

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**ÇOCUKLARDA İNTRAOPERATİF SIVI TEDAVİSİNİN
POSTOPERATİF ELEKTROLİT SEVİYELERİNE
ETKİLERİNİN RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Betül AKAYCAN

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.**

Ankara

2015

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

ÇOCUKLARDA İNTRAOPERATİF SIVI TEDAVİSİNİN
POSTOPERATİF ELEKTROLİT SEVİYELERİNE
ETKİLERİNİN RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Betül AKAYCAN

UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Tez Danışmanı:
Prof. Dr. M. Turgay ÖCAL

Ankara
2015

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince mesleğimizin temel ilkelerini yorulmadan ve yılmadan öğreten, bize aile ortamı sıcaklığında, dayanışma, anlayış, hoşgörü ve huzurlu çalışma şartları sağlayan, gerek hoca gerekse anaç yönü ile bizi kucaklayan, engin tecrübelerine her zaman değer verdiğim değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ülkü Aypar'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca modern anestezi uygulamalarını öğreten, araştırma için teşvik eden, rotasyonlarım sırasında tecrübelerinden daima faydalandığım, birer abla-abi edasıyla anlayışlarını hiçbir zaman esirgemeyen hocalarım, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı tüm Öğretim üyelerine,

Tezimin oluşma aşamasında yaşadığım her zorlukta sonsuz sabır ile yardımını esirgemeyen, akademik ve manevi desteğini daima yanımda hissettiğim, birlikte çalışmaktan onur duyduğum Tez Danışmanım sevgili hocam Sayın Prof. Dr. M. Turgay Öcal'a,

Tüm ihtisasım boyunca çalışma ortamında ve dışında birlikte olmaktan çok zevk aldığım, en yoğun çalıştığımız günlerde dahi desteklerini hissettiğim, çalışma arkadaşından çok kardeş gördüğüm Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'ndaki tüm asistan arkadaşlarıma,

Zor bir çalışma ortamı olan ameliyathaneyi güzelleştiren ve anlam katan tüm anestezi tekniker ve teknisyenlerine, tüm ameliyathane çalışanlarına,

Hayat görüşümün şekillenmesinde büyük emeği olan, hayatın engbelerine rağmen hep doğru yolda olmayı öğreten ve beni her koşulda destekleyen canımın içi babama,

Doğduğum günden bu yana tüm huysuzluklarıma katlanan, yaşadığım bütün streslerin ve zorlukların ağılama duvarı, neşe kaynağım minnoş anneme,

Bir insanı sevmenin sınırları olmadığını kendisini tanıyınca öğrendiğim, hayat arkadaşım, canım, bitanecik eşime,

Ailemize yeni katılan, hayatımıza renk katan, yaşam sebebim, minik kuşum, küçük kızım Elif'ime,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Betül, A. Çocuklarda İntraoperatif Sıvı Tedavisinin Postoperatif Elektrolit Seviyelerine Etkilerinin Retrospektif Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Ankara, 2015. Çocuklarda yeterli miktarda ve uygun kompozisyonda sıvı verilmemesi vücut kompartmanlarında volüm ve elektrolit değişikliklerine neden olarak morbidite ve mortalite riskini artırır. Perioperatif kristaliod, kolloid ve kan transfüzyonunun amacı kayıpların yerine konulması ve yeterli doku perfüzyonunu sağlayacak kardiovasküler stabilitenin korunmasıdır. Bu çalışmanın amacı; intraoperatif olarak kullanılan parenteral sıvıların postoperatif serum sodyum, potasyum, klor ve glukoz değerlerinde yaptıkları değişikliklerin araştırılmasıdır. Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Çocuk Cerrahisi Bölümünde 2010 ocak ayı ile 2013 kasım ayları arasında laparotomi yapılan, cerrahi süre 1 saatten fazla olan, 1 ile 18 yaş arası çocukların dosyaları ve anestezi raporları retrospektif olarak taranmıştır. Kan sodyum, potasyum, klor veya glukoz değerlerinden herhangi birine veya hepsine cerrahi öncesi, cerrahi sonrası ilk 24 saat veya her iki durumda da bakılmayan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Olguların yaşı (yıl), cinsiyeti, vücut ağırlığı (kg), ek hastalık olup olmadığı, var ise ek hastalığın ne olduğu, cerrahi tipi, cerrahi süresi, peroperatif kullanılan sıvı türü (SF, İsolYTE-S[®], SF+%5 Dekstroz karışımı, HES(130/0,4), Gelofusin, Taze Donmuş Plazma, Eritrosit süspansiyonu), preoperatif ve postoperatif plazma sodyum, potasyum, klor ve glukoz değerleri not edilmiştir. Toplamda 144 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Üç hastanın Na⁺ değerleri dışında tüm hastalarda preoperatif ve postoperatif kan glukoz ve elektrolit değerleri istatistiksel olarak anlamlı azalma ve/veya artış olan değerler de dahil normal sınırlar içinde bulunmuştur. Çocuklarda intraoperatif sıvı yönetiminde 100 ml SF içinde 20 ml % 5 dekstroz karıştırılarak hazırlanan sıvının intraoperatif verilmesinin kan glukoz düzeyinde değişiklik yapmadığı, hipoglisemi riski olan hastalarda güvenle kullanılabileceği, kristaloidlerin; kolloidlerle ve kan ürünleri ile birlikte gereksinimlere göre kullanılmasının kan elektrolit ve glukoz düzeyinde preoperatif değerlere göre değişiklik yapmayacağı sonuçlarına varılmıştır. Türkiye’de, çocuklarda intraoperatif kullanım için kullanıma hazır, hipo-hiperglisemi ve hiponatremiye neden olmayan düşük konsantrasyonda dekstroz içeren izotonik sıvıların piyasaya sunulması önerilir.

ABSTRACT

Betül A. Retrospective Evaluation of Intraoperative fluid treatment effects on Postoperative Electrolyte Levels in Children. Hacettepe University Faculty of Medicine, Anaesthesiology and Reanimation Department, Master Thesis, Ankara, 2015. In children, if it is not given sufficient and suitable compositions of fluid, it will cause changes at volume and electrolyte in body compartments and it will increase the risk of morbidity and mortality. The purpose of perioperative crystalloid, colloid and blood transfusion is to replace the lost and to ensure the protection of adequate tissue perfusion and cardiovascular stability. The purpose of this study is to investigate the postoperative serum sodium, potassium, chloride and glucose value changes made by intraoperative parenteral fluid therapy. In this study, we reviewed the files and anesthetic reports of the children between the age of 1 and 18 ages that are undergoing laparotomy longer than 1 hour, at Hacettepe University Hospital Pediatric Surgery department, from 2010 January to 2013 November retrospectively. The patients, that one or all of the blood sodium, potassium, chloride or glucose levels are not evaluated at preoperatively or the first 24 hours after surgery or both, are not considered in this study. Age (year), gender, body weight (kg) of patients, additional disease, type of surgery, duration of surgery, type of peroperative fluids that are used (SF, İsolYTE-S®, SF+%5 Dextrose mixture, HES(130/0,4), Gelofusine, Fresh Frozen Plasma, Erythrocyte Suspension), preoperative and postoperative plasma sodium, potassium, chloride and glucose values are noted. 144 patients were enrolled in the study. All values of patients, including that preoperative and postoperative blood glucose and electrolytes, are statistically significant within the normal range except sodium levels of three patients. We found following results: In intraoperative fluid management of children, the mixture of 100 ml SF and 20 ml % 5 dextrose does not change blood glucose levels and it can be used safely in patients at the risk of hypoglycaemia; usage of crystalloids with colloids and blood products when needed, do not change blood elektolytes and glucose levels compared with preoperative values. It is recommended to release ready to use isotonic fluids including low concentration of dextrose, that do not cause hypo-hyperglycemia or hyponatremia, for intraoperative use at children in Turkey.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	vii
TABLolar	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. TANIMLAR	2
2.2. VÜCUT SIVI KOMPARTİMANLARI.....	2
2.2.1. Total Vücut Suyu (TVS).....	2
2.2.2. Ekstrasellüler Sıvı (ESS).....	3
2.2.3. İntrasellüler sıvı (İSS)	4
2.3. YENİDOĞANLARDA BÖBREK FONKSİYONU	4
2.4. PERİOPERATİF SIVI TEDAVİSİ.....	5
2.4.1. İdame (Bazal=Günlük) Sıvı Tedavisi	6
2.4.2. Preoperatif Kayıpların (Defisit) Tedavisi.....	9
2.4.3. Devam Eden Kayıpların (Replasman) Tedavisi.....	12
2.4.4. Perioperatif Sıvı Tedavisinin İzlemi ve Değerlendirilmesi.....	15
2.5. GLUKOZ DENGESİ BOZUKLUKLARI VE TEDAVİSİ	17
2.5.1. Hipoglisemi	17
2.5.2. Hiperglisemi.....	18
2.6. ELEKTROLİT DENGESİ BOZUKLUKLARI VE TEDAVİSİ	20
2.6.1. Sodyum	20
2.6.2. Potasyum.....	21
2.7. PARENTERAL SIVILAR.....	24
2.7.1. Kristalloid Sıvılar	24
2.7.2. Kolloid Sıvılar	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	28
4. BULGULAR.....	30
5. TARTIŞMA	40
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	44
7. KAYNAKLAR	45

KISALTMALAR

ADH	Antidiüretik Hormon
ANP	Atriyal Natriüretik Peptit
ARDS	Akut Respiratuar Distres Sendromu
BOS	Beyin Omurilik Sıvısı
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
ESS	Ekstrasellüler Sıvı
FM	Fizik Muayene
GFH	Glomerüler Filtrasyon Hızı
Hb	Hemoglobin
HES	Hydroxyethyl Starch
Htc	Hematokrit
INR	International Normolized Rate
IPPV	Intermittent Positive Pressure Ventilation
İSS	Intrasellüler Sıvı
İV	Intravenöz
KEKK	Kabul Edilebilir Kan Kaybı
NHtc	Kabul Edilebilir En Düşük Hematokrit Değeri
OrtHtc	Ortalama Hematokrit Değeri
ÖHtc	Ölçülen Hematokrit Değeri
PDA	Patent Duktus Arteriyozus
RAAS	Renin Anjiyotensin Aldosteron Sistemi
RL	Ringer Laktat
SF	Serum Fizyolojik
TDP	Taze Donmuş Plazma
TKV	Tahmini Kan Volümü
TUR	Trans Üretral Rezeksiyon
TVS	Total Vücut Suyu
VA	Vücut Ağırlığı

TABLÖLAR

Tablo 2.1. Güncel Açlık Süresi Önerisi.....	11
Tablo 2.2. Hiperkalemi Tedavisi İçin Kullanılan İlaçlar.....	23
Tablo 4.1. Kadın-Erkek yüzdesi.....	30
Tablo 4.2. Ek Hastalık Yüzdesi.....	30
Tablo 4.3. Saptanan Ek Hastalıklar.....	31
Tablo 4.4. Yaş, vücut ağırlığı ve cerrahi süresi değerleri.....	31
Tablo 4.5. Uygulanan cerrahi tipleri.....	32
Tablo 4.6. Sıvı tipleri ve kullanılma yüzdeleri.....	33
Tablo 4.7. Kullanılan kristaloid solüsyona göre pre ve postoperatif glukoz ve elektrolit değerlerinin analizi.....	35
Tablo 4.8. Kristaloid solüsyon ve kristaloid+kolloid solüsyon alan hastaların gruplandırılması, hasta sayı ve yüzdeleri.....	36
Tablo 4.9. Kullanılan sıvı çeşitliliği açısından hastaların gruplandırılması, hasta sayı ve yüzdeleri.....	36
Tablo 4.10. Kullanılan sıvı çeşitliliğine göre pre ve postoperatif glukoz ve elektrolit değerlerinin analizi.....	37
Tablo 4.11. Uygulanan cerrahi açısından hastaların gruplandırılması, hasta sayı ve yüzdeleri.....	38
Tablo 4.12. Uygulanan cerrahiye göre pre ve postoperatif glukoz ve elektrolit değerlerinin analizi.....	39

1. GİRİŞ

Çocuklarda perioperatif sıvı yönetimi; farmakolojik ve fizyolojik özellikleri ve cerrahi sırasında su-elektrolit gereksinimlerinin her an değişmesi nedeniyle hem cerrahi hem de anestezi ekibi için zordur [1]. Çocuklarda yeterli miktarda ve uygun kompozisyonda sıvı verilmemesi vücut kompartmanlarında volüm ve elektrolit değişikliklerine neden olarak morbidite ve mortalite riskini artırır.

Çocuklarda kabul gören intraoperatif sıvı yönetiminde; Holliday ve Segar tarafından tanımlanan ve “4/2/1” kuralına göre günlük su-elektrolit ve kalori gereksinimlerinin karşılanması, önceden bulunan kayıpların ve devam eden cerrahi kayıpların yerine konması şeklindedir [1]. Ancak günlük gereksinimler için önerilen hipotonik sıvıların infüzyonlarına bağlı hiponatremik ensefalopati bildirilmesi, yenidoğan bebeklerde, total parenteral nütrisyon ile beslenen ve endokrin hastalığı olan çocuklarda hipoglisemi riski bulunması gibi nedenlerle verilecek ideal sıvı içeriği ve volümü ile ilgili tartışmalar günümüzde halen devam etmektedir.

Perioperatif kristaliod, kolloid ve kan transfüzyonunun amacı kayıpların yerine konulması ve yeterli doku perfüzyonunu sağlayacak kardiovasküler stabilitenin korunmasıdır [2]. Çocuklarda intraoperatif sıvı tedavisinde serum fizyolojik (SF) ve dengeli tuz solüsyonları yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak SF ile uzun süreli replasman yapılması dilüsyonel asidoz veya hiperkloremik asidoza, Ringer Laktat gibi dengeli tuz solüsyonlarının yüksek volümlerde verilmesi serum ozmolalitesinin azalmasına sebep olabilir Anestezi ve cerrahi esnasındaki uygun olmayan glukoz yönetimi, istenilmeyen hipo veya hiperglisemiye neden olabilir [3].

Bu çalışmanın amacı; 2010 ocak ayı ile 2013 kasım ayları arasında Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Çocuk Cerrahisi Bölümünde laparotomi yapılan ve cerrahi süre 1 saatten uzun olan, 1 ile 18 yaş arası çocuk hastaların dosyalarının retrospektif olarak incelenerek, intraoperatif olarak kullanılan parenteral sıvıların postoperatif serum sodyum, potasyum, klor ve glukoz değerlerinde yaptıkları değişikliklerin araştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TANIMLAR

Çocuklarda, özellikle prematür ve term yenidoğanlarda vücut su içeriğinin ve dağılımının farklı olması, renal ve kardiyovasküler sistemin gelişmekte olması, yağ dokusunun yetersizliği, vücut yüzeylerinin geniş olması su, elektrolit ve kalori gereksinimini etkileyen en önemli faktörlerdir [4]. Bu farklılıklar nedeniyle özellikle pre ve term yenidoğan bebeklerin parenteral sıvı tedavisinin büyük çocuklara ve erişkinlere göre daha dikkatli yapılması gerekir.

Anestezi ve cerrahi stres ile vücut sıvı dengesinin değişmesinin anlaşılabilmesi için sıvı elektrolit dengesi ile ilgili bazı kavramların bilinmesi gerekir.

İzotonik Solüsyon: Hücre içinde veya dışında herhangi bir harekete neden olmayan sıvıya denir. Hücre membranının her iki yanında eşit ozmolaritede olan sıvılardır. [5]

Ozmolarite: Bir ünite solüsyondaki partiküllerin sayısıdır. “mOsm/L” olarak ifade edilir. Plasma ozmolaritesi 290 mOsm/L’dir ve

$$\text{Ozmolarite (mOsm/L)} = \text{Plazma (Na}^+) \times 2 + 10$$

formülü ile hesaplanır. Fötal hayat boyunca hücre içindeki ve çevresindeki sıvıların ozmolaritesi 280-290 mOsm/L’dir ve sabit kalır. Kompartmanlar arasında bir ozmotik dengesizlik olursa, su ve elektrolitler bu dengesizliği düzeltmek için kompartmanlar arasında hızla tekrar dağılacaktır. [5]

2.2. VÜCUT SIVI KOMPARTIMANLARI

2.2.1 Total Vücut Suyu (TVS)

Total vücut suyu (TVS); ekstra ve intrasellüler sıvı olmak üzere ikiye ayrılır. TVS volümü büyüme ile azalır. İntrauterin 3. ayda vücut ağırlığının % 94’ü, 5. ayda %85’i, 28. haftada %80’i iken, term bebekte %75-80 kadardır. Term ve preterm bebekler doğduklarında su yüklüdürler. Bu suyun birazını hayatlarının ilk birkaç

gününde kaybederler ve hayatın ilk 3 gününde olan bu kayıplar fizyolojiktir ve replase edilmez. TVS, ilk haftada % 4-5 azalır ve bu erken dönem ağırlık kaybı olarak yansır ve büyüme ile yavaş yavaş azalarak 1 yaşta % 70'e, erişkinde yaklaşık % 55-60'a kadar düşer. Su, ekstrasellüler mesafeden hücrelere doğru yer değiştirirken vücudun yağ içeriği % 30 kadar artar. [5-7]

2.2.2. Ekstrasellüler Sıvı (ESS)

Hücrelerin dışında yer alan tüm sıvıyı ifade eder. Hücreler ekstrasellüler sıvı (ESS) tarafından askıda tutulur, desteklenir ve beslenerek geliştirilirler. [5]

ESS; a)Fonksiyonel; Plasma ve İntersitisyel sıvı, b)Non fonksiyonel; Transsellüler sıvı olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. [5]

ESS volümü, TVS'na paralel olarak düşer. Gebeliğin ilk 5 ayında vücut ağırlığının % 60'ı, term bebekte % 40'ı, bir yaşta % 25'i, erişkinde ise % 20'si kadardır. ESS'daki bu azalma, sıvı girişindeki büyük değişikliklerle başılır. Preterm bebekte fötal hayattan ekstrauterin hayata geçiş kesintiye uğradığı için, aşırı sıvı girişini tolere edemez. PDA insidansı, sol ventrikül yetmezliği, solunum sıkıntısı ve nekrotizan enterokolitis insidansı artar. [4-6]

İntersitisyel sıvı kompartmanı jelatinöz matriks yapıdadır. Plazma volümü arttığında vasküler mesafe dışına çıkan sıvının hızla depolanmasını sağlar. Plazma volümü azaldığında ise intersitisyel sıvı vasküler mesafeye şift yapar. [5, 8]

Transsellüler sıvı; hücrelerden ve ekstrasellüler kompartmandan transport olan sıvıdır ve "işe yaramaz sıvı" olarak tanımlanır. Normalde vücut ağırlığının % 1-3'ü kadardır. BOS, plevra, periton ve sinovya sıvıları, sindirim salgıları, ter, intraoküler sıvı, idrar, gayta, eksüda ve transüdayı kapsar. İntestinal obstrüksiyon, ishal, kusma, asit gibi durumlarda transsellüler sıvı oranı % 4-5'e çıkabilir. [5, 7]

2.2.3. İntrasellüler sıvı (İSS)

ESS dışındaki TVS, intrasellüler sıvı (İSS)'dir ve izotoniktir [5]. İSS, gebeliğin ilk 5 ayında vücut ağırlığının % 25'i kadardır. Büyüme ve hücre sayısında artma ile term yenidoğanda % 33'e, erişkinde % 40'a ulaşır. [4]

2.3. YENİDOĞANLARDA BÖBREK FONKSİYONU

Böbrekler; endogenez (üre, kreatinin, sülfat, fosfat) ve ekzogenez (farmakolojik ajanlar) metabolitlerin atılımını, vücut sıvı volümünün ve kompozisyonunun korunmasını sağlarlar. Bu nedenle sıvı-elektrolit dengesinde önemli rolleri vardır. [5, 9]

Vücut sıvılarının postnatal şifli temel olarak böbrekten su regülasyonu ve sodyum atılması ile olmaktadır. Suyun renal tutulumu glomürüler filtrasyon ve tübüler fonksiyon ile ilgilidir. Yenidoğan bebekte böbrekler hem anatomik hem de fizyolojik olarak gelişimini tamamlamamıştır. Glomürüler filtrasyon hızı (GFH), term bebekte 20-25 ml/dk/1.73 m²'dir ve erişkinin %25'i kadardır. Özellikle glomürüler tübüler yetersizlik önemlidir. İki yıl içinde erişkin düzeyine ulaşır (Tablo 1.3). [4, 9]

İdrar volümü ve konsantrasyonu; hidrasyon durumunu, osmolar yükü, renal fonksiyonu tanımlar. Yenidoğan bebeklerde böbreklerin konsantrasyon ve dilüsyon yetenekleri nitelik ve nicelik açısından normalin altındadır. Tüm yenidoğan term ve preterm bebekler; düşük GFH'a rağmen, düşük konsantrasyon kapasitesinin pozitif etkisi ile aşırı su kısıtlanmasını ve yüklenmesini göreceli olarak tolere edebilirler ve uygun renal cevap verirler. Uygun renal cevap, hipovolemik hastada küçük volümde konsantre idrar atılımı, hipervolemik hastada büyük volümde dilüe idrar atılmasıdır. Tersisi uygun olmayan cevaptır. Yenidoğan böbreği; su kısıtlamasında (30-50 mOsm/L solid yükü ile) idrarı 750-800 mOsm/kg'a (erişkinde max. 1200 mOsm/kg) kadar konsantre edebilir ve 40 ml/gün (0.5-1 ml/kg/saat) idrar çıkarır. Bunda yenidoğan bebekte GFH düşüklüğü ve dolaşımdaki antidiüretik hormon (ADH) fazlalığı rol oynar. Su yüklenmesinden sonrada bebek oldukça dilüe idrar (30-50 mOsm/kg) atabilir. Buna karşılık erişkin idrarı en fazla 70-100 mOsm/kg'a kadar

dilüe edebilir. Osmolar yük; endogenez (metabolik yan ürünler ve elektrolitler), eksogenez solitler, oral ve parenteral yolla giren solitlerdir. Osmolar yükün atılması için böbrekte yeterli volümde su bulunması gerekir. [6, 10]

ESS osmolaritesinin regülasyonu ADH ve vasopressin salınımı ile düzenlenir. Her iki hormonda, toplayıcı tübülüslerin su permeabilitesini artırır ve yenidoğan bebeğin susuzluğunu indükler. ADH salınımı; ESS volümünün artması, ağırlık kaybının % 10'dan fazla olması, intravasküler volümün artması ile stimüle olur. Yenidoğan bebekte, ADH salınımı kapasitesi tam olarak gelişmiştir. Fakat böbrek toplayıcı tübülüsleri ADH'ya daha az duyarlıdır. [6, 10]

GFH, tübüler fonksiyonun yetersiz olması nedeniyle sodyum, glukoz ve diğer ürünler için tübüler reabsorbsiyon sınırını aşar. Kan glukoz düzeyi 150 mg/dl'yi aşınca glukoz reabsorbsiyonu yetersiz kalır, glukozüri ve ozmotik diürez ile sonuçlanabilir. Fötüs böbreği “fraksiyone sodyum atılması” adı verilen sodyum çıkarır. Bu 13-18 haftalık fötüste %13, 13-26 haftalık fötüste %5, term yenidoğan bebekte %3.5 kadardır. Prematür bebekler (<33 hafta), hiponatremide bile sodyumu reabsorbe edemezler, sonuçta negatif sodyum dengesine doğru giderler. [4, 6]

Renin-Angiotensin-Aldosteron sistemi (RAAS) normaldir. Fakat tübüler gelişim yetersiz olduğu için cevap yetersizdir. Atrial natriüretik peptit (ANP) atriumlardan salgılanır ve sodyum ve su dengesinde rol oynar. Prematür ve term bebeklerde sodyum ve su dengesinde ANP'nin rolü bilinmiyor. Fakat EES volümünün azalmasında (%40'dan %20'ye) etken olduğu düşünülüyor.

Bebekler böbrek fonksiyonlarının yetersizliği nedeniyle su-tuz yüklenmesini ve kısıtlanmasını tolere edemezler. [6]

2.4. PERİOPERATİF SIVI TEDAVİSİ

Cerrahi sırasında en sık rastlanan anormallik ekstrasellüler volüm değişiklikleri olup sıvının vücut dışına kaybı veya vücut içinde fonksiyon görmeyen alanlara dağılımı sonucu olur. Perioperatif sıvı tedavisinde temel amaç, uygun intravasküler volümün ve önyükün idamesi ile kardiyovasküler fonksiyonu stabil tutmak, renal fonksiyonun idamesinin sağlamak, akciğer ödeminden kaçınmak,

splanknik ve hepatik dolaşım yetersizliğini minimale indirmek ve gastrointestinal sistem bütünlüğünü sağlamak olmalıdır.[6, 11]

Sıvı yönetiminin temelinde, hastanın hidrasyon durumu ve o andaki volümünün doğru değerlendirilmesi gerekir. Bunlar göz önüne alınarak perioperatif sıvı tedavisi pratik uygulamada aşağıdaki şekilde düzenlenebilir [9, 11]:

1. İdame (günlük=bazal) gereksinimlerinin karşılanması,
2. Defisit (preoperatif kayıpların) tedavisi,
 - a. Dehidratasyon tedavisi
 - b. Açlık periyodunun replasmanı
3. Replasman (cerrahi girişime bağlı kayıpların) tedavisi
 - a. Üçüncü mesafe kayıplarının replasmanı
 - b. Kan replasmanı

2.4.1. İdame (Bazal=Günlük) Sıvı Tedavisi

İdame sıvı tedavisi; normal su ve elektrolit kayıplarının yerine konmasıdır. İdame sıvıları, günlük su ve elektrolit dengesini minimal renal kompensasyon ile idame ettirirler. İdame sıvılar ayrıca günlük kalori gereksiniminin %20'sini de sağlamalıdır.[7]

2.4.1.1. Günlük sıvı-elektrolit ve kalori gereksinimleri

Sağlıklı organizmada sıvı alınımlı ve kaybı denge halindedir. Günlük idame (bazal) sıvı tedavisi “sıfır denge” kuralına dayanır. Günlük su kaybı hesaplanırken normal yollardan olan kayıplar hesaplanmalıdır. Bu kayıplar; idrar, gayta, büyüme ve farkedilmeyen (cilt ve solunum yolundan) kayıplardır. İdrar kaybı; solit yüküne ve sıvı girişine bağlıdır. Normal şartlarda yenidoğan bir bebek ortalama 30 mOsm/L solit yükü ile 60-80 ml/kg/gün idrar çıkarır. Gayta ile su kaybı bebeklerde normal sıvı kaybının % 6'sını oluşturur. Günlük gayta ile olan kayıp 0.5-5 ml/kg/gün'dür.[7]

İnsensibil (farkedilmeyen) kayıplar akciğerlerden ve ciltten buharlaşma ile olan kayıplardır. Metabolik olaylar sonucunda açığa çıkan ısınn harcanması sırasında olan su kaybıdır. Normal şartlarda 0.56 Kkal için 1 ml su buharlaşır. Bu

suyun 1/4'ü akciğerlerden, kalanı ciltten olur. Cilt ile olan insensibil kayıp 30 ml/kg/gün, akciğerlerden 10-15 ml/kg/gün olmak üzere toplam 40-45 ml/kg/gündür. Prematür bebeklerde cilt yüzey alanları rölatif olarak geniş ve cilt altı yağ dokusu az olduğu için buharlaşma ile sıvı kayıpları daha fazladır. Prematür bebeklerde ısıtıcılar ile olan kayıp 0.5 kat daha fazladır.[7]

Ciltten ter ile olan su kaybı 1/3 SF'e benzer. Solunum ile olan kayıp sadece sudur ve elektrolit içermez. İdame tedavisi için gerekli sıvı volümü, buharlaşma (insensibil) ve idrar kayıplarını içerir.[7]

Anestezik ajanlar günlük su-elektrolit dengesini doğrudan değiştirmezler. Genel anestezikler; periferik vasküler rezistansta azalma, miyokardiyal depresyon, periferik vazodilatasyon ve venöz göllenme ile hipotansiyona yol açarak interstisyumdan intravasküler sahaya sıvı şiftine neden olurlar.[11] Bunu önlemek için, özellikle hipotansif bebeklerde, idame sıvılarını fazla vermek gerekebilir.

Anestezi sırasında kapalı veya yarı kapalı solunum devrelerinde kuru ve soğuk gazların kullanılması ile alveollerden geri dönüş sırasında buharlaşma ile su kaybı olur. Bu kayıp hiperventilasyonla artar. Anestezi devresine bir nebülizatör yerleştirilip bu kayıp ölçüldüğünde %100 nemlendirme ile bu kaybın 1-2 ml/kg/saat azaldığı bulunmuştur.[6] Genel anestezi sırasında solunum devrelerinden olan bu kaybın miktarı çok az olmakla birlikte prematür bebekler için önemli olabilir.

Günlük sıvı kaybını artıran veya metabolik hızı değiştiren olaylar günlük gereksinimi artırabilir. Ateş, radyant ısıtıcılar, glukozüri, poliüri, ishal gibi durumlarda normal su kayıpları artar. Düşük vücut ısısı, yüksek nemlilikteki hava ve gazlar, transparant termal battaniye, renal oligüri, pozitif basınçlı ventilasyonda normal su kayıpları azalır. [6]

İdame tedavisi süresince, idrar osmolaritesi 280-300 mOsm/kg su, dansitesi 1008-1015 olması beklenir. Bazı durumlarda (Diabetes insipidus, preterm bebek) daha dilüe idrar üretimi artmıştır ve idame sıvı volümü artırılmalıdır. Hastanın idrar osmolaritesini 300 mOsm/kg su'ya azaltamadığı diğer durumlarda (aşırı ADH salınımı, fizyolojik stres) idame sıvı volümü azaltılmalıdır.[6]

2.4.1.2. Günlük Su Gereksinimi Hesaplanması

Hem çocukların hemde erişkin hastaların günlük gereksinimleri hesaplanırken yaş, ağırlık, yüzey alanı, kalorik harcama gibi değişik hesaplamalar uygulanır. Vücut ağırlığının ölçülmesi ve hesaplamanın buna göre yapılması daha kolaydır. Yaygın olarak kullanılan basitleştirilmiş formüle günlük gereksinimler saatlik olarak hesaplanır. Buna göre;

- 0-10 kg 4 ml/kg/saat
- 10-20 kg $40+2$ ml/kg/saat
- >20 kg $60+1$ ml/kg/saat (4-2-1 formülü)[9, 11]

Bu formül hastenede yatan çocuklar için kullanılır. Anormal kayıplar ve metabolik durumlarda yukardaki normal gereksinimlere ilaveler gerekebilir.

2.4.1.3. Günlük Kalori Gereksinimi

İdeal olarak her kaloringin yerine konması gerekir. Bunu için % 25'lik dekstroz (1 gr glukoz 4 Kkal, 25 gr glukoz 100 Kkal sağlar) kullanılması gerekir. Bu sıvı hipertonic solüsyon olup venlerde skleroza neden olduğu için kullanılmaz. Ameliyat olan çocukların çoğunda açlık periyodu kısa olduğu için tam kalori replasmanına gerek yoktur. Bu dönemde vücut yağ depoları kalori gereksinimini karşılayabilir. Ameliyat öncesinde ve sırasında protein katabolizmasını ve ketozisi önleyecek kadar kalori gereksinimini sağlamak yeterlidir. Anestezi sırasında metabolik hız yavaşlar ve kalori tüketimi azalır. Günlük kalori gereksinimin %20'sini karşılayacak glukoz vermek yeterlidir. Bu nedenle % 5 Dekstroz solüsyonları kullanılır. Ancak yağ depoları çok az olan prematür bebeklerde, ağır yanıklı, kritik veya uzun süreli parenteral beslenmesi gereken çocuklarda kalori gereksiniminin tamamını karşılamak gerekir. Bunun için glukoz ve elektrolit solüsyonlarına ilave olarak yağ ve protein içeren parenteral beslenme solüsyonları da vermek gerekir. Prematür ve term bebeklerin glukojen ve yağ depoları yetersizdir. Bunun yanı sıra metabolik hızları ve oksijen tüketimleri fazladır. Bir gecelik açlık

periyodunda; başta beyin olmak üzere vital organlar için gerekli enerjiyi karşılayacak 200 gr/gün glukoz açığa çıkaramayabilirler. Bu nedenle İV enerji kaynağı olan glukoz gereksinimleri olabilir. Erişkin hastalarda ve 5 yaş üzeri çocuklarda açlık ve perioperatif dönemde ilave glukoz vermeye gerek olmayabilir. Hem enerji depoları hem de ağrı ve strese bağlı kan glukoz düzeyleri yüksektir. Fakat yenidoğan, özellikle prematür bebekler için kalori girişi önemlidir. Bazen sıvı yüklemekten %10'luk glukoz ile yüksek kalori sağlanabilir.[6, 7, 12, 13]

Genellikle ticari solüsyonlar, günlük elektrolit-su gereksinimleri ile birlikte kalori gereksinimlerini karşılayacak şekilde glukoz içermezler. İdame parenteral sıvılar her 100 kalori için; 100 ml su, 3 mEq sodyum, 2 mEq potasyum, 2 mEq klor, 5 gr glukoz içerecek şekilde standardize edilebilirler [7]. Normal idame gereksinimleri için Ringer Laktat içinde % 5 Dekstroz veya % 0.2 SF içinde % 5 Dekstroz solüsyonları (20 mEq/L KCl ilavesi ile) kullanılabilir.

2.4.1.4. Günlük Elektrolit Gereksinimi

Bebeklerde günlük elektrolit gereksinimi, günlük su gereksinimine göre hesaplanacak olursa her 100 kalori için;

- 100 ml su
- 3 mEq sodyum
- 2 mEq potasyum
- 2 mEq klor gerekir.[7]

2.4.2. Preoperatif Kayıpların (Defisit) Tedavisi

2.4.2.1. Dehidratasyon Tedavisi

Üç komponenti vardır:

- 1.Dehidratasyonun derecesinin belirlenmesi,
- 2.Oluşan defisit tipinin belirlenmesi,

3.Defisit tedavisinin basamaklarıdır.

Dehidratasyonun derecesi ve şiddeti preoperatif hazırlık anındaki öykü ve fizik muayene bulguları ile belirlenir. Dehidratasyonun derecesini gösteren laboratuvar bulgusu yoktur. Hafif derecede dehidratasyonlu çocukta (% 1-5), bulgular büyük ölçüde öyküye dayanır. 24 saat süren kusma, ishal ve minimal fizik muayene (FM) bulguları vardır. Orta dereceli dehidratasyonlu çocukta (% 6-10), anormal sıvı ve elektrolit kaybı öyküsü vardır. FM bulguları cilt tonus kaybı, kilo kaybı, gözlerde ve fontanellelerde çökme, hafif letarji, kuru mukoza ve membranları içerir. Şiddetli dehidratasyonda (% 11-15), hastada kardiyovasküler instabilite (Cilt solukluğu, taşikardi, hipotansiyon), ve nörolojik düzensizlik (irritabilite, koma) vardır.[10]

Ameliyat öncesi hazırlıkta, dehidrate çocuğun su ve elektrolit kayıpları replase edilmelidir. Tedavide kullanılacak sıvının miktarı ve kompozisyonuna altta yatan patolojiye ve hidrasyon durumuna bakarak karar verilmelidir. Sıvıların seçimi ve verilme hızı, klinik ve laboratuvar verilerine göre düzenlenmeli ve sık sık kontrol edilmelidir. Kristalloidler, kolloidler, kan ve kan ürünleri gerekebilir. Her %1 dehidratasyonu replase etmek için 10 ml/kg sıvı gerekir. Tedavinin amacı santral, kardiyovasküler ve renal fonksiyonların restorasyonu ve korunmasıdır.[3]

2.4.2.2. Açlık Süresi ve Defisiti

Açlık periyodu defisiti; oral veya perenteral sıvı girişinin olmayışı ile olan kayıptır. Çocuklarda, preoperatif dönemde damar yolu açılmış ve günlük gereksinimi karşılanacak hızda sıvı verilmiş veya güncel önerilere göre aç bırakılmışlar ise “açlık periyodu” hesaba katılmaz.

Güncel açlık süresinin; berrak sıvıların tüketiminde gereken süre 2 saat, anne sütü alımında 4 saat, hazır mama alımında 3 aydan küçük bebeklerde 4, 3 aydan büyük bebeklerde 6 saat ve diğer sütler ile katı gıdaların alımında 6 saat olması önerilmiştir (Tablo 2.1).[14]

Tablo 2.1: Güncel Açlık Süresi Önerisi

Gıda	Açlık Periyodu (saat)
Berrak sıvılar	2
Anne sütü	4
Hazır mamalar	4 (<3 ay) – 6 (>3 ay)
Diğer süt	6
Katı gıda	6

Bütün gece boyunca aç bırakılmış, oral veya perenteral yolla sıvı almamış, 2-3 saatlik bir operasyona alınacak bir çocukta, açlık periyodu defisiti hesaplanarak perioperatif sıvı gereksinimine ilave edilmelidir. Özellikle metabolik hızın ve sıvı dönüşümünün hızlı olduğu bebeklerde cerrahiye başlama zamanının gecikmesi veya bebeğin herhangi bir nedenle uzun süre aç kalması, dehidratasyon ve hipoglisemiye neden olabilir. Major cerrahi girişimlerde bu defisitın replase edilmesi gerekir. Bazen minör cerrahi girişimlerde de bu defisitın bir kısmının verilmesi gerekebilir. Kısa sürede ve hızlı verilmesi aşırı sıvı yüklenmesine neden olabilir.[15]

“Açlık periyodu defisiti” aç kaldığı sürenin (saat olarak), saatlik bazal gereksinim ile çarpılması sonucu bulunur. Bulunan miktarın 1/2’si birinci saatte, kalan 1/4’lük kısımlarıda ikinci ve üçüncü saatlerdeki perioperatif gereksinimlere ilave edilir. Cerrahi prosedür erken biterse planlanan replasmana postoperatif dönemde devam edilmelidir. Açlık periyodunun replasmanında idame tedavisinde olduğu gibi %02 SF içinde % 5 Dekstroz solüsyonu kullanılabilir.[3, 15, 16]

Berry; ilk bir saatte 3 yaş ve altındakilere 25 ml/kg, 4 yaş ve üzerindeki çocuklara 15 ml/kg (ilk 3-4 ml/kg’ı %03 SF içinde % 5 Dekstroz, kalan 15-20 ml/kg

Ringer Laktat veya kan şekeri yüksek ise ilk 1-2 ml/kg'ı %03 SF içinde % 5 Dekstroz, kalanı Ringer Laktat) verilmesini önermiştir. Bunun hem açlık periyodunu replase edeceğini, hemde kanama dışındaki idame ve replasmanı sağlayacağını belirtmiştir.[17]

2.4.3. Devam Eden Kayıpların (Replasman) Tedavisi

Parenteral sıvı tedavisinin bu bölümünde devam eden su ve elektrolit kayıplarının replasmanı yapılır. Bu kayıplar defisit ya da idame gereksinimleri içinde hesaplanmaz. Bu kayıpların içeriği idame sıvıların kompozisyonundan farklıdır. Bu kayıpları replase etmek için idame sıvılarının volümünü artırmak tehlikeli olabilir. Bu kayıplar; cerrahi travma, kanama ve diren-sonda vb. yerlerden olan diğer sıvı kayıplarıdır.[9]

2.4.3.1. Cerrahi Travmaya Bağlı Üçüncü Mesafe Kayıpları

Bir çok cerrahi girişimde kan dışında zorunlu sıvı kaybı olur. Bu kayıplar esas olarak vücut sıvılarının cerrahi sahadan buharlaşması ve internal redistribüsyon ile olur. Sıvıların internal redistribüsyonu sıklıkla “üçüncü mesafe” olarak isimlendirilir. Üçüncü mesafe kayıpları ekstrasellüler mesafeyi kapsar ve intravasküler kayba neden olur. Üçüncü mesafe kayıpları; cerrahinin tipine, yerine, süresine göre değişir. Özellikle intraabdominal veya intestinal girişim yapılan bebeklerde bu kayıp çok fazladır. Bağırsakların karın dışında kalması, ısıtıcı lambalar altında kalması veya sağılması üçüncü mesafe kayıplarını artırır. Travmatize, enflame veya infekte dokularda (yanıklar, cerrahi diseksiyonlar ve peritonit gibi) intersitisyel mesafeden büyük miktarda sıvı kaybı olabilir. Serozal mesafedeki sıvı (asit) veya bağırsak içindeki sıvı transloke olabilir. Batın dışı ameliyatlarda cerrahi bölgedeki kas ve dokudan izotonik sıvı kaybı olur. İntraabdominal cerrahide sıvı bağırsak duvarına lokalize olur. Bu sıvıların kaybı vücut ağırlığı kaybına neden olmaz fakat hipovolemiye yol açar.[9]

Bu kayıpların miktarı ölçülemez ve tahmini olarak hesaplanır. Böyle durumlarda replasman tedavisini düzenleyebilmek için klinik ve dehidratasyon durumunu iyi değerlendirmek gerekebilir.

Cerrahi tiplerine göre üçüncü mesafe kayıpları;

Büyük (intraabdominal) cerrahi girişimlerde 4-8 ml/kg/saat

Orta (intratorasik) cerrahi girişimlerde 2-4 ml/kg/saat

Yüzeyel veya küçük cerrahi girişimlerde 0-2 ml/kg/saat şeklinde hesaplanması önerilir.[9]

Hesaplanan bu kayıplar idame ve preoperatif kayıplara ilave olarak ameliyat süresince verilir. Küçük ameliyatlarda üçüncü mesafe kayıpları ihmal edilebilir.

Cerrahiye bağlı üçüncü mesafe kayıplarının replasmanı için dengeli tuz solüsyonu (SF) veya multipl elektrolit solüsyonları (RL, Isolyte-S® vb) kullanılabilir. Seçilen sıvının izotonik olması gerekir. Sıvı replasmanı yeterli yapılıyor ise hastanın kan basıncı yükselir, kalp hızı normale döner (<120 atım/dk), santral venöz basıncı yükselir (>5 cmH₂O), idrar çıkışı yeterli (>0.5-1 ml/kg/saat) olur. Perioperatif dönemde hidrasyon yeterliliği sürekli olarak değerlendirilmelidir.[6]

2.4.3.2. Diğer Sıvı Kayıpları

İntraoperatif dönemde nazogastrik sondadan ve/veya diğer direnlerden olan kayıplar hesaplanmalı ve replase edilmelidir. [9]

Asit, karaciğer yetmezliğinde veya hepatik venöz akışı engelleyen durumlarda hipotansiyon ve hipovolemi ile birliktedir. Asitin cerrahiden önce diyet ve diüretiklerle tedavisi gerekir. Buna yanıt vermeyen durumlarda parasentez ve şant tedavisi yapılabilir. Asit sıvısı, plazma ile dinamik bir denge halindedir. Perioperatif asitin çok hızlı boşaltılması volüm ve elektrolit açığına neden olabilir. Temel kural tüm kayıpların replasmanıdır. Şüphe varsa volüm ve elektrolitler tekrar değerlendirilmelidir.

2.4.3.3. Kan Kayıpları ve Replasmanı

Çocuklarda kan kaybı replasmanı kristalloidler, kolloidler veya kan ürünleri ile yapılmalıdır. Seçim kayıpların miktarına, laboratuvar bulgularına ve klinik değerlendirmeye bağlıdır.[9]

Kan ve kan ürünlerinin replasmanı; tahmini kan kaybının miktarına, oksijen taşıma kapasitesine (preoperatif “Hemoglobin(Hb)/Hematokrit(Htc)” değerine), koagülasyon durumuna, altta yatan hastalığa bağlıdır. Kan kaybı; tahmini kan volümünün % 15-20’sinden fazla ise kan ve kan ürünleri ile, az ise ve Htc kabul edilebilir sınırlar içerisinde ise (çocuklarda % 30, yenidoğan bebeklerde % 45-65) kristalloidlerle (1’e 3, RL tercih edilir) veya kolloidlerle (1’e 1) replase edilebilir. [3, 9, 11] Çocuklarda kan replasmanında kan kaybının doğru olarak ölçülmesi ve değerlendirilmesi özellikle küçük bebeklerde hayati önem taşır. Kan kaybının değerlendirilmesinde; spançların sayımı (4x4, tam ıslak = 10 ml kan) veya ağırlığının ölçülmesi, küçük aspiratör kavanozları kullanılması, irrigasyon sıvılarının ölçülmesi, sahanın görsel olarak değerlendirilmesi, intraoperatif Hb/Htc tayini yapılması gerekir [11]. Ayrıca “kabul edilebilir kan kaybı” ile ilgili formüller vardır. Bu formüllerin kullanımı komplike ve zaman alıcıdır. Tahmini kan volümü (TKV), hedef hematokrit (hHtc) ve ölçülen Hematokrit (öHtc) değeri ile kabul edilebilir kan kaybı (KEKK) hesaplanabilir:[2, 9]

$$KEKK = TKV \times [(\text{öHtc} - \text{hHtc}) : (\text{öHtc})]$$

TKV; Preterm yenidoğan bebekte 90-95 ml/kg, term bebekte 80-85 ml/kg, çocuklarda 80 ml/kg, erişkinlerde 70 ml/kg’dır. Elektif ve semielektif cerrahi girişimlerde kabul edilebilir en düşük Htc değeri %30, yenidoğan bebeklerde %36 olarak kabul edilir.[9]

Kan ürünlerinin replasmanı, klinik düzene ve değişik kan ürünlerinin bulunabilmesine bağlıdır. Taze tam kan (4 saatten daha az bekletilmiş) septik bebeklerde yararlıdır. Septik bebek taze kandaki pıhtılaşma ürünlerinden, trombositlerden ve diğer kan ürünlerinden yarar görür. Eritrosit süspansiyonunun hematokriti % 55-60, volümü yaklaşık 300 ml’dir. Bir ünite (Ü) eritrosit verilmesi tam kana göre Hb’i iki kat artırır. 1 Ü eritrosit erişkin hastalarda Hb’i 1 gr/dl, Htc’i % 2-3 veya 10 ml/kg eritrosit Hb’i 3 gr/dl, Htc’i %10 artırır. Htc değerini % 1 artırmak için, 1.5 ml/kg eritrosit süspansiyonu veya 2.5 ml/kg tam kan, Hb’i 1 gr artırmak için 4 ml/kg eritrosit süspansiyonu veya 6 ml/kg tam kan gerekir. Eritrosit süspansiyonları; hiperkalemik ($K^+ = 15-20 \text{ mEq/L}$), asidotik ($\text{pH} < 7.0$), ve düşük

iyonize kalsiyumludur. Hızlı eritrosit süspansiyonu verilmesinde bu faktörler önemlidir. Kan replasmanında altta yatan hastalık da önemlidir. Örneğin siyanotik kalp hastalığında veya respiratuvar hastalıkta (RDS) eritrosit azalmasına bağlı dokulara oksijen taşınması azalmıştır. [9] Böyle bebeklere tam kan replasmanı gerekir.

Tüm pıhtılaşma faktörleri (trombosit hariç) taze donmuş plazmada vardır. Masif kanamalı hastalarda (kan kaybı, total kan volümüne eşit veya fazla) eritrosit süspansiyonu ve eşit volümde taze donmuş plazma verilmesi önerilir.[9] Karaciğer yetmezliğinde uzamış “international-normolized rate” (INR>1.2-1.4)‘de taze donmuş plazma (TDP) ve trombositopenide trombosit süspansiyonu verilmelidir. Taze donmuş plazma ve trombosit süspansiyonu pratik olarak 10 ml/kg olacak şekilde verilir. Fibrinojen seviyesi <100 mg/dl ise kriyopresipitat (1 ünite/7 kg) gerekebilir.

Tüm kan ürünlerinin soğuk ve hızlı verilmesi sitrat nedeniyle risklidir. En fazla sitrat içeren ve en fazla iyonize kalsiyum değişikliğine neden olan kan ürünü taze donmuş plazmadır. Bir çok durumlarda kalsiyumun karaciğerde metabolizması ve kalsiyum mobilizasyonu, iyonize kalsiyum düşüşünü engeller. Fakat küçük bebeklerin kalsiyum depoları yetersiz olduğu için hipokalsemi riski yüksektir.[9]

2.4.4. Perioperatif Sıvı Tedavisinin İzlemi ve Değerlendirilmesi

Pre ve intraoperatif sıvı-elektrolit tedavisi için tanımlanan tüm formüller tahmine dayanır ve sadece yol göstericidir. İntravasküler volüm ve elektrolit replasmanının uygunluğu; öykü, klinik gözlem, non-invaziv ve invaziv monitorizasyon teknikleri ile izlenmelidir.[9, 10]

Öyküde; beslenme alışkanlığı, kusma, ishal sıklığı, kilo kaybı sorulmalıdır. Bunlar, çocuklarda dehidratasyon açısından önemlidir.[9, 10]

Anesteziyologlar sıvı tedavisi planını klinik gözlemlerle değerlendirmek zorundadırlar. Kalp hızı, kan basıncı, kapiller dolma zamanı, mukozaların ve fontanellerin durumu, idrar çıkışı bu değerlendirmelerin önemli komponentleridir. Dehidratasyonda, vücut ağırlığında azalma vardır. Cilt turgor tonusu azalmıştır. Mukoz membranlar kuru, çok kuru veya çatlak olabilir. Cildin rengi soluk, kül rengi

veya benekli görünümündedir. Fontanellerin çökük ve cildin kuru olması bebeklerde önemlidir. Büyük çocuklarda susuzluk hissi volüm eksikliğinde olur. Skalp ve el venleri incedir ve kolay görülemez. Periorbital veya presakral ödem; fazla su verilmesine ve elektrolit eksikliğine işarettir. Vücut ısısının normalden 2 derece yüksek olması durumunda su kaybı artar.[9]

Kompleks olmayan prosüdürlerde non-invazif kan basıncı, nabız ve nabız dalgası yüksekliği gibi rutin monitorizasyon yöntemleri intravasküler volümün ve perfüzyonun takibinde yeterli olabilir. Tahmini kan volümünün % 50'sinden fazla kan kaybı beklenen, hızlı kan kaybı gelişen ve replasmanı gereken, seri kan gazı ve biyokimyasal değerlendirme gereken kompleks prosüdürlerde; invaziv monitorizasyon (santral venöz basınç, idrar sondası, arteriyel kan basıncı gibi) yapılmalıdır. Yenidoğan bebeklerde umbilikal arter kateterize edilebilir. Transözefageal EKO, önyük, ardyük ve myokard kontraktilitesini değerlendirmede yardımcıdır.[9]

Laboratuvar değerlerinden; hemoglobin, hematokrit, serum elektrolitleri, kreatinin, kan üre nitrojeni (BUN), kan gazları, idrar volümü, pH ve elektrolitleri, EKG değişiklikleri, kan-idrar ozmolaritesi bakılabilir. Vücut ağırlığının ölçülmesi ve preoperatif değerle karşılaştırılması pratik olmamakla birlikte defisit belirlemede yararlıdır. [9] Serum elektrolitleri, sıvı elektrolit şiftinin büyüklüğüne göre her 4-24 saat arasında ölçülmelidir. Serum Na⁺ düşüklüğü yetersiz sıvı replasmanına, K⁺ düşüklüğü aşırı idrar çıkışına ve gastrik direnaja bağlıdır. Serum Na⁺ ve K⁺ yüksekliği bu elektrolitlerin fazla verilmesine bağlıdır.

Özellikle çocuklarda intraoperatif aldığı-çıkarıldığı takibinin yapılması ve kayıt edilmesi çok önemlidir. Verilen tüm parenteral sıvılar, hatta prematür bebeklerde ilaçların dilüsyonu ve kateterlerin yıkanması için kullanılan sıvı miktarları da kayıt edilmelidir. Aynı şekilde tüm kayıplar hesaplanmalı ve uygun sıvılarla replase edilmelidir.[2, 6]

2.5. GLUKOZ DENGESİ BOZUKLUKLARI VE TEDAVİSİ

2.5.1. Hipoglisemi

Kan glukoz düzeyinin genellikle prematüre ve yenidoğanlarda 35 mg/dl'nin, bebekler ve çocuklarda 55 mg/dl'nin altında olması hipoglisemi olarak tanımlanır.[18]

Hipoglisemi uyku hali, sinirlilik ve hırçın davranışlar dışında çoğu kez bulgu vermez. Yenidoğanlarda kan glukoz seviyesinin kronik düşüklüğü nöral gelişim ve somatosensoriyel uyarılmış potansiyel sonuçlarında kötü etkilere sebep olabilir. Preoperatif sedasyon, genel anestezi veya β bloker kullanımı hipoglisemi bulgularını maskeleyebilir.[18, 19]

Sağlıklı toplumda açlık süresi ve kan glukoz seviyesi arasında ilişki saptanmamıştır. Ayrıca sağlıklı bebek ve çocuklar 4 ila 19 saat arasında aç bırakıldıklarında hipoglisemi gelişme insidansı oldukça düşüktür. Hatta anestezi indüksiyonundan 2 saat öncesine kadar sağlıklı çocuklara glukoz içeren berrak sıvılar verilmesi ile hipoglisemi riski tamamen ortadan kaldırılabilir. Bazı hastalıklarda peroperatif hipoglisemi riski daha fazladır.[18] Bu durumlar;

- Erken doğumlar ve prematür bebekler
- Hiperalimentasyon solüsyonu veya tek başına dekstroz infüzyonu alan bebekler ve bu infüzyonların ani kesilmesi
- Diyabetik anne bebekleri, insülinoma veya diyabetli bebekler
- Malnütrisyonlu hastalar
- Ciddi karaciğer yetmezliği olan hastalar
- Aminoasit metabolizma bozukluğu veya lipolizli hastalar
- Miyopati, mitokondrial hastalık veya glikojen depo hastalığı olan çocuklar
- Bazı ilaçlar (propranolol, alkol gibi)[18]

Hasta hipoglisemi tanısı aldığında ilk müdahalede 1g/kg dekstroze verilir. Daha sonra kan şekeri 100 mg/dl'nin üzerinde kalacak şekilde % 10 dekstroze infüzyonu başlanır. Glukoz infüzyonuna cevap yoksa glukagon veya hidrokortizon verilebilir.

Glukagon hem tanı hem de tedavide yol gösterici bir pankreatik polipeptiddir. Subkütan, intramusküler ve intravenöz uygulanabilir. Her üç yolda da erişkinlerde önerilen standart doz 0,5-1 mg'dır. Etkisi 10-20 dakikada başlar, 30-60 dakikada pik yapar. Düzeltme intravenöz dekstroze tedavisine göre daha yavaş olur.[20]

2.5.2. Hiperglisemi

Hiperglisemi kan glukoz düzeyinin 200 mg/dl'nin üzerinde olduğu durumlar olarak tanımlanmıştır.[18]

Cerrahi ve anestezi esnasında stres ile kan glukoz konsantrasyonu artabilir. Bu artış intraoperatif rejyonel anestezi ve narkotik uygulanması ile katekolamin salınımının azaltılması sonucu baskılanabilir. Yani yetersiz analjezi durumunda hiperglisemi görülebilir. Anestezi altında gelişen hiperglisemi ozmotik diürez gelişmesi dışında bulgu vermez. Şüpheli durumlarda kan seviyelerinin belirlenmesi ile tanı konulabilir.[18]

Hiperglisemi düşük doğum ağırlıklı neonatallerde aşırı elektrolit düzensizliği, diürez, dehidratasyon ve serebral kanama insidansında artışa sebep olabilir. Hiperglisemik yetişkin hastalarda gelişen iskemi veya hipoksemide normoglisemiklere oranla nörolojik hasar oranı daha fazladır. Yenidoğanlarda ise yetişkinlerin aksine orta ve ileri derecede hiperglisemi; glukoz alımının, laktat klirensinin, glikojen depolarının ve yüksek enerjili beyin rezervlerinin artmasının sonucu olarak iskemik hasardan beyni koruyucudur. Yetişkinlerde hiperglisemi ve sepsis birlikteliği kötü sonuçlara yol açarken bebekler hakkında yeterince bilgi bulunmamaktadır.[18]

Bazı durumlarda intraoperatif hiperglisemi gelişme riski vardır;

- Yüksek hızla glukoz infüzyonu (>20 ml/kg/saat) veya masif transfüzyon
- Glukoz tüketiminin azalması
- Perioperatif dönemde % 10 veya % 12,5 dekstroz solüsyonu verilmesi[18]

Tedavide temel hedefler; altta yatan sebebi düzeltip yönetmek, sıvı volümünü yerine koymak, ketonemiyi çözmek, asidozu düzeltmek, normoglisemiyi sağlamak, mental durumu düzeltmek, renal perfüzyonu iyileştirmek, elektrolit ve mineralleri yerine koymak ve komplikasyonlardan kaçınmaktır.[21, 22]

Sıvı resüsitasyonuna 15-20 ml/kg/saat hızda %09'luk NaCl ile başlanılmalı ve saatte bir hidrasyon durumu değerlendirilmelidir. Hipovolemi düzeltildiğinde serum sodyum değerleri düzeltilmelidir. Oligürik böbrek yetmezliğinden kaçınmak için idrar çıkışı 0.5 ila 1 ml/kg/saat aralığında tutulmalıdır.[21, 22]

Pediyatrik hastalarda serum osmolalite değerleri hızlı değiştiği için sıvı tedavisinde dikkatli davranmak gerekir. Fazla sıvı tedavisi sonucu intravenöz mannitol tedavisi gerektirecek serebral ödem gelişebilir.

Normal salin bolus tedavisi esnasında 1-2 saatte bir yatak başı glukoz tespiti yapılmalıdır. İlk normal salin bolus tedavisinden sonra 0.14 ünite/kg/saat insülin tedavisi başlanmalıdır. Serum glukoz konsantrasyonu saatte 50 ile 75 mg/dl aralığında düşürülmelidir. Daha yüksek düşüşlerde insülin dozu azaltılmalıdır.[21, 22]

Sıvı ve insülin tedavisi esnasında 2 saatte bir K^+ değeri kontrol edilmelidir. Laboratuvar değerlendirmesi mümkün değil ise EKG ile takip önerilebilir. Düşük potasyum değeri bulantıya ve sekonder dehidratasyona sebep olurken hipo-hiperpotasemi hayatı tehdit eden aritmilere sebep olabilir. Hedef serum potasyum değeri 4-5 mEq/L olmalıdır.[21, 22]

2009 ADA (Amerikan Diyabet Birliği) kılavuzunda arteriyel pH 6.9'dan küçük olduğunda tedaviye bikarbonat eklenmesi önerilmektedir.[21, 22]

2.6. ELEKTROLİT DENGESİ BOZUKLUKLARI VE TEDAVİSİ

2.6.1. Sodyum

Ekstrasellüler mesafenin dominant katyonudur (135-145 mEq/L). Günlük sodyum gereksinimi 2-3 mEq/kg/gün'dür. Preterm bebeklerde daha fazladır ve < 30 haftalık bebekte 5 mEq/kg/gün, 30-35 haftalık bebekte 4 mEq/kg/gün'dür.[7, 23]

2.6.1.1. Hiponatremi

Yenidoğan bebekte, hiponatremi riski, hipernatremi riskinden daha fazladır. Bunda glomerüler filtrasyon hızının düşüklüğü, renal medullanın idrarı konsantre etme yeteneğinin az olması, prostoglandinin yüksek olması ve ADH hormon etkisinin azalması etkindir. Bu nedenle düşük doğum ağırlıklı bebeklerin hayatlarının ilk birkaç gününde “negatif sodyum dengesi” vardır. IPPV, CPAP, RDS, fazla nemli hava kullanılması hiponatremi riskini artırır. $\text{Na}^+ < 125$ mEq/L ise tedavi edilmelidir. Son evre renal yetmezlikte ve hipotiroidide hiponatremi yaygındır. Postoperatif dönemde serebral ödem, uyku hali, ajitasyon olabilir.[23]

Sodyum defisiti;

“Defisit = VA (kg) x (İstenen Na^+ – ölçülen Na^+) x 0.6” formülü ile hesaplanır.[23]

Hesaplanan Na^+ açığı saatte 2 mEq/L yükseltilecek şekilde 6-8 saatte tamamlanır. Sodyum defisiti bir defada 15 mEq/L'den daha fazla yükseltilmemelidir. Ölçülen Na^+ değeri 125 mEq/L'den az ise fazla volüm yüklememek için %3 NaCl, 125 mEq/L'den fazla ise %09 NaCl ile tamamlanmalıdır.[23]

2.6.1.2. Hipernatremi

Hipernatremi serum Na^+ değerinin 145 mEq/L'den yüksek olduğu durumlardır. Çoğunlukla sıvı kısıtlaması yapılan veya çocuklar gibi kendi başlarına serbest sıvı alamayan hastalarda gelişmektedir. Hipernatremide daha çok nörolojik

bulgular ön plandadır. Genellikle huzursuzluk görülür, letarji hatta komaya ilerleyebilir. Nörolojik muayenede artmış tonisite, canlı refleksler, ense sertliği, myoklonus, asteriks ve kore görülebilir.[23] Hastada hipernatremi saptanmış ise elektif cerrahi girişim ertelenmelidir.[8, 23]

Hipernatremi tedavisi, plazma ozmolalitesini normale döndürmeyi ve altta yatan sebebi düzeltmeyi içerir. Sıvı defisiti 48 saat içerisinde hipotonik solüsyonlar ile düzeltilmelidir. Eş zamanlı olarak ekstrasellüler alandaki anormallikler de düzeltilmelidir. Total vücut sodyumu azalmış hipernatremik hastalarda tedaviye hipotonik sıvılardan önce izotonik sıvılar ile başlanmalıdır. Total vücut sodyumu artmış hastalara ise % 5 Dekstroza ek olarak loop diüretik tedavisi verilmelidir. [8, 23]

Hipernatreminin hızlı tedavisi nöbetler, beyin ödemi, kalıcı nörolojik hasar ve hatta ölümle sonuçlanabilir. Tedavi esnasında serum osmolalitesi yakın takip edilmelidir. Plazma sodyum konsantrasyonu 0,5 mEq/L/saatten hızlı düşürülmemelidir.[8, 23]

2.6.2. Potasyum

Potasyum depolarının % 98'den fazlası hücre içinde bulunur. Potasyumun plazma değeri 3.5-5.5 mEq/L'dir. Bebeklerde günlük K^+ gereksinimi 2-3 mEq/L'dir. Potasyum dengesinde en önemli hormon insülinidir. Katekolaminler, aldosteron, tiroid hormonu, glukokortikoidler ve büyüme hormonu da potasyum dengesinde görev alırlar.[7, 24]

2.6.2.1. Hipokalemi

Serum K^+ değerinin 3.5 mEq/L'nin altında olduğu durumu ifade eder. Organ disfonksiyonu, EKG'de ST değişikliği, disritmi, kas zayıflığına neden olur. Çocuklarda birçok ilaçlar potasyum dengesini bozar. Diüretikler (furosemid), steroidler, antibiyotikler (aminoglikozidler) K^+ 'un renal yoldan direkt veya pH değişikliği ile atılmasına neden olurlar. Solunumsal veya metabolik alkaloziste böbreklerde K^+ kaybı artar, H^+ iyonu tutulur. Eksternal K^+ kayıpları (gastrik ve intestinal sıvı kayıpları) hipokalemiye neden olurlar. Terleme ile ciltten olan kayıplar

minör kayıplar olmasına rağmen küçük bebekler için önemlidir. Glukoz, insülin, kalsiyum ve bikarbonat verilen çocuklarda K^+ hücre içine gireceği için serum K^+ değeri düşer. Plazma K^+ konsantrasyonu 3 mEq/L'nin altına düştüğünde EKG'de T dalgası yassılaşıp, ST deprese olur, PR uzar, U dalgası görülür, P dalgası amplitütü artar.[8, 24]

Anestezi ve cerrahi işlem süresince idrar çıkışı olmadan K^+ verilmemelidir. K^+ defisitini; KCl solüsyonu (1.35 mEq/ml) %09 SF içinde 1-3 mEq/kg/saat hızında, 40 mEq/saat hızı geçmeyecek şekilde verilir. KCl dekstrozu solüsyonlar içinde verilmemelidir, dekstrozu K^+ 'un hücre içine girişine neden olur. Potasyum defisitini kapatmak için kullanılan sıvılar EKG, santral venöz basınç takibi ile santral kateterlerden verilmelidir. Metabolik alkalozda KCl, metabolik asidozda potasyum asetat veya nitrat tercih edilmelidir. Potasyum fosfat diabetik ketoasidozda K^+ ve fosfat eksikliğinde kullanılır. Anestezi sırasında EKG monitorizasyonu yapılmalı, glukoz içermeyen sıvılar tercih edilmeli, hiperventilasyondan kaçınılmalı, kas gevşetici dozu % 25-50 azaltılmalı, sinir stimülatörleri kullanılmalıdır.[8, 24]

2.6.2.2. Hiperkalemi

Hiperkalemi serum K^+ değeri 5.5 mEq/L'nin üzerindedir. $K^+ > 7$ mEq/L ise kardiyak bulgular, $K^+ > 8$ mEq/L olduğunda da nöromusküler bulgular görülür. İskelet kaslarında güçsüzlük, parestezi ve asendan gevşek paraliziler görülür. Gövde ve solunum kasları genellikle etkilenmez. Hiperkaleminin kalp üzerine olan toksik etkisi, gelişim hızına ve asidoz ve hipokalsemi gibi başka metabolik risk faktörlerinin varlığına bağlıdır. Hiperkalemiye bağlı olarak elektrokardiyografide ilk ortaya çıkan ve en karakteristik olan bulgu sivri, yüksek T dalgalarıdır. Bu bulgu plazma potasyum düzeyinin 6 mEq/L üzerine çıkması ile belirir. Ardından PR süresi uzar, ve QRS dalgası genişler. Potasyum konsantrasyonu 8 mEq/L'yi aşınca P dalgası düzleşir. Son olarak da potasyum düzeyi 10 mEq/L'ye yükselince ventriküler fibrilasyon veya asistoli ortaya çıkar. Serum K^+ değeri 6 mEq/L'den yüksek ise tedavi edilmelidir.[8, 24, 25]

Tedavi nedene yönelik olmalıdır. K^+ verilmesi durdurulmalıdır. Potasyumun membrana etkisini antagonize etmek, potasyumu hücre içine sokmak ve potasyumun

vücuttan atılmasını sağlamak tedavinin temel 3 amacıdır. İlk ikisinin geçici önlemlerdir. Hiperkalemi tedavisinde kullanılan ilaçlar tablo 2.2’de gösterilmiştir. Kalsiyumun etkisi 1-3 dakika içinde başlar, 30 dakikada sona erer. Potasyumu hücre içine sokan ilaçların ve furosemidin etkisi 20-30 dakikada başlayıp 2-6 saat kadar devam eder. İyon değiştirici reçineler etkileri 1-2 saat sonra görülmeye başlar ve 6 saat kadar devam ederler. Bu tedavi yöntemleri ile düzeltilemeyen ve/veya nedeni ortadan kaldırılamayan hiperkalemi için diyaliz gerekebilir. Hipoaldesteronizmde minerolokortikoidler, %10’luk kalsiyum glukonat veya kalsiyum klorür hiperkaleminin kardiyak etkilerini önler. Digoksin alan hastada kalsiyum digoksin toksititesini potansiyelize edeceği için dikkat edilmelidir. Sodyum bikarbonat, beta blokörler, epinefrin, glukoz-insülin infüzyonu, furosemid, hemodiyaliz veya peritoneal diyaliz yapılabilir.[8, 24, 25]

Tablo 2.2. Hiperkalemi Tedavisi İçin Kullanılan İlaçlar [24]

İlaçlar	Etki Şekli	Kullanılan Doz	Komplikasyonlar
Kalsiyum	Membran stabilizasyonu	Kalsiyum glukonat %10 1 ml/kg 3-5 dk IV	Bradikardi, hiperkalsemi
Salbutamol	Potasyumun hücre içine girmesi	10 mEq/kg nebulüzör ile veya IV	Taşikardi, tremor
Bikarbonat	Potasyumun hücre içine girmesi	Sodyumbikarbonat 1-2 mEq/kg 30-60 dk IV	Hipernatremi, sıvı yüklenmesi
Glukoz+İnsülin	Potasyumun hücre içine girmesi	Glukoz 0,5 g/kg ve insülin 0,1 Ü/kg 30 dk IV	Hiperglisemi veya hipoglisemi
Furosemid	Potasyumun böbrekten atılması	1-2 mg/kg IV	Hiponatremi, volüm depleasyonu
Sodyum polistiren sulfonat	Barsaktan potasyum atılması	0,5-1 g/kg oral veya rektal	Kabızlık, hipernatremi

Anesteziye EKG ve sinir-kas kavşağı monitorizasyonu yapılmalı, süksinilkolin kullanılmamalı, metabolik ve respiratuvar asidozdan kaçınılmalıdır.

Oligüri, anüri, şok, asidoz ve renal yetmezliği olan çocuklara K^+ içeren İV sıvılar (Ringer Laktat, İsolYTE vb) kullanılmamalıdır.[8]

2.7. PARENTERAL SIVILAR

İntravenöz sıvılar; kristalloid sıvılar (idame, replasman, spesifik amaçlı) ve kolloid sıvılar (Doğal: İnsan albumini, Yapay: Dekstran solüsyonları, Jelatin preparatları, nişasta = HES) olmak üzere iki gruba ayrılır.

İdeal bir parenteral sıvı; su ihtiyacını karşılayacak sıvı verildiğinde elektrolit gereksinimini de karşılayan, iyon bileşimi plazma ve ekstrasellüler sıvı ile aynı olan solüsyonlardır. Çocukların kişisel özelliklerine tam olarak uyan bir sıvı vermek hem pratik değildir, hem de mümkün değildir. Genellikle uygun kompozisyonda bir sıvının kullanılması kolaylık sağlar.

Çocuklarda intraoperatif sıvı tedavisinde hiponatremiden kaçınmak için fizyolojik aralığa yakın ozmolitede, hipoglisemiden kaçınmak için % 1-2.5 glukoz eklenmiş ve özellikle yenidoğanlarda eğer ihtiyaç var ise bikarbonat prekürsörleri olarak metabolik anyonları (asetat, laktat, malat gibi) içeren sıvılar önerilmektedir. Çoğu zaman yenidoğan ve infantlar ameliyat odasına pediatristler tarafından başlanmış pediatrik solüsyon ile gelir. Bu sıvılardan bazıları yüksek konsantrasyonda potasyum ve glukoz içerebileceğinden dikkatli bir şekilde içeriklerinin anesteziistler tarafından kontrolü gerekir.[6]

2.7.1. Kristalloid Sıvılar

2.7.1.1. İdame Sıvıları

Günlük su-elektrolit gereksinimini karşılayan sıvılardır. Küçük bebeklerin (0-1 yaş) metabolik hızları, oksijen tüketim hızları ve H^+ iyonu üretme hızları erişkinlere göre iki kat fazladır. Bu nedenle büyük volümdeki replasman sıvıları dışındaki tüm sıvıların enerji gereksinimini karşılamak için glukoz içermesi önerilir. Perioperatif dönemde bebeklerin günlük kalori gereksinimlerinin % 20'sinin karşılanması yeterlidir. Bu nedenle % 5 dekstroz içeren SF (0.45 veya 0.2 SF içinde % 5 Dekstroz) veya multipl elektrolit solüsyonları (RL içinde % 5 Dekstroz, Isolyt P ve M gibi) ticari olarak hazırlanmıştır. Bu solüsyonlar günlük kalori ve elektrolit

gereksinimlerini karşılar ve perioperatif dönemde kan şekeri düzeyini 100-150 mg/dl düzeyinde tutar, ozmotik diürez riskini azaltır, günlük kalori gereksiniminin %20'sini karşılar. Preterm bebeklerin enerji gereksinimleri daha fazla olduğu için %10-20 gibi dekstrozs solüsyonları kullanılabilir.[2, 15]

Perioperatif dönemde glukozlu sıvı verilmesi tartışmalıdır. Bazı çalışmalarda, küçük çocuklarda hipoglisemi riski bulunurken buna karşılık daha sonraki yıllarda yapılan araştırmada hipoglisemi görülmediği, pre ve perioperatif dönemde glukozlu sıvı verilmesinin gerekmediği belirtmiştir. Bebeklerin kan glukoz düzeyleri 40 mg/dl üzerinde tutulmalıdır. Hipoglisemi (<40 mg/dl); hasta bebek ve çocuklarda yaygındır. Pre ve term bebeklerin glukoz depolarının yetersizliği yanısıra glukozun maksimal tübüler klerensi düşüktür. 7-10 mg/kg/dk'dan hızlı glukoz verilmesi glukozun renal eşiğini yok edebilir. Perioperatif hipo-hiperglisemi riskinden kaçınmak için kan glukoz düzeyi yakın takip edilmelidir. Dekstroz infüzyon hızı 0.4 g/kg/saat (%10 Dekstrozdaki 4 ml/kg/saat) hızını geçerse pre ve term bebeklerde hiperglisemi, ozmotik diürez, hipovolemi gelişebilir. Birçok araştırmacıya göre çok az bebek hipoglisemiktir, genellikle hiperglisemiktirler ve hipotansif olmalarına rağmen çok iyi idrar çıkarırlar.[2, 15, 26, 27]

Yenidoğanlarda idame gereksinimleri için kullanılan sıvılar dışında glukozlu sıvılar kullanılmamalıdır. 5 yaş ve üzerindeki çocuklarda açlık döneminde ve perioperatif dönemde stres ve ağrıya bağlı kan şekeri yükseldiği için glukoz vermeye gerek olmayabilir.[26, 27]

İskemik beyinde hipergliseminin istenmeyen etkileri yüzünden (glukozun anaerobik metabolizması, serebral asidoz, beyin hücrelerinin ölmesi ve kalıcı hasar) normal çocuk ve bebeklere bir saati aşmayan prosedürlerde glukozlu sıvı verilmemesi önerilir. Bir saati geçecek cerrahi prosedürlerde ise kan glukoz düzeyi ölçülerek gerekirse glukozlu sıvı verilmelidir. Bebekler ve çocuklar preoperatif dönemde 4 saat ve daha uzun süre aç kalmışlarsa hipoglisemik olabilirler.[15, 26, 27]

2.7.1.2. Replasman sıvıları

Gastrik direnaj, fistül direnaji, yara yüzeylerinden sızma, fistül direnaji, plevral efüzyon, interstisiyel ödem, asit gibi sıvıların replasmanı için Na^+ içeren SF veya laktat (RL), glukonat, asetat (Isolyte S vb.) gibi alkali prekürsörler içeren izotonik sıvılar verilmelidir. Bu sıvılar plazma ve interstisiyumdan olan kayıpları replase eden, sıvı retansiyon riskini azaltan, natriüretik cevabı uyaran, vücuttaki total Na^+ 'u artırarak su ile yer değiştirmesine neden olan dengeli tuz solüsyonlarıdır. Göreceli Na^+ fazlalığı ESS volümünü artırır, natriüretik cevabın uyarılması ve natriüretik hormonun daha da artması intravasküler volümü artırır. Bikarbonat prekürsörleri içeren multipl elektrolit solüsyonları izotoniktirler ve fizyolojik olarak interstisiyumdaki sıvıya benzerler. Bu solüsyonlarının kullanılması ile renal hemodinaminin devamı sağlanır, postoperatif % 70 mortalite nedeni olan akut renal yetmezlik önlenir, pulmoner emboli ve intra ve postoperatif hipotansiyon insidansı azalır. Bu sıvılar verildiğinde % 25'den fazlası (hipotonik sıvılar = % 5 Dekstrozun % 10'dan azı) intravasküler saha içinde kalır, kan tranfüzyon ihtiyacı azalır. Bikarbonat prekürsörleri karaciğerde ve periferde bikarbonata dönüştüğü için cerrahiye bağlı hafif asidoz önlenir. Multipl elektrolit solüsyonlarının Na^+ ve Cl^- ile birlikte K^+ , PO_4^- , Ca^+ , Mg^+ , laktat ve/veya glukonat ve asetat içerdikleri için bazı durumlarda kullanılmaması veya dikkatli kullanılması önerilir. Bu durumlar; karaciğer ve böbrek yetmezliği, hiperpotasemi, aşırı bikarbonat verilmesi beklenen durumlar (kardiyak arrest), respiratuvar hastalık (Cl^- yüksek), metabolik alkoloz (Pilor stenozu)'dur.[1, 27]

2.7.2. Kolloid Sıvılar

Günümüzde ve son 30 yıldır cerrahi hastada en büyük tartışma optimal sıvı tedavisinde kristalloid-kolloid kullanımı ile ilgilidir. Kapiller onkotik basınç, sıvıyı kapiller içine döndüren tek basınçtır ve % 90'ını serum albumini sağlar. Kolloidler kristalloidlere göre daha az volümde daha uzun süre intravasküler sahada kaldığı, intestinal ve periferik ödemin daha az olmaktadır.[1, 2] Sümpelmann bir çalışmada; HES solüsyonunun böbrek fonksiyonu ve koagülasyon parametreleri normal olan yenidoğan, infant ve çocuklarda perioperatif volüm replasmanı olarak güvenli olduğunu, anafilaktoid reaksiyonlar, kanama düzensizlikleri, renal yetmezlik

gibi yan etkilerin %0.3'ten daha az görüldüğünü söylemektedir. Ayrıca çocuklarda perioperatif hemodinamik, koagülasyon, kan gazı ve elektrolit değişikliklerinin minimal olduğunu vurgulamaktadır. Kolloid sıvılar olan; dekstran, % 5-10 albumin ve % 6 HES, 20 ml/kg'dan daha fazla verilmemelidir. Retiküloendotelial sistem ve trombosit disfonksiyonuna neden olabilir.[28]

Jelatinler yıllarca erken bebeklik döneminde intravasküler sıvı defisini tedavisinde kullanılmıştır. Ancak koagülasyonu etkileyerek çocuklarda kanama bozukluğuna sebep olabilmektedirler. Jelatinler; interstisiyel alana çabuk kaymaları, böbreklerden hızlı atılım ve proteazlar ile hızlı enzimatik yıkıma uğradıkları için kan volümünü verildikleri miktardan daha az arttırmırlar.[2] Çok merkezli bir çalışmada preterm yenidoğanlarda kısa dönem sonuçları üzerine olumsuz etkileri olmadığı söylenirken [29], bazı çalışmalarda nekrotizan enterokolit riskinin arttığı ve septik yenidoğanlarda kapiller kaçış sendromunu daha kötü hale getirdiği söylenmektedir [30, 31].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma için Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonunun 20.11.2013 tarihli ve GO 13/539-08 sayılı onayı alınmıştır.

Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Çocuk Cerrahisi Bölümünde 2010 ocak ayı ile 2013 kasım ayları arasında laparotomi yapılan, cerrahi süre 1 saatten fazla olan, 1 ile 18 yaş arası çocukların dosyaları ve anestezi raporları retrospektif olarak taranmıştır. Kan sodyum, potasyum, klor veya glukoz değerlerinden herhangi birine veya hepsine cerrahi öncesi, cerrahi sonrası ilk 24 saat veya her iki durumda da bakılmayan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Kliniğimizde idame sıvısı olarak %09 NaCl içinde yaklaşık %1-2 dekstroz içerecek şekilde (100 ml SF içine 20 ml %5 Dekstroz eklenerek) hazırlanan sıvılar, replasman sıvısı olarak ise %09 NaCl veya bikarbonat prekürsörü içeren multipl elektrolit solüsyonları, kolloidler ve kan ürünleri kullanılmaktadır. İdame sıvısı; endokrin hastalığı olan ve/veya parenteral beslenen çocukların yanı sıra damar yolu açılmamış ve 6 saatten uzun süre aç bırakılmış çocuklarda ve yenidoğan ve prematür bebeklerde verilmektedir. Açlık periyodu defisiti Holiday-Segar Formülüne (aç kaldığı saat x saatlik bazal gereksinim) göre hesaplanan miktarın yarısı ilk 1 saat içinde, kalan miktar ise ikinci ve üçüncü saatlerde verilmektedir. Replasman sıvıları ise intraoperatif kayıpları, idrar çıkışı, Hb, Htc, kan glukoz ve elektrolitleri, aldığı-çıkardığı takibi ile hemodinamik parametreleri normal sınırlarda tutulacak şekilde verilmektedir.

Hasta dosyalarından ve anestezi raporlarından olguların yaşı (yıl), cinsiyeti, vücut ağırlığı (kg), ek hastalık olup olmadığı, var ise ek hastalığın ne olduğu, cerrahi tipi, cerrahi süresi, peroperatif kullanılan sıvı türü (SF, İsolYTE-S, SF+%5 Dekstroz karışımı, HES (130/0,4), Gelofusin, Taze Donmuş Plazma, Eritrosit süspansiyonu),

preoperatif ve postoperatif plazma sodyum, potasyum, klor ve glukoz değerleri not edilmiştir.

İstatiksel Analiz

Çalışmanın analizi için PAWS Statistics 18 SPSS Programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistik olarak; yüzde değerler (%), ortalama±standart sapma, minimum-maksimum değerler verilmiştir. K^+ , Na^+ , Cl^- ve glukoz değerleri normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U testi kullanılarak değerlendirilmiştir. p değerinin 0,05'ten küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Çocuk Cerrahisi Bölümü tarafından 2010 ocak ayı ile 2013 kasım ayları arasında laparotomi yapılan, cerrahi süresi 1 saatten fazla olan, 1 ile 18 yaş arası 5000'den fazla çocuk hastanın dosyaları retrospektif olarak incelenmiştir. Kan sodyum, potasyum, klor veya glukoz değerlerine, hem cerrahi öncesi hem de cerrahi sonrası ilk 24 saat içinde bakılmış olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm bu incelemelerin sonunda 144 çocuk hastanın verileri değerlendirmeye alınmıştır.

Hastaların, yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, ek hastalık, cerrahi tipi, cerrahi süresi gibi değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve sıklık dağılımları incelenmiştir. Buna göre çalışmaya katılan 144 kişinin %52,1'i kadın %47,9'u erkek olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Kadın-Erkek yüzdesi

	Sayı	Yüzde (%)
Kadın	75	52,1
Erkek	69	47,9
Toplam	144	100

144 kişinin %22,2'sinde ek hastalık varken %77,8'inde ek hastalık yoktur (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Ek Hastalık Yüzdesi

Ek hastalık	Sayı	Yüzde (%)
Var	32	22,2
Yok	112	77,8
Toplam	144	100

Anemi % 6,3 ile en sık görülen ek hastalıktır. Hastalardan % 4,9'unun bir sendroma sahip olduğu gözlemlenmiştir. En fazla görülen sendromlar Down Sendromu ve Pierre Robin Sendromu olarak saptanmıştır. Kardiyak hastalıklar ise; konjenital kalp hastalıklarını, kapak yetmezliklerini ve ritm bozukluklarını kapsamaktadır ve toplamda 6 hastada (% 4,2) görülmüştür. Konjenital adrenal hiperplazi ve hipotiroidi çalışmaya dahil edilen hastalarda tespit edilen endokrin hastalıklardır. Hastaların 7'sinde (% 4,9) birden fazla ek hastalık saptanmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Saptanan Ek Hastalıklar

Ek hastalık	Sayı	Yüzde (%)
Nöbet	6	4,2
Sendrom (Pierre Robin ve Down Sendromu)	7	4,9
Metabolik hastalık	3	2
Kardiyak hastalık	6	4,2
Hipertansiyon	2	1,4
Crohn hastalığı	2	1,4
Endokrin	3	2
Anemi	9	6,3
Astım	1	0,7

Yapılan incelemelerde; yaş için minimum değer 1 yıl iken maksimum değer 17 yıl, vücut ağırlığı için minimum değer 5 kg iken maksimum değer 80 kg bulunmuştur. Cerrahi süresi ortalama $213,96 \pm 108,09$ olarak saptanmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Yaş, vücut ağırlığı ve cerrahi süresi değerleri

	Yaş (yıl)	Vücut ağırlığı (kg)	Cerrahi süresi (dakika)
Minimum	1	5	60
Maksimum	17	80	810
Ortalama	6,55	24,03	213,96
Standart sapma	4,98	16,7	108,09

Çalışmaya dahil edilen hastalara uygulanan cerrahi tiplerine bakıldığında; en çok kolon cerrahisinin (% 16,8) yapıldığı görülmüştür. Bunu nöroblastom (% 14,0), karaciğer (% 12,6) ve genital bölgeyi ilgilendiren (kloaka) (% 9,8) cerrahiler izlemektedir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Uygulanan cerrahi tipleri

	Sayı	Yüzde (%)
Kolon	24	16,7
Nöroblastom	21	14,5
Karaciğer	18	12,5
Kloaka*	14	9,7
Wilms tümör	10	6,9
Mide	9	6,3
Adrenal bez	8	5,6
İnce bağırsak	8	5,6
Dalak	7	4,9
Teratom	5	3,5
Rabdomyosarkom	4	2,8
Pankreas	3	2,1
Obstrüksiyon	3	2,1
Apendektomi	2	1,4
Yolk sac tümör	2	1,4
Diafragma onarımı	2	1,4
Mesane	1	0,7
Kolesistektomi	1	0,7
Hepatoblastom	1	0,7
Fibrosarkom	1	0,7

*Kloaka: Genital bölgeyi ilgilendiren cerrahileri tanımlar

Cerrahi esnasında hastalara verilen sıvılar karşılaştırıldığında, hastalara en yüksek oranda (% 83,3) Serum Fizyolojik (SF) verildiği saptanmıştır. Bunu multipl

elektrolit solüsyonu (İsolyte-S®) (% 59,7) izlemiş, üçüncü sırada ise Eritrosit Süspansiyonu (% 26,4) verilmiştir. Ringer Laktat ve Mannitol hiç kullanılmazken, Gelofusin sadece 2 hastada (% 1,4) kullanılmıştır. İntraoperatif dönemde birden fazla farklı sıvı tedavisi uygulanan hasta sayısı ise 101'dir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Sıvı tipleri ve kullanılma yüzdeleri

	Kullanılmayan Hasta Grubu		Kullanılan Hasta Grubu	
	Sayı	Yüzde (%)	Sayı	Yüzde (%)
Serum Fizyolojik	24	16,7	120	83,3
Multipl Elektrolit Solüsyonu*	58	40,3	86	59,7
SF içinde % 5 Dekstroz**	112	77,8	32	22,2
HES (130/0,4)	124	86,1	20	13,9
Gelofusin	142	98,6	2	1,4
Taze Donmuş Plazma	130	90,3	14	9,7
Eritrosit Süspansiyonu	106	73,6	38	26,4

* İsolyte-S®

**100 ml %09 NaCl içerisine 20 ml % 5 dekstroz eklenerek hazırlanan sıvı

Normal kabul edilen laboratuvar değerleri sodyum için 135-145 mEq/L, potasyum için 3,5-5,5 mEq/L, klor için 100-110 mEq/L ve glukoz için ise 55-180

mg/dl 'dir. Hastaların değeriendirilen preoperatif ve postoperatif sodyum, potasyum, klor ve glukoz değeri 3 hasta dışında normal sınırlar içinde tespit edilmiştir.

Sadece 3 hastanın preperatif ve postoperatif sodyum değeri 130 mEq/L'nin altında bulunmuştur. Bu 3 hastada ek hastalık yoktur. Nöroblastom cerrahisi geçiren hastanın (Na^+ : 123/127 mEq/L) açlık süresi 20 saat, apendektomi geçiren hastanın (Na^+ : 126/128 mEq/L) açlık süresi 17,5 saat ve karaciğer safra yolu cerrahisi geçiren hastanın (Na^+ : 127/125 mEq/L) açlık süresi ise 36 saat olarak bulunmuştur.

İntraoperatif tek tip kristaloid solüsyon verilen çocuklar sadece SF alanlar (n=39), sadece multipl elektrolit solüsyonu alanlar (n=19) ve sadece SF + %5 Dekstroz karışımı (n=14) alanlar olarak üç grupta değeriendirilmiştir.

İntraoperatif tek tip kristaloid sıvı alan çocuklarda grup içi değeriendirmede; Sadece SF alan ve sadece multipl elektrolit solüsyonu alan hasta gruplarında preoperatif değeri göre postoperatif glukoz değeriindeki artış anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Sadece SF + %5 Dekstroz karışımı alan hastalarda pre ve postoperatif glukoz değerileri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sadece SF alan ve sadece SF + %5 Dekstroz alan hasta gruplarında postoperatif sodyum değeriindeki preoperatif değeri göre azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$), sadece multipl elektrolit solüsyonu alanlarda pre ve postoperatif sodyum değerileri açısından bir fark bulunmamıştır. Sadece SF alan ve sadece multipl elektrolit solüsyonu alan hasta gruplarında postoperatif potasyum değeriindeki preoperatif değeri göre azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$), sadece SF + %5 Dekstroz karışımı alan hastalarda pre ve postoperatif potasyum değerileri arasında fark bulunmamıştır. Sadece SF, sadece multipl elektrolit solüsyonu ve sadece SF + %5 Dekstroz karışımı alan hastalarda pre ve postoperatif klor değerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.7).

Tek tip kristaloid sıvı alan çocuklarda gruplar arası karışılaştırmada; her üç gruptaki çocukların pre ve postoperatif glukoz ve sodyum değerileri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Potasyum değerileri karışılaştırıldığında SF grubunda (4,67 mEq/L), SF + %5 Dekstroz (4,28 mEq/L) ve multipl elektrolit

solüsyonu (4,26 mEq/L) grubuna göre preoperatif değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$), postoperatif değerleri arasında fark yoktur. Klor değerleri karşılaştırıldığında preoperatif klor değeri SF + %5 Dekstroz grubunda (108,2 mEq/L) diğer gruplara göre (105,7 / 105,0 mEq/L) istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$), postoperatif değerleri arasında fark yoktur (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Kullanılan kristaloid solüsyona göre pre ve postoperatif glukoz ve elektrolit değerlerinin analizi

	sadece SF (n=39)		sadece MES* (n=19)		sadece SF+Dx* (n=14)		p değeri
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	
preglukoz*	91,4	29,2	97,0	34,7	95,6	17,0	0,114
postglukoz*	132,8	54,1	130,5	50,0	132,6	68,8	0,890
p değeri	<0,001		0,008		0,064		
preK*	4,677	,431	4,265	,363	4,281	,557	0,001
postK*	4,224	,408	3,964	,466	4,261	,551	0,083
p değeri	<0,001		0,035		0,532		
preCl*	105,0	3,7	105,7	3,7	108,2	4,5	0,042
postCl*	106,0	4,0	105,4	4,0	107,9	4,7	0,160
p değeri	0,332		0,905		0,700		
preNa*	139,2	3,6	139,4	4,2	141,2	3,8	0,275
postNa*	137,5	3,8	138,4	4,6	138,1	3,9	0,456
p değeri	0,014		0,185		0,020		

*MES: multipl elektrolit solüsyonu, Dx: %5 Dekstroz, preglukoz: Preoperatif glukoz değeri, postglukoz: Postoperatif glukoz değeri, preK: Preoperatif potasyum

değeri, postK: Postoperatif potasyum değeri, preCl: Preoperatif klor değeri, postCl: Postoperatif klor değeri, preNa: Preoperatif sodyum değeri, postNa: Postoperatif sodyum değeri

İntraoperatif kristaloid solüsyon verilen çocuklar ile kristaloid + kolloid solüsyon verilen çocuklar; sadece SF alan hastalar / sadece SF + kolloid alan hastalar; sadece multipl elektrolit solüsyonu alan hastalar / sadece multipl elektrolit solüsyonu + kolloid alan hastalar; sadece SF + %5 Dekstroz karışımı alan hastalar / sadece SF + %5 Dekstroz karışımı + kolloid alan hastalar şeklinde gruplandırıldığında; gruptaki vaka sayısı istatistiksel analiz yapılamayacak kadar az olduğu için değerlendirme yapılamamıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Kristaloid solüsyon ve kristaloid+kolloid solüsyon alan hastaların gruplandırılması, hasta sayı ve yüzdeleri

	Frekans	Yüzde (%)
sadece SF	39	27,1
SF + Kolloid	4	2,8
sadece MES*	19	13,2
MES + Kolloid	2	1,4
SF + Dx*	14	9,7
SF + Dx + Kolloid	1	0,7
Toplam	79	54,9

*MES: multipl elektrolit solüsyonu, Dx: %5 Dekstroz

İntraoperatif birden fazla sıvı verilen çocuklar; sadece kristaloid solüsyon alanlar (n=90), kristaloid + kolloid solüsyon alanlar (n=10), kristaloid solüsyon + kan ürünü alanlar (n=32) ve kristaloid solüsyon + kolloid solüsyon + kan ürünü alanlar (n=12) olmak üzere dört grupta değerlendirilmiştir (Tablo 4.9).

SF, multipl elektrolit solüsyonu ve SF + %5 Dekstroz sıvılarından herhangi birini veya birkaçını birden alanlar kristaloid solüsyon alan hastalar grubuna, kristaloidlere ilaveten HES (130/0,4) veya Gelofusin'den birini veya her ikisini

alanlar kristaloid+kolloid solüsyon alan hastalar grubuna, kristaloidlere ilaveten eritrosit süspansiyonu veya TDP'dan birini veya her ikisini alanlar kristaloid+kan ürünü alan hastalar grubuna dahil edilmiştir. Her üçünü de alan hastalar dördüncü grubu oluşturmuştur.

Tablo 4.9. Kullanılan sıvı çeşitliliği açısından hastaların gruplandırılması, hasta sayı ve yüzdeleri

	Frekans	Yüzde (%)
Kristaloid	90	62,5
kristaloid + kolloid	10	6,9
kristaloid + kan ürünü	32	22,2
kristaloid + kolloid + kan ürünü	12	8,3
Toplam	144	100,0

Sadece kristaloid sıvılar alanlar, kristaloid sıvılarla birlikte kolloid veya kristaloid sıvılarla birlikte kan ürünü ya da her üç tip sıvıyı da alan hastalarda grup içi karşılaştırmada; kristaloid + kolloid alan hasta grubu dışındaki diğer üç gruptaki preoperatif değerlere göre postoperatif glukoz değerlerindeki artış anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Preoperatif değerlere göre postoperatif potasyum değerlerindeki azalma, kristaloid + kolloid + kan ürünü alan hasta grubu dışındaki diğer üç grupta anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Postoperatif sodyum değerlerindeki preoperatif değerlere göre azalma sadece kristaloid kullanılan hastalarda anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Kullanılan sıvı çeşitliliğine göre pre ve postoperatif glukoz ve elektrolit değerlerinin analizi

Kristaloid			Kristaloid + kolloid		kristaloid + kan ürünü		kristaloid + kolloid + kan ürünü		p değeri
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	
preglukoz*	88,9	14,1	122,1	98,4	106,5	40,5	89,8	11,6	0,126
postglukoz*	137,1	52,4	167,6	71,9	140,0	55,8	127,2	60,9	0,498
p değeri	<0,001		0,114		0,015		0,023		
preK*	4,5	0,4	4,6	0,4	4,3	0,5	4,5	0,6	0,365

postK*	4,1	0,5	4,1	0,7	4,1	0,5	3,9	0,5	0,743
p değeri	<0,001		0,037		0,022		0,055		
preCl*	105,8	3,8	106,7	2,3	105,7	4,8	107,0	2,1	0,508
postCl*	105,4	3,9	107,9	5,0	106,8	4,9	107,3	4,6	0,128
p değeri	0,348		0,540		0,255		0,906		
preNa*	140,2	3,4	139,7	2,6	139,3	4,5	141,3	1,9	0,262
postNa*	138,2	4,1	137,0	2,9	137,7	4,2	140,3	3,7	0,158
p değeri	<0,001		0,057		0,124		0,282		

*preglukoz: Preoperatif glukoz değeri, postglukoz: Postoperatif glukoz değeri, preK: Preoperatif potasyum değeri, postK: Postoperatif potasyum değeri, preCl: Preoperatif klor değeri, postCl: Postoperatif klor değeri, preNa: Preoperatif sodyum değeri, postNa: Postoperatif sodyum değeri

Cerrahi tiplere göre kan glukoz ve elektrolit değerlerini karşılaştırmak için hastalar üç cerrahi gruba ayrılmıştır. Genital bölgeyi ilgilendiren cerrahiler adrenogenital cerrahi grubuna; nöroblastom, wilm's tümör, adrenal bez cerrahisi, teratom, rabdomyosarkom, yolk sac tümör, hepatoblastom ve fibrosarkom cerrahileri tümör cerrahisi grubuna; kolon, karaciğer (safra yolları dahil), mide, ince bağırsak, dalak, pankreas, mesane, diafragma onarımı, obstrüksiyon, apendektomi ve kolesistektomi cerrahileri diğer cerrahiler grubuna dahil edilmiştir (Tablo 2.11).

Tablo 4.11. Uygulanan cerrahi açısından hastaların gruplandırılması, hasta sayı ve yüzdeleri

	Frekans	Yüzde (%)
Tümör cerrahisi	52	36,1
Adrenogenital cerrahi	14	9,7
Diğer cerrahiler	78	54,2
Toplam	144	100,0

Kan glukoz ve elektrolit değerleri cerrahi tiplere göre karşılaştırıldığında adrenogenital cerrahi grubu dışındaki gruplarda preoperatif değerlere göre postoperatif glukoz değerlerindeki artış, potasyum ve sodyum değerlerindeki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.12).

Gruplar arası karşılaştırmada glukozun preoperatif değerleri (92,0 / 89,4 / 98,4) arasında anlamlı bir fark yokken postoperatif değerler (136,9 / 109,1 / 145,8) arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Uygulanan cerrahiye göre pre ve postoperatif glukoz ve elektrolit değerlerinin analizi

	Tümör cerrahisi		Adrenogenital cerrahi		Diğer cerrahiler		p değeri
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma	
preglukoz*	92,0	27,9	89,4	16,8	98,4	40,6	0,301
postglukoz*	136,9	54,2	109,1	42,3	145,8	56,9	0,038
p değeri	<0,001		0,101		<0,001		
preK*	4,5	0,5	4,3	0,4	4,5	0,5	0,541
postK*	4,1	0,4	4,2	0,5	4,1	0,5	0,599
p değeri	<0,001		0,064		<0,001		
preCl*	105,3	3,7	106,7	3,4	106,2	4,0	0,364
postCl*	105,9	3,7	105,8	4,0	106,2	4,8	0,882
p değeri	0,356		0,325		0,857		
preNa*	139,9	3,7	140,9	2,9	140,0	3,6	0,737
postNa*	138,1	4,0	139,7	5,2	138,0	3,8	0,665
p değeri	0,007		0,304		<0,001		

*preglukoz: Preoperatif glukoz değeri, postglukoz: Postoperatif glukoz değeri, preK: Preoperatif potasyum değeri, postK: Postoperatif potasyum değeri, preCl: Preoperatif klor değeri, postCl: Postoperatif klor değeri, preNa: Preoperatif sodyum değeri, postNa: Postoperatif sodyum değeri

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Çocuk Cerrahisi Bölümü tarafından ameliyat edilen çocuklarda intraoperatif kullanılan sıvıların kan glukoz ve elektrolit düzeylerine etkisi araştırılmıştır.

Kliniğimizde intraoperatif dönemde kristaloid sıvı olarak SF, 100 ml SF içinde 20 ml % 5 dekstroze ile hazırlanan sıvı, multipl elektrolit solüsyonları tek veya bir arada gereksinim olduğunda kolloidler, kan ve kan ürünleri ile birlikte kullanılmaktadır. Bu sıvılar intraoperatif tahmini kayıplara, hemodinamik parametrelere, idrar çıkışına, aldığı-çıkardığı takibine göre Hb, Htc, kan glukoz ve elektrolitleri normal sınırlarda olacak şekilde verilmektedir. Çalışmamızda üç hasta dışında tüm çocuklarda preoperatif ve postoperatif glukoz, sodyum, potasyum ve klor değerlerinin, azalma ve/veya artması istatistiksel olarak anlamlı olan değerler de dahil normal sınırlar içinde bulunması, kullandığımız sıvıların intraoperatif kullanım için uygun olduğunu düşündürmektedir.

Sadece preoperatif ve postoperatif sodyum değerleri 130 mEq/L'nin altında olan üç hastanın dosyaları incelendiğinde ek sorunları olmadığı açlık sürelerinin çok uzun olduğu görülmüştür. Bu hastalardan nöroblastom cerrahisi geçiren hastanın

(Na⁺: 123/127 mEq/L) açlık süresi 20 saat, apendektomi geçiren hastanın (Na⁺: 126/128 mEq/L) açlık süresi 17,5 saat ve karaciğer safra yolu cerrahisi geçiren hastanın (Na⁺: 127/125 mEq/L) açlık süresi ise 36 saat olarak bulunmuştur.

Merkezimizde kanama beklenen elektif cerrahi girişimlerde kan ve kan ürünleri preoperatif hazırlanmaktadır. Ancak acil durumlarda gerekli kan ürünleri hazırlanıp ameliyat odasına gelene kadar hemodinamiyi düzeltmek, organ perfüzyonunun devamı sağlamak için kolloid sıvılar verilmektedir. Toplam 144 vakadan intraoperatif dönemde 90'ının (% 62,5) sadece kristaloid sıvılar alması kanama görülmeyen vakalar olduğunu, 10 (% 6,9) vakanın kristaloidlerle beraber kolloid sıvı alması beklenmeyen bir hemodinami bozukluğu geliştiğini, 32 (% 22,2) vakada kristaloid sıvılara kan ürünlerinin eklenmesi hatta 12 (% 8,3) vakada kan ürünlerine kolloid sıvıların da eklenmesi masif kanamanın görüldüğü büyük cerrahi girişimler olduğunu göstermektedir.

Hastanede yatan çocuklarda izotonik sıvılarla hipotoniklerin karşılaştırıldığı bir meta-analizde; hiponatreminin, hipotonik solüsyonlar sonrası izotonik solüsyonlardan 17 kat fazla geliştiği bildirilmiştir [32]. Buna karşıt olarak Holliday'in 145 pediatrik hastanın cerrahi prosedürü takip eden 24 saat içindeki Na⁺ değerini inceleyen bir çalışmada postoperatif dönemdeki hiponatremi insidansı hipotonik ve izotonik sıvı tedavisinde benzer bulunmuştur ve yazarlar postoperatif hiponatremi gelişme sebebini parenteral sıvının içeriğine değil verilen volüme bağlamışlardır [33]. Bizim çalışmamızda, postoperatif sodyum değerlerindeki preoperatif değerlere göre azalma kristaloid sıvıların kullanıldığı hastalarda anlamlı bulunmakla birlikte tüm hastalarda Na⁺ değerleri normal sınırlarda kalmıştır.

Transfüzyon ilişkili hiperkalemik kardiyak arrest ile ilgili olgu raporlarının çoğunluğu pediatrik hastaları içerir [34-37]. Ancak yaş ile transfüzyon oranının ilişkisi hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Erişkin 11, pediatrik 5 hastayı kapsayan transfüzyon ilişkili hiperkalemi sebepli kardiyak arrest geçiren hastaları inceleyen bir çalışmada temel sebebin transfüzyon volümünden çok eritrosit süspansiyonun hızlı verilmesi olduğu vurgulanmıştır [38]. Bizim çalışmamızda kan ürünü verilen

çocukların preoperatif ve postoperatif potasyum değerleri arasında fark bulunmamıştır.

Masif doku hasarı, travma sonrası rabdomiyoliz [39, 40], tümör dokusuna manipülasyon [41] veya majör damar cerrahilerinde uzamış iskemi serum potasyum değerini yükseltebilir. Ancak anlamlı derecede hiperkalemi gelişmesi için gereken doku hasarı miktarı hakkında direk kanıtlar yoktur [42-44]. Çalışmamızda tümör cerrahisi, adrenogenital cerrahi ve diğer cerrahi tipler karşılaştırıldığında sadece postoperatif kan glukoz değerleri (136,9/109,1/145,8) arasında anlamlı bir fark bulunmuş, diğer kan elektrolit değerleri arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir.

Klinik çalışmalarda intraoperatif yüksek volümde normal salin verildiğinde hiperkloremik metabolik asidoz görüldüğü bildirilmiştir [45, 46]. Bir çalışmada HES (130/0.4) kullanımının klor iyonunu arttırarak anyon açığında azalmaya sebep olduğu söylenmektedir [28]. Klor konsatrasyonundaki artış elektronötralitenin devamını sağlar. Çünkü HES negatif yüklü plazma proteinlerinin yerini alır ve böylelikle ölçülemeyen negatif yüklerin miktarı azalır [47]. Bizim çalışmamızda sadece kristaloid sıvı kullanılan, kristaloid + kolloid sıvı, kristaloid + kan ürünü veya kristaloid sıvı + kolloid + kan ürünlerinin birlikte kullanıldığı gruplar arasında klor değerleri arasında fark bulunmamıştır.

Adrenogenital cerrahi geçirecek olan hastalarda altta yatan endokrin problemler olabileceği için kan glukoz ve elektrolit değerleri yakından takip edilmesi önerilir. [48, 49] Çalışmamızda cerrahi tiplere göre ayrılan üç grup (tümör cerrahisi, adrenogenital cerrahi, diğer cerrahiler) birbiri ile karşılaştırıldığında, adrenogenital cerrahi dışındaki gruplarda preoperatif değerlere göre postoperatif glukoz değerlerindeki artış, potasyum ve sodyum değerlerindeki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Adrenogenital cerrahilerde kan glukoz ve elektrolit değerlerinde değişikliklerin olmaması, bu grupta yer alan hastaların ameliyat öncesi, sonrası ve sonrası daha yakından izlenmiş olmaları nedeniyle olabilir.

Welborn ve arkadaşlarının yürüttüğü bir çalışmada hastalar intraoperatif dönemde Ringer Laktat (LR) veya Ringer Laktat içinde % 5 Dekstroz (D5LR) alanlar olarak randomize edilmiş, her iki grupta da kan glukozu artışı istatistiksel

olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak D5LR grubundaki kan şekeri artışı LR grubuna oranla daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Aynı çalışmada intraoperatif hipoglisemiye önlemek için verilen % 5 glukoz, genellikle stres-kaynaklı insülin direnci sebebiyle hiperglisemiye sebep olacağı söylenmektedir [50]. Çeşitli çalışmalarda; çocuklarda intraoperatif sıvı olarak % 1-2,5 dekstrozu içeren izotonik solüsyonlarının kullanılması önerilmektedir. Bu sıvıların hipoglisemi/lipoliz ve hiperglisemi arasındaki dengeyi koruduğu belirtilmektedir [12, 27, 50-53]. Birçok çalışmada; sadece hipoglisemi riski olan hastalarda intraoperatif dekstrozu içeren sıvıların verilmesi ve daha düşük konsantrasyonlarda dekstrozu (% 1-2.5) tercih edilmesi fikir birliğine varılmıştır [3, 17, 27, 50, 52, 53]. Kliniğimizde genellikle hipoglisemi riski olan çocuklarda düşük dekstrozu içeren izotonik sıvılar hazırlanarak kullanılmaktadır. 100 ml SF içine 20 ml dekstrozu karıştırarak hazırladığımız sıvıyı tek sıvı olarak kullandığımız hasta gruplarında preoperatif ve postoperatif kan glukoz değerlerinde fark olmaması, bu sıvının glisemik kontrolü daha iyi sağladığını gösterebilir.

Yapılan pek çok çalışmada yazarlar cerrahiye stres yanıt ile kan glukoz seviyelerinin yükseldiğini vurgulamaktadır [6]. Bizim çalışmamızda; kristaloid sıvılara ek olarak kan ürünü de kullanılan hastalarda preoperatif değerlere göre postoperatif glukoz değerlerindeki anlamlı artış kan ürünü kullanımı gerektiren büyük vakalarda hastaların cerrahiye stres yanıtından kaynaklanabileceğini düşündürüyor.

Çalışmamızda sadece SF ve sadece multipl elektrolit solüsyonu alan hastalarda preoperatif değerlere göre postoperatif glukoz değerlerinde anlamlı artış olması 100 ml SF içine 20 ml %5 Dekstrozu karıştırarak hazırladığımız sıvıyı alan hastalarda ise fark bulunmaması SF'e dekstrozu eklenmesinin glisemik kontrolü daha iyi sağladığını gösterebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. 2010-2013 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Cerrahisi Bölümünde laparotomi yapılan 1-17 yaş arası 144 çocukta intraoperatif kullanılan sıvılar, preoperatif ve postoperatif kan elektrolit ve glukoz değerleri retrospektif olarak incelenmiştir.
2. Çocuklarda intraoperatif dönemde SF, SF + % 5 dekstroz karışımı, multipl elektrolit solüsyonu, kolloidler, kan ve kan ürünlerinin kullanıldığı görülmüştür. En sık kristaloid sıvılar (% 62,5) kullanılmıştır. Kristaloid sıvılar içine SF % 27,1 oranı ile tek sıvı olarak en sık kullanılan sıvının olduğu, genellikle birden fazla sıvının kullanıldığı bulunmuştur.
3. Üç hastanın Na^+ değeri dışında tüm hastalarda preoperatif ve postoperatif kan glukoz ve elektrolit değerleri normal sınırlar içinde bulunmuştur. Üç hastanın preoperatif düşük olan Na^+ değeri postoperatif dönemde de düşük bulunmuştur. Bu hastaların dosyaları incelendiğinde preoperatif açlık

sürelerinin çok uzun olduğu (17,5-36 saat) görülmüştür. Bu üç hastadaki Na⁺ değerlerinin düşük olmasının kullanılan sıvılar ve ameliyathalarla ilişkili olmadığı preoperatif değerlerinin de düşük olmasına bağlı olduğu düşünülmüştür.

4. Çocuklarda intraoperatif sıvı yönetiminde 100 ml SF içinde 20 ml % 5 dekstroz karışımı verilmesinin kan glukoz düzeyinde değişiklik yapmadığı, hipoglisemi riski olan hastalarda güvenle kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.
5. Çocuklarda intraoperatif sıvı yönetiminde kristaloidlerin; kolloidlerle ve kan ürünleri ile birlikte gereksinimlere göre kullanılmasının kan elektrolit ve glukoz düzeyinde preoperatif değerlere göre değişiklik yapmayacağı sonucuna varılmıştır.
6. Türkiye’de intraoperatif kullanım için kullanıma hazır düşük konsantrasyonda dekstroz içeren izotonik sıvıların piyasaya sunulması önerilir.

7. KAYNAKLAR

1. Bailey, A.G., et al., *Perioperative crystalloid and colloid fluid management in children: where are we and how did we get here?* Anesth Analg, 2010. **110**(2): p. 375-90.
2. Arya, V.K., *Basics of fluid and blood transfusion therapy in paediatric surgical patients*. Indian J Anaesth, 2012. **56**(5): p. 454-62.
3. Leelanukrom, R. and M. Cunliffe, *Intraoperative fluid and glucose management in children*. Paediatr Anaesth, 2000. **10**(4): p. 353-9.
4. Brett, C., *Pediatric*, in *Temel Anestezi*, R.D.M. Robert K. Stoelting, Editor. 2010. p. 504-517.
5. Arthur C. Guyton, J.E.H., *Vücut Sıvı Kompartmanları: Hücre içi ve Hücre dışı Sıvılar; Hücrelerarası Sıvı ve Ödem*, in *Tıbbi Fizyoloji*. 2000. p. 264-277.
6. O'Brien, F. and I.A. Walker, *Fluid homeostasis in the neonate*. Paediatr Anaesth, 2014. **24**(1): p. 49-59.
7. Ali Düzova, N.B., *Çocuklarda Sıvı ve Elektrolit Tedavisi*. Katkı Pediatri Dergisi, 2007. **29**(1): p. 5-21.

8. John F. Butterworth, D.C.M., John D. Wasnick, *Management of Patients with Fluid and Electrolyte Disturbances*, in *Morgan And Mikhail's Clinical Anesthesiology*. 2013. p. 1107-1139.
9. John F. Butterworth, D.C.M., John D. Wasnick, *Fluid Management and Blood Component Therapy*, in *Morgan And Mikhail's Clinical Anesthesiology*. 2013. p. 1161-1181.
10. Fatih Özeltin, A.B., *Sodyum ve Su Dengesi*. Katkı Pediatri Dergisi, 2007. **29**(1).
11. Kalamas, A.G., *Sıvı Yönetimi*, in *Temel Anestezi*, R.D.M. Robert K. Stoelting, Editor. 2010. p. 347-353.
12. Berleur, M.P., et al., *Perioperative infusions in paediatric patients: rationale for using Ringer-lactate solution with low dextrose concentration*. J Clin Pharm Ther, 2003. **28**(1): p. 31-40.
13. Larsson, L.E., et al., *Influence of fluid regimens on perioperative blood-glucose concentrations in neonates*. Br J Anaesth, 1990. **64**(4): p. 419-24.
14. Smith, I., et al., *Perioperative fasting in adults and children: guidelines from the European Society of Anaesthesiology*. Eur J Anaesthesiol, 2011. **28**(8): p. 556-69.
15. Way, C., et al., *Perioperative fluid therapy in children: a survey of current prescribing practice*. Br J Anaesth, 2006. **97**(3): p. 371-9.
16. Furman, E.B., et al., *Specific therapy in water, electrolyte and blood-volume replacement during pediatric surgery*. Anesthesiology, 1975. **42**(2): p. 187-93.
17. Berry, F.A., *There is a solution for perioperative fluid management in children*. Paediatr Anaesth, 2008. **18**(4): p. 332.
18. Cook, D.R., *Hipoglisemi ve Hiperglisemi*, in *Anestezide Komplikasyonlar*, J.L. Atlee, Editor. 2012. p. 657-658.
19. Allford, M.A. and J.L. Brown, *Case report: intraoperative hypoglycaemia in a child treated with propranolol following a short preoperative fast*. Eur J Anaesthesiol, 2011. **28**(1): p. 71-2.
20. Rosen P, B.R., *Diabetes Mellitus And Disorders of Glucose Homeostasis*, in *Emergency Medicine Concepts and Clinical Practice*. 1998. p. 2461-62.
21. Nyenwe, E.A. and A.E. Kitabchi, *Evidence-based management of hyperglycemic emergencies in diabetes mellitus*. Diabetes Res Clin Pract, 2011. **94**(3): p. 340-51.
22. Van Ness-Otunnu, R. and J.B. Hack, *Hyperglycemic crisis*. J Emerg Med, 2013. **45**(5): p. 797-805.
23. Fatih Özeltin, A.B., *Sodyum Dengesi Bozuklukları ve Tedavisi*. Katkı Pediatri Dergisi, 2007. **29**(1).
24. Erkan Demirkaya, S.Ö., *Potasyum Dengesi ve Bozuklukları*. Katkı Pediatri Dergisi, 2007. **29**(1).
25. Sever, L., *Potasyum Dengesi Bozuklukları ve Tedavisi*. Güncel Pediatri, 2008. **6**.
26. Kadoi, Y., *Blood glucose control in the perioperative period*. Minerva Anesthesiol, 2012. **78**(5): p. 574-95.
27. Murat, I. and M.C. Dubois, *Perioperative fluid therapy in pediatrics*. Paediatr Anaesth, 2008. **18**(5): p. 363-70.
28. Sumpelmann, R., et al., *Hydroxyethyl starch 130/0.42/6:1 for perioperative plasma volume replacement in 1130 children: results of an European prospective multicenter observational postauthorization safety study (PASS)*. Paediatr Anaesth, 2012. **22**(4): p. 371-8.
29. *A randomized trial comparing the effect of prophylactic intravenous fresh frozen plasma, gelatin or glucose on early mortality and morbidity in preterm babies. The Northern Neonatal Nursing Initiative [NNNI] Trial Group*. Eur J Pediatr, 1996. **155**(7): p. 580-8.

30. Osborn, D.A. and N. Evans, *Early volume expansion for prevention of morbidity and mortality in very preterm infants*. Cochrane Database Syst Rev, 2004(2): p. Cd002055.
31. Abrahamov, D., et al., *Plasma vascular endothelial growth factor level is a predictor of the severity of postoperative capillary leak syndrome in neonates undergoing cardiopulmonary bypass*. Pediatr Surg Int, 2002. **18**(1): p. 54-9.
32. Choong, K., et al., *Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review*. Arch Dis Child, 2006. **91**(10): p. 828-35.
33. Holliday, M.A. and W.E. Segar, *The maintenance need for water in parenteral fluid therapy*. Pediatrics, 1957. **19**(5): p. 823-32.
34. Buntain, S.G. and M. Pabari, *Massive transfusion and hyperkalaemic cardiac arrest in craniofacial surgery in a child*. Anaesth Intensive Care, 1999. **27**(5): p. 530-3.
35. Chen, C.H., et al., *Fatal hyperkalemia during rapid and massive blood transfusion in a child undergoing hip surgery--a case report*. Acta Anaesthesiol Sin, 1999. **37**(3): p. 163-6.
36. Hall, T.L., et al., *Neonatal mortality following transfusion of red cells with high plasma potassium levels*. Transfusion, 1993. **33**(7): p. 606-9.
37. Inder, T., *How low can I go? The impact of hypoglycemia on the immature brain*. Pediatrics, 2008. **122**(2): p. 440-1.
38. Smith, H.M., et al., *Cardiac arrests associated with hyperkalemia during red blood cell transfusion: a case series*. Anesth Analg, 2008. **106**(4): p. 1062-9, table of contents.
39. Erek, E., et al., *An overview of morbidity and mortality in patients with acute renal failure due to crush syndrome: the Marmara earthquake experience*. Nephrol Dial Transplant, 2002. **17**(1): p. 33-40.
40. Perkins, R.M., et al., *Resuscitative hyperkalemia in noncrush trauma: a prospective, observational study*. Clin J Am Soc Nephrol, 2007. **2**(2): p. 313-9.
41. Lobe, T.E., et al., *Fatal refractory hyperkalemia due to tumor lysis during primary resection for hepatoblastoma*. J Pediatr Surg, 1990. **25**(2): p. 249-50.
42. Abassi, Z.A., A. Hoffman, and O.S. Better, *Acute renal failure complicating muscle crush injury*. Semin Nephrol, 1998. **18**(5): p. 558-65.
43. Carvalho, B. and N.F. Quiney, *'Near-miss' hyperkalaemic cardiac arrest associated with rapid blood transfusion*. Anaesthesia, 1999. **54**(11): p. 1094-6.
44. Vaughan, R.S., *Potassium in the perioperative period*. Br J Anaesth, 1991. **67**(2): p. 194-200.
45. Hadimioglu, N., et al., *The effect of different crystalloid solutions on acid-base balance and early kidney function after kidney transplantation*. Anesth Analg, 2008. **107**(1): p. 264-9.
46. Waters, J.H., et al., *Normal saline versus lactated Ringer's solution for intraoperative fluid management in patients undergoing abdominal aortic aneurysm repair: an outcome study*. Anesth Analg, 2001. **93**(4): p. 817-22.
47. Sumpelmann, R., et al., *Alteration of anion gap during almost total plasma replacement with synthetic colloids in piglets*. Intensive Care Med, 1999. **25**(11): p. 1287-90.
48. Amin, N., et al., *Pseudohypoaldosteronism type 1: clinical features and management in infancy*. Endocrinol Diabetes Metab Case Rep, 2013. **2013**: p. 130010.
49. Topor, L.S. and C.M. Gordon, *50 years ago in the Journal of Pediatrics: congenital adrenal hyperplasia with defect in electrolyte metabolism: observations before the onset of symptoms*. J Pediatr, 2013. **162**(1): p. 165.
50. Welborn, L.G., et al., *Perioperative blood glucose concentrations in pediatric outpatients*. Anesthesiology, 1986. **65**(5): p. 543-7.

51. dubois mc, g.l., murat 1, et al., *lactated ringer with 1% dextrose: an appropriate solution for peri-operative fluid therapy in children*. Paediatr Anaesth, 1992. **2**: p. 99-104.
52. Lonnqvist, P.A., *Inappropriate perioperative fluid management in children: time for a solution?!* Paediatr Anaesth, 2007. **17**(3): p. 203-5.
53. Paut, O. and F. Lacroix, *Recent developments in the perioperative fluid management for the paediatric patient*. Curr Opin Anaesthesiol, 2006. **19**(3): p. 268-77.