed under radiant warmer. Clin Perinatol: 483, 1982.
- Baumgart S: Reduction of oxygen consumption, insensible water loss and radiant heat demand with the use of a plastic blanket for low-birth weight infants under radiant warmers. Pediatrics 74:1022,1984.
- Baumgart S, Langman CB, Sosulski R et al: Fluid, electrolyte and glucose maintenance in the very low birth weight infant. Clin Paediatr 21:199,1982.
- Başaklar AC: Çocuklarda sıvı ve elektrolit homeostazi ve bozuklukları. Çocuklarda travma ve akut karın, Başaklar AC (ed), Palme Yayınevi, Ankara, 1994,pp.41-78.
- Başaklar AC: Yenidoğanın cerrahi açıdan değerlendirilmesi. Yenidoğanın Cerrahi Hastalıkları, Başaklar AC (ed), Palme Yayınevi, Ankara, 1994, pp. 15-24.
- Başaklar AC: Sıvı ve elektrolitler- Fizyoloji ve Patofizyoloji- Barış Kitabevi, İstanbul, 1994 (Çeviri: Cogan MG: Fluid and electrolytes. First edition, PrenticeHall International, Inc, USA, 1991.)
- Bell EF, Gray JC, Weinstein MR: The effects of thermal environment on heat balance and insensible water loss in low birth weight infants. J Paediatr 96: 452-455,1980.
- Berry PL and Belsha CW: Hyponatremia. Paediatr Clin North Am 37(2):351372,1990.
- Boineau FG and Lewy JE: Estimation of parenteral fluid requirements. Paediatr Clin North Am 37(2): 257264,1990.
- Booker PD and Bush GH: Neonatal physiology and its effect on pre-and postoperative management. In Lister J and Irving IM (eds) "Neonatal Surgery" Third edition, London, Butterworth & Co Ltd, 1990, pp.18-27.
- Brem AS: Disorders of potassium homeostasis. Paediatr Clin North Am. 37(2):419427,1990.
- Conley SB: Hyponatremia. Paediatr Clin N Am 37(2):365372,1990.
- Costarino A, Baumgart S: Modern fluid and electrolyte management of the critically ill premature infant. Paediatr Clin North Am 33:153,1986.
- Donovan EF: Perioperative care of the surgical neonate. Surg Clin N Am 65(5):1061-1081,1985.
- Doyle LW, Sinclair JC: Insensible water loss in newborn infants. Clin Perinatol 9:453,1982.
- El-dahr SS and Chevalier RL: Special needs of the newborn infant in fluid therapy. Paediatr Clin North Am 37(2):323-336,1990.
- Friis-Hansen B: Water distribution in the fetus and newborn infant. Acta Paediatr Scand 35 (Suppl):7,1983.
- Friis-Hansen BJ: Body water compartments in children: Changes during growth and related changes in body composition. Pediatrics 28:107,1963.
- Guignard JP: Renal function in the newborn infant. Paediatr Clin North Am 29:777,1982.
- Hill LL: Body composition, normal electrolyte concentrations and the maintenance of normal volume, tonicity and acidbase metabolism. Paediatr Clin North Am 37(2)B: 241-256,1990.
- Kallen RJ and Lonergan JM: Fluid resuscitation of acute hypovolemic hypoperfusion states in pediatrics. Paediatr Clin North Am 37(2):287-294,1990.
- Lattanzi WE and Siegel NJ: A practical guide to fluid and electrolyte therapy. Curr Probl Paediatr 16:1,1986.
- Nash MA: The management of fluid and electrolyte disorders in the neonate. Clin Perinatol 8:251, 1981.
- Raffensperger JG: Fluid and electrolytes. In Raffensperger JG (eds) "Swenson's Pediatric Surgery" Fifth Edition, Connecticut, Appleton & Large, 1990, pp.7379.
- Rowe MI: Fluid and electrolyte management. In Weich KJ, Randolph JG, Ravitch MM; O'Neill JA and Rowe (eds): Pediatric Surgery, Chicago, Year Book Medical Publishers, Inc., 1986, pp.2230.