



Pediyatrik Hastalarda Aferez Yaklaşımı

Zeliha ŞENTÜRK

Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Terapötik Aferez Merkezi

Terapötik Aferez

- Aferez teknolojisi son 50-60 yılda ağırlıklı olarak kan bağışına dayalı bir prosedürden, çeşitli tedavi yöntemlerini içeren bir prosedüre doğru önemli ölçüde ilerleme kaydetti.
- Son 25 yılda terapötik aferez (TA) yöntemleriyle tedavi edilen hastalıkların sayısında da artış görüldü.
- Etik kaygılardan dolayı, terapötik yöntemler genellikle pediatrik hastalarda kullanım sağlanmadan önce yetişkin popülasyonda incelenir.

Çocuk Hastalarda Aferez

➤ Endikasyon ve tedavi şeması net değil

- ✓ Standartlar erişkin için geliştirilmiş ve çocuk hastalara uyarlanmıştır
- ✓ Belirli bir hastalığın patofizyolojisi ve tedaviye verilen fizyolojik tepkiler çocuklarda farklılık gösterebilir.
- ✓ Hastalığın doğal seyrinde değişiklik

➤ Teknik zorluk

- ✓ Aferez cihazları yetişkinler için yapılacak işlemlere uygun olarak tasarlanmıştır

➤ Çocuğa özel değişkenler

Çocuk hastaya yaklaşım

- İlk kez TA yapılacak olan çocuklar değişik düzeylerde anksiyete gösterebilirler. İğne korkusu veya aferez yapacak ekiple iletişim kurmada yaşanacak aksaklıklar bu durumu daha da alevlendirebilir.
- Uygun yaklaşımı belirleyebilmek için aferez ekibi çocuğun medikal hikayesi kadar ilgilendiği aktiviteler, aile içi psikososyal dinamikler hakkında bilgi sahibi olmalıdırlar.
- İşlem ebeveynlere anlatılmalı olası fayda ve zararlardan bahsedilmelidir.
- Ebeveynler çocuklarının işlem sırasında hissedecekleri rahatsızlık ve ağrı konusunda bilgilendirilerek işlem sırasında çocuklarının yanında olabilecekleri belirtilmeli
- Çocuğun tedaviye olan uyumunu kolaylaştırmak için yaşına uygun bir dille işlem anlatılabilir.
- Çocuğun dikkatini yaşına uygun etkinliklere yönlendirmeli

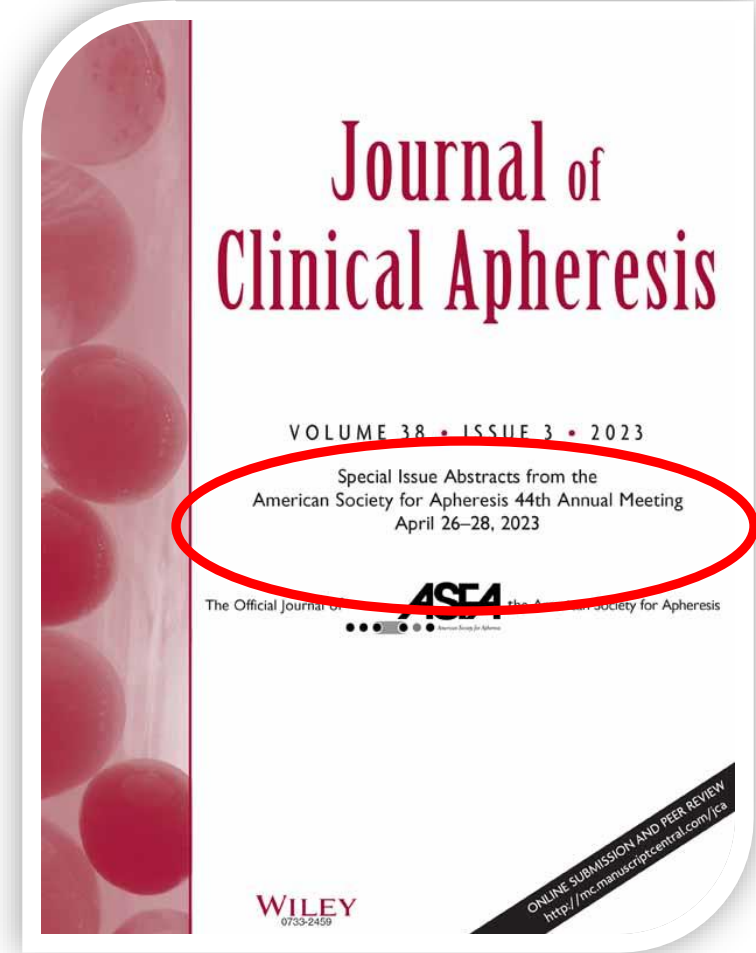
Hukuki Yönü

- Pediatrik hastalar, politik olarak savunmasız oldukları için haklarını savunacak birine ihtiyaç duyarlar.
- Hastanın kendisinden bilgilendirilmiş onam alınması bu konuda en çok ihmal edilen konu iken yasal vasileri eşliğinde anlaşılır açıklamalar yapmak mümkündür. Yaş gruplarına göre, örneğin 12 yaşın üzerindeki ergenler, okul çağı (6-12 yaş), okul öncesi yaş (3-6 yaş) gibi farklı bilgilendirilmiş onamların alınması tavsiye edilir.



Çocuk Hastalarda Aferez İşlemleri

- TA prosedürünü uygulama kararı büyük ölçüde Amerikan Aferez Derneği (ASFA) kılavuzlarında derlenen kanıtlara dayanmaktadır.
- ASFA kılavuzları, hakemli, yayınlanmış kanıtların gücü ve kalitesine dayanarak belirli hastalıkları I'den IV'e kadar bir kategoriye atar ve hem yetişkin hem de pediatrik çalışmaları içerir.



Literatür

- Tıbbi bir prosedürün güvenliğini ve etkinliğini değerlendirmek için **randomize prospektif klinik araştırmalar altın standarttır.**
- Pediatrik hastalıklar için literatürdeki yayınların çoğunluğu tek merkezli deneyimler, tek vaka raporları veya vaka serileridir. Çok az bir kısım ise prospektif kohort çalışmalar veya randomize kontrollü çalışmaları oluşturmaktadır.
- Yayınlanmış çalışmalar tedavi edilen hastalıkların çoğunluğunun ASFA kategori III endikasyonları olduğunu göstermektedir
- Bu kategoride, TA'nın etkinliğini belirlemek veya risk-fayda (veya bazen maliyet-fayda) oranını açıklığa kavuşturmak için yeterli kanıt yoktur

- Kılavuzlarda pediatrik hastalar için az sayıda tartışmalı öneri bulunmaktadır
- 2019 yılında aferez için Almanca kılavuz yayınlanmış ve pediatrik hastalara ayrı bir bölüm atanmıştır.
- Aferez ve membran ayırma işlemlerine ilişkin kapsamlı öneriler içeren çalışma sayfaları olarak tasarlanan Japonca kılavuzlar 2021 yılında İngilizceye tercüme edilmiştir.

T. Abe, H. Matsuo, R. Abe, S. Abe, H. Asada, A. Ashida, et al. The Japanese society for apheresis clinical practice guideline for therapeutic apheresis Recommendations for therapeutic apheresis by the section “ preparative and therapeutic hemapheresis” of the German society for transfusion medicine and immunohematology Transfus Med Hemother, 46 (2019), pp. 394-406

- Pediatrik hastalarda, kategori I endikasyonları (yani TA'nın standart olduğu ve birincil tedavi veya değerli bir birinci basamak yardımcı tedavi olarak kabul edilebilir olduğu hastalıklar) çeşitli nedenlerden dolayı nadiren tedavi edilir.

- Hastalığın insidans oranı
- Hastalık etiyolojisi
- Çocuklarda doğal seyirdeki farklılıklar veya daha iyi hastalık prognozu.

Pediatr Blood Cancer 2013;60:1676–1682

Children and Adults With Thrombotic Thrombocytopenic Purpura Associated With Severe, Acquired Adamts13 Deficiency: Comparison Of Incidence, Demographic and Clinical Features

Jessica A. Reese, MS,¹ Darrshini S. Muthurajah,¹ Johanna A. Kremer Hovinga, MD,² Sara K. Vesely, PhD,¹ Deirdra R. Terrell, PhD,¹ and James N. George, MD^{1*}

Background. Thrombotic thrombocytopenic purpura (TTP) associated with severe, acquired ADAMTS13 deficiency is uncommonly reported in children. The incidence, demographic, and clinical features of these children, compared to adults, have not been described. **Procedures.** This study focused on children (<18 years old) and adults with TTP associated with severe, acquired ADAMTS13 deficiency, defined as activity <10%. The incidence rates for TTP in children and adults were calculated from patients enrolled in the Oklahoma TTP–HUS (Hemolytic–Uremic syndrome) Registry, 1996–2012. To describe demographic and clinical features, children with TTP were also identified from a systematic review of published reports and from samples sent to a reference laboratory for analysis of ADAMTS13. **Results.** The standardized annual incidence rate of TTP in children was 0.09×10^6 children per year, 3% of the

incidence rate among adults (2.88×10^6 adults per year). Among the 79 children who were identified (one from the Oklahoma Registry, 55 from published reports, 23 from the reference laboratory), TTP appeared to be more common among females, similar to the relative increased frequency of women among adults with TTP, and more common in older children. Clinical data were available on 52 children; the frequency of severe renal failure, relapse, treatment with rituximab, and systemic lupus erythematosus in these children was similar to adults with TTP. **Conclusions.** TTP associated with severe, acquired ADAMTS13 deficiency is uncommon in children. The demographic and clinical features of these children are similar to the features of adults with TTP. *Pediatr Blood Cancer* 2013;60:1676–1682. © 2013 Wiley Periodicals, Inc.

Key words: children; disparities; incidence; thrombotic thrombocytopenic purpura; TTP

Pediatric Hastalar

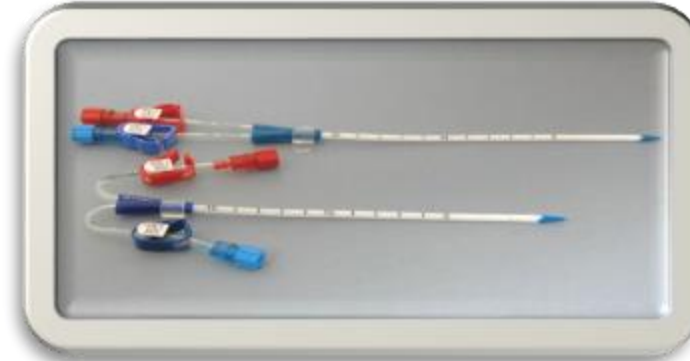
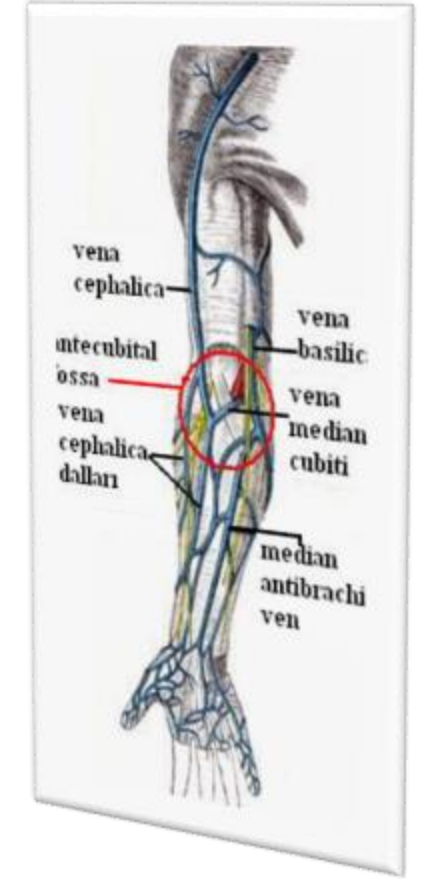
- Hızla gelişen organ sistemleri
- Küçük ama hızla değişen kan hacimleri ile karakterize bir hasta popülasyonunu temsil eder
- Bu da yalnızca uygulayıcıları teknik açıdan zorlamakla kalmaz, aynı zamanda yetişkinlerle karşılaştırıldığında terapötik yanıtı sıklıkla değiştirir.

- Ayrıca aferez cihazları çocukların küçük kan hacimlerine uyum sağlayacak şekilde tasarlanmamıştır.
- Bu, Hemodinamik değişiklikleri veya derin kırmızı hücre kütlesi değişimlerini önlemek için cihazlar albümin veya Eritrosit hazırlama ihtiyacına yol açar.
- Pediatrik aferez prosedürleri uygulanan çocuklarda olumsuz olayların ortaya çıkma potansiyeli yetişkinlere göre daha yüksektir.
- Küçük kan hacimleri, yetersiz damar erişimi ve aferez sağlayıcısı ile iletişim kurulamaması gibi hastayla ilgili faktörler pediatrik TA prosedürlerini daha riskli hale getirmektedir.



Vasküler Erişim

- Güvenli bir teröpatik aferez işlemini başarı ile gerçekleştirebilmek için en önemli faktör uygun bir damar yolunun sağlanmasıdır.
- Aferez işlemleri için yüksek debili akıma izin veren, sürekliliği olan damar yoluna ihtiyaç vardır
- Pedyatride bu çoğu zaman katater kullanımı ile mümkün olabilmektedir.
- Antekübital bölgeye 17-19 gauge iğne ile işlem gerçekleştirilebilir. Ancak çocuk hastalar için ideal olanı merkezi bir damara yerleştirilen çift lümenli yeterli akım sağlayan (hemodiyaliz kateteri) santral kateterlerin kullanılmasıdır.



Vücut ağırlığı	SVK seçimi
<10 kg	7 Fr
10-20 kg	8 Fr
20-50 kg	9 Fr

Kateter gerekliliğine ve hangi kateterin uygun olduğuna karar vermelidir. Bu kararı verirken;

- Prosedür tipi
- Hastanın damar yapısı
- Tedavi sıklığı ve süresi
- Altta yatan hastalık durumu
- TA işleminin aciliyeti
- Hastanın konforu ve rahatı
- Enfeksiyonlar ve pıhtılaşma gibi kateterle ilgili komplikasyonları önlemek için kateter bakımı kolaylığı gibi unsurlar göz önüne alınmalıdır.

Intravasküler Hacim

Çocuk hastalarda aferez işlemi ile ilgili volüm yüklenmesi veya hipovolemi kolayca gelişebilir

Hedef: Sabit bir intravasküler hacmi korumak

- intravasküler sıvı hacmi ve dolaşımdaki eritrosit kütlesi nedeniyle aferez sistemine geçici sıvı kaybı
- ✓ Total kan kaybı $< \%15$ TKH : **Değişiklik yok**
- ✓ Total kan kaybı $> \%15$ TKH : Hipovolemi semptomları - düşük kardiyak atım
- ✓ Total kan kaybı $> \%30$ TKH : Hipovolemi nedeniyle şok tablosu

Bulgular eritrosit kitle kaybından çok, sıvı kaybına bağlıdır

Hacim kayması

- Aferez işlemlerinde sınırlayıcı faktördür
- Hacim kayması, prosedürlerin tipine bağlıdır
- Tekrarlayan işlemlerde setin içerisinde kalan küçük hacimdeki kana bağlı olarak kronik kan kaybı oluşacağı unutulmamalıdır.
- İşlem öncesi özel dolum yapılmışsa işlem sonunda geri veriş yapılması hacim fazlalığına neden olabilir.

Sıvı Hacim Yönetimi

- Çocuk hastalarda aferez işlemleri sırasında sıvı eklenmesi ya da çıkarılmasına bağlı volüm değişiklikleri olur
- Hastanın intravasküler hacmindeki azalma kullanılan aferez cihazına, yapılan işlem özelliğine ve uygulanan protokole bağlıdır. Bu nedenle işlem öncesi;
- Hastanın TKH ve ECV oranı bilinmelidir
- Özellikle küçük çocuklarda işlem sırasında verilen sıvılar ve alınan kanlar TKH'nin önemli bir oranını oluşturabilir
- Hipovolemik reaksiyonlar özellikle ilk işlemlerde sık görülür
- Aferez işlemi hemodinamik veya klinik olarak stabil olmayan bir hastaya yapılıyor ise; yoğun bakım koşullarında gerçekleştirilmelidir

Total Kan Hacmi (TKH)

- TKH'nin hesaplanması; hacim hesaplamalarının, hacim kaybının ve işlem süresinin belirlenmesi için gereklidir.
- Erişkinler ile çocuklar arasında hesaplama farkı vardır.
- TKH'nin doğru hesaplanması, hacim kayması için güvenli sınırlar açısından önemlidir.
- Total kan hacmi hesabı yaparken kullanılan iki kural;
 - ✓ Gilcher'in 5'ler kuralı
 - ✓ Nadler'in formülü



Total Kan Hacmi Hesaplama Gilcher'in 5'ler kuralı

- Hastanın **cinsiyetine göre** ve şişman, zayıf, normal ve ya kaslı olmasına (bakınız Beden Kütle İndeksi) bağlı olarak kat sayılar belirlemiş.
- Bu kat sayıların hastanın kilosuyla çarpılmasıyla hesaplanır

	Erkek	Kadın	Beden Kütle İndeksi	Kategori
Şişman	60ml/kg	55ml/kg	18,5 'in altı	Zayıf
Zayıf	65ml/kg	60ml/kg	19,0-24,9	Sağlıklı Kilo
Normal	70ml/kg	65ml/kg	25,0-29,9	Kilolu
Kaslı	75ml/kg	70ml/kg	30 'un üzeri	Obez

$$\text{TKH} = \text{Katsayı} \times \text{Vücut ağırlığı (kg)}$$
$$\text{BKI} = \frac{\text{Vücut Ağırlığı (kg)}}{\text{Boy}^2 (\text{m}^2)}$$

Total Kan Hacmi Hesaplama Nadler formülü

- Boy, kilo ve cinsiyetini dikkate alarak oluşturulmuş karmaşık bir formül
- Hesaplama karmaşıklığından dolayı kullanıcılar tarafından tercih edilmemektedir.
- Aferez cihazlarının hesaplamalarında kullanılır.

Nadler formülü
Erkek: $(0.006012 \times H^3) + (14.6 \times W) + 604 = \text{ml}$
Kadın: $(0.005835 \times H^3) + (15 \times W) + 183 = \text{ml}$
H=height(inç olarak boy), W=weight(pound olarak ağırlık)

Çocuklarda Total Kan Hacmi Hesaplama



Yaş grubu	Yaklaşık kan hacmi (mL / kg)
Prematüre bebek, doğumda	90-105
Dönem yenidoğan bebek	80-90
3 aydan büyük çocuklar	70-75
Ergenler ve yetişkinler	Erkek :70 Kadın: 65

Linderkamp ve ark. **25 kg**'dan küçük pediyatrik hastalar için alternatif bir TKH hesaplaması belirlemiş

9,1 kg ve 25 kg arasındaki hastalar için **80 mL / kg**

9,1 kg'dan düşük pediyatrik hastalar için **90 mL / kg**

Ekstrakorporeal Hacim (ECV)

- İşlem sırasında vücudun dışında ve setin içerisinde bulunan kan hacmi
- Aferez cihazına göre farklılık gösterir
- İşlemin gerçekleştirildiği cihazın tipine, çalışma prensibine, işlemin tipine bağlı olarak değişmektedir.
- Kan ısıtıcı kullanılırsa +35-40 ml eklenir
- Aralıklı akım ile çalışan, tek damar yolunun kullanıldığı işlemlerde daha yüksek

ECV > TKH'nin %10-15 ise modifikasyon gerekir

Eritrosit hacmi

- Güvenli bir aferez işlemi için dokulara yeterli oksijen desteğinin sağlanması gerekli
- Eritrosit hacim eksiklikleri aferez cihazı hasta kanı ile dolmaya başladığında oluşur ve işlem sonuna kadar devam eder
- Hastanın klinik durumuna göre işlemden önce güvenli bir minimum hematokrit seviyesi belirlenmesi için işlem sırasındaki Hct düzeyi hesaplanmalıdır
- İşlem sırasındaki kayıp **%25**'in altına inmeye neden olacak ise eritrosit prime ile işleme başlanması uygun olacaktır



Çocuk hastada güvenli aferez işlemi

Standart aferez işlemi, aferez cihazına geçici bir tam kan kaybı oluşumuna neden olur. Bu kayıp hem eritrosit kitlesi hem de intravasküler sıvı kaybı şeklindedir ve intertisyel alandan geçiş ile bu kayıp desteklenmez.

Kaybın hemodinamik etkisi, hastanın klinik durumu ve vücut ağırlığı ile ilgilidir. Güvenli aferez işlemi için;

- ✓ Devamlı sabit intravasküler volüm
- ✓ Dolaşımda uygun eritrosit kütlesi
- ✓ Hipokalsemiden korunma
- ✓ Hipotermiden koruma

Antikoagulanlar

İşlem prosedürüne göre değişir

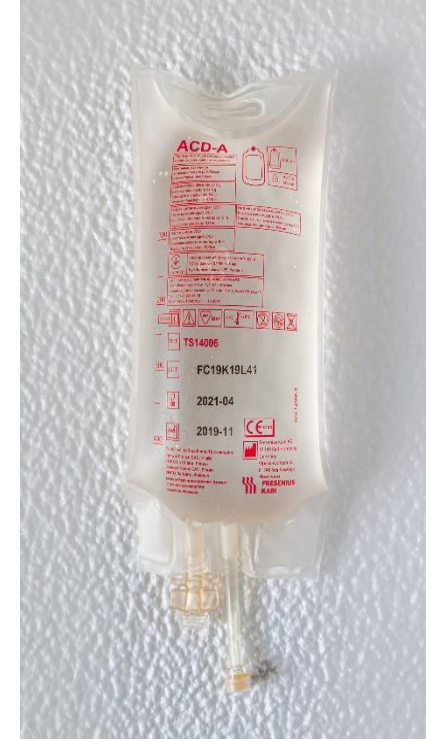
- **ACD** (9:1 – 14:1) Sitrat güvenlik ve etkinliği nedeniyle değişim prosedürlerinin çoğu için tercih edilmektedir (TPE: 10:1- WBCD: 13:1)

Bu oran şunlara göre ayarlanır

- ✓ KCFT
- ✓ Platelet sayısı
- ✓ Replasman sıvılarına göre

- **Heparin**

- ✓ 0.5 – 2.0 u/ml



Sitrat toksisitesi semptomları (hipokalsemi)

Çok küçük veya ağır hastalığı olan çocuklarda sitrat toksisitesine ait ilk belirtiler gözden kaçabilir

- Hiperventilasyon
- Bulantı, kusma
- Ağız çevresinde soluklaşma
- Karın ağrısı
- Ağlama, huzursuzluk ve ajitasyon
- Daha ağır durumlarda hipotansiyon
- Kardiyak ritim bozukluğu (kardiyak aritmi, bradikardi, hipotansiyon)
- Periferik ve perioral paresteziler (Chevostek ve Trousseau bulguları)
- Kas spazmı, kramplar
- Şiddetli olgularda tetani

Hipokalsemi

Çocuk hastalarda sitrat toksitesini önlemek için

- İyonize kalsiyum düzeyinin aferez öncesi/sonrası takibi
- ACD/tam kan oranının düşürülmesi (inlet düşük)
- Heparin + sitrat kombinasyonunun antikoagülan olarak kullanımı



İyonize Kalsiyum

Plazma kalsiyumunun %50'si iyonize halde, %40'ı proteinlere (yaklaşık %90'ı albumine) ve %10'u anyonlara (fosfat, karbonat, sitrat vs.) bağlı halde bulunmaktadır

Matematiksel olarak hesaplanarak elde edilen total kalsiyum ölçümleri özellikle kritik hastalarda **albumin konsantrasyonunda** oluşabilecek değişikliklerden dolayı hatalı değerlendirmelere neden olabilir

Hipokalsemi en doğru şekilde iyonize kalsiyum değerleri baz alınarak saptanabilmektedir.

Hipoalbuminemi nedeniyle ölçülen hatalı düşük kalsiyum düzeyleri, iyonize kalsiyum değerinin ölçülmesiyle ekarte edilmelidir.

İyonize Kalsiyum (Zeisler metodu)=[(6 × Total Kalsiyum(mg/dL)–(Total Protein × 3)] /(Total Protein + 6)

Hipokalsemi risk grubu

- Karaciğer transplantasyonu (sitratin metabolize edilme kapasitesi azalmış hastalar)
- KC, böbrek yetmezliği
- Paratiroid fonksiyon bozukluğu
- Ağır hastalığı olan çocuklarda
- Bazal Ca^{++} düzeyi düşük

Kalsiyum replasmanı

- %10 luk Kalsiyum Glukonat ile 100 mg/kg veya 1ml/kg geçmemeli (bire bir oranında dilüe edilmelidir)
- Yavaş infüzyon şeklinde verilmeli
- Kalp tepe atımı takip edilmeli
- Hasta monitörize olmalı



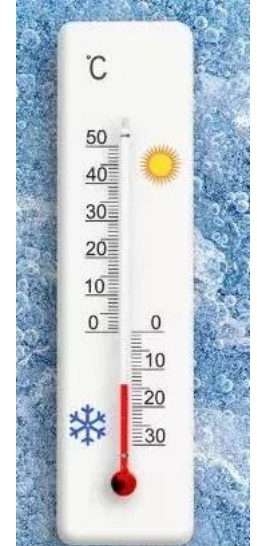
Heparin Kullanımı

- Heparin kullanımının kontrendike olduğu durumlarda kullanılmamalıdır. (örn. kanama veya kanama riski)
- Heparin kullanılıyorsa, pıhtılaşmanın izlenmesi, işlem başlamadan önce ve işlem sonrasında aktif parsiyel tromboplastin zamanı testi (APTT) ve protrombin zamanı (PT) değerlendirilmesiyle gerekmektedir.
- Ayrıca hastalar kanama semptomları açısından da izlenmelidir.

Hipotermi

- Hastanın kan hacminin önemli bir kısmı vücut dışına alındığında çevresel koşullara bağlı olarak ısı kaybı olur
- Çocuk hastada aferez işlemi sırasında yaşamı tehdit eden hipotermiden korumak için kan ısıtıcılar kullanılabilir
- Isı kaybının derecesi üç ana faktöre bağlıdır;
 - ✓ Ekstrakorporeal hacim / Total kan hacmi oranı ne kadar büyük ise
 - ✓ Kanı alma hızı veya replasman hızı / Kardiyak output oranı ne kadar büyük ise
 - ✓ Aferez sisteminin ısı sağlama veya koruma özelliği ne kadar az ise
 - ✓ Bebeklerin termoregulasyonunun çabuk bozulması

ısı kaybı riskini arttırır



Hipotermide yaklaşım

- Replasman sıvısının ısısı
- Vücut ısısı takibi
- Kan ısıtıcısı kullanılabilir(Ekstrakorporeal kan hacmi artar – Hemoliz olasılığı artar)
- Perifer dolaşım takibi
- Hasta ısıtma sistemi kullanılabilir.

Trombosit kaybı

- Aferez işlemlerinde dolaşımdaki trombositlerde %5-30 azalma
- Bunun nedeni, plazma ile birlikte trombositlerin de çıkarılmasıdır.
- Kanama riski olan hastalarda trombosit transfüzyonu endike olabilir.
- İşlem öncesi hastanın trombosit sayısının bilinmesi gereklidir.

Replasman sıvısı

➤ Albumi

(dilüsyonel anemisi, hipotansiyon, Koagülasyon faktörlerinde azalma)



➤ Plazma veya RBC (% sitrat)

(Sitrat yükü, ürtiker, anafilaktik reaksiyon, yüksek enfeksiyon riski)

➤ Diğer



Teknik Hususlar

- Ekstrakorporeal Hacim
- Düşük inlet hızı
- Sürekli akım & Aralıklı akım
- Antikoagulan ve doz seçimi
- Özel dolum (RBC veya diğer)
- Kan Isıtıcısı
- Özel dolum sonrası geri veriş



Ne zaman özel dolum?

- İşlem sırasındaki Hct % <25 ise
- ECV hastanın TKH'nin %10-15'ini geçmesi
- Düşük kilolu (<25 kg) hastalar
- Hemodinamik olarak instabil hastada
- Organ iskemisi riski taşıyan hastalar
- Prosedür sırasında aşırı hacim yüklemesi olmadan, gerekirse hastanın hematokritini yükseltmek için

Özel dolum sıvısı

- Prime solüsyonu genellikle serum fizyolojiktir. Özel dolum gerektiren durumlarda albümin, TDP ve eritrosit süspansiyonu kullanılabilir
- Priming/özel dolum için en uygunu hasta kanı ile cross-match uyumlu, ışınlı, filtreli eritrosit süspansiyonudur.
- Aferez işlemi sırasında cihazın ECV'si düşünüldüğünde özellikle küçük çocuklarda hasta ciddi düzeyde anemik ve/veya hemodinamik olarak instabil olacağı için işlem başında ***hastanın hematokritinden daha yüksek değerde hemotokriti olan kan manüplasyon yapmadan kullanılmalıdır.***

Eritrosit özel dolum

Eritrosit ile besleme

Normal serum fizyolojik ile prime yapıldıktan sonra dışarıdan manuel olarak kasnak eritrosit ile doldurulur ve prime için kullanılan serum fizyolojik atık torbasına gönderilir.

Özel dolum

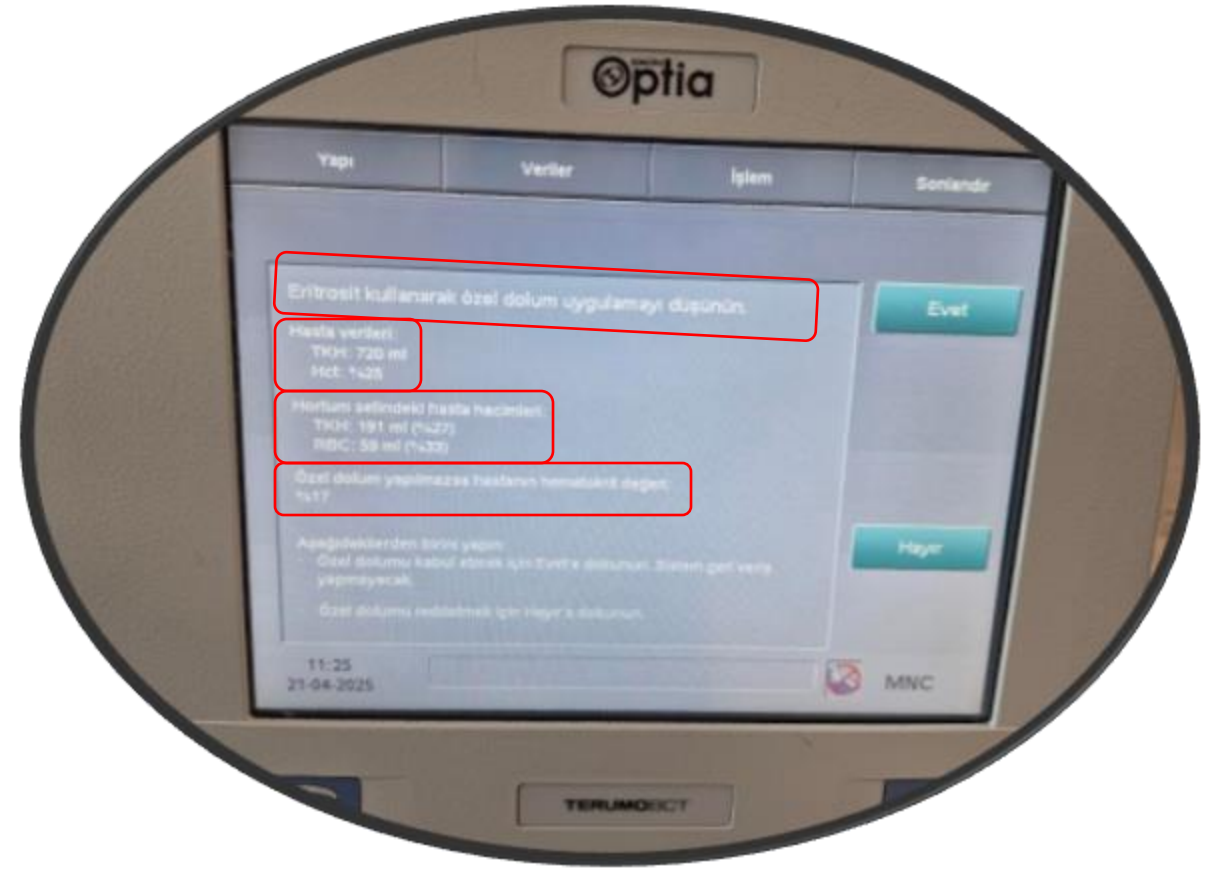
İşlem prosedürüne göre hasta boy kilo, cinsiyet ve hct değeri girilerek TKH ve ECV oranı ile işlem sırasındaki hct oranı cihaz tarafından hesaplanıp hastanın öngörülen HCT değerine ve ECV oranına göre özel dolum önerilir.

Prosedür basamakları takip edilerek özel dolum yapılır

İkinci yöntemin kullanımı önerilmektedir. Bunun nedenleri;

- ✓ Daha güvenli bir teknik işlemdir.
- ✓ Hastaya dönen kan hacmi tam olarak belirlenebilir
- ✓ Kontaminasyon riski düşüktür
- ✓ Sıvı dengesi korunur

Eğer hastanın intravasküler hacminin genişlemesi bir sorun değil ise işlemden önce basit transfüzyon ile hastanın hematokritinin yükseltilmesi de alternatif bir yöntem olarak kabul edilebilir.



Reinfüzyon?

- Hedeflenen final hematokrit değeri hastanın ihtiyaçlarına göre belirlenir ve gerekiyor ise işlem sonunda kasnakta kalan eritrositin reinfüzyonu ile hastanın hematokritinin artması sağlanabilir.
- Eritrosit prime yapılan bir işlemde pozitif hacim kayması olacağı için **geri veriş (reinfüzyon) önerilmez.**
- İşlem sırasındaki hacim kayması hesaplanırken antikoagülan infüzyonlarının dışında kalsiyum ve diğer ilaçlar, intravenöz flashlar da hesaplanmalıdır

YETİŞKİN	PEDİATRİK
Ağırlık : 70 kg Erkek HCT: %28	Ağırlık : 8 kg Erkek HCT:%28
TKH: $70 \text{ kg} \times 70 \text{ ml/kg} = 4900 \text{ ml}$	TKH: $8 \text{ kg} \times 90 \text{ ml/kg} = 720 \text{ ml}$
EKH: $195 \text{ ml} / 4900 \text{ ml} = \%3,97$	EKH : $195 \text{ ml} / 720 \text{ ml} = \%27,08$
TEH: $4900 \text{ ml} \times 0,28 = 1372$	TEH: $720 \text{ ml} \times 0,28 = 201,6$
TPH : $4900 \text{ ml} \times (1-0,28) = 3528$	TPH : $720 \text{ ml} \times (1-0,28) = 518,4$
İşlem Sırasındaki HCT: %26,8	İşlem Sırasındaki HCT: %20,4
	Eritrosit ile özel dolum HCT:%50 İşlem Sırasında HCT : $(201,6+97,4)/(720+195) = \%32,6$

Örnek: 10 kg çocuk hasta nöroblastom tanılı zor mobilizasyon mazobil yapılmış PBSC işlemi yapılacak CD34: 25 h/ul HCT: %21 Hb :7 PLT: 150 BİN

Plan

- ✓ Sürekli akım cihazı (ECH:185 ml)
- ✓ RBC ile özel dolum (RBC%50 hct)
- ✓ İşlem öncesi RBC verilmelimi Hasta HCT sini yükseltmek ?
- ✓ İşlem sonrası reinfizyon ?

TKH:10X80=800 ml

ECH:185/800= %23+?

TEH:800X0,21=168 ml

%50 hct olan RBC ile özel dolum yapılırsa işlem sırasındaki HCT kaç olur?

Ekstrakorporeal Eritrosit Hacmi : 185X0,50=92,5

İşlem sırasında HCT= $\frac{TEH + \text{Ekstrakorporeal Eritrosit Hacmi}}{TKH + \text{Ekstrakorporeal hacim}} = \frac{168 + 92,5}{800 + 185} = 0,26$

TKH+ Ekstrakorporeal hacim

800+185



Örnek: 11 yaş erkek hasta 38 kg Akut lökoz WBC:550 bin acil lökoferez yapılacak. Hct: %28 plt:80 bin

PLAN

- ✓ Hemodiyaliz katateri.
- ✓ Kullanılacak cihaz ve set seçimi **sürekli akım cihazı** (set hacmi=**297 ml**)
- ✓ TKH: $38 \times 70 = 2660$
- ✓ EKH: $297 / 2660 = \textbf{\%11}$ ve **ATIK ?**
- ✓ **Eritrosit özel dolum**
- ✓ Hedef sıvı dengesini sağlamak için **replasman sıvısı TDP**
- ✓ Hedef işlenecek total kan hacmi **1,5-2**

İŞLEM

- ✓ İşlenen TKH :**1,6**
- ✓ İnlet ortalama :**28** ml/dk
- ✓ İşlem süresi :**154** dk
- ✓ Atık **1200ml** = TDP (**901ml**) + ACD(**253ml**)+**100** ccsf+2 amp CA+
- ✓ İşlem sonrası hasta değerleri
- ✓ WBC: 215 BİN **%60**
- ✓ HCT: %27,6
- ✓ PLT : 48 bin **%40**

- Her hastanın hastalık durumuna, yaşına ve kilosuna bağlı olarak işlem sırasında oluşabilecek hemodinamik değişiklikleri telafi etme yeteneği farklıdır.
- Bu nedenle, prosedüre başlamadan önce, kabul edilebilir bir intravasküler hacmi korumak amacıyla aferez ekipmanının hazırlanması için uygun replasman sıvısının hacmi ve seçimi de dahil olmak üzere kişiselleştirilmiş prosedür parametrelerinin geliştirilmesi gereklidir.
- TKH ve EKH her yaş aralığı için vaka bazında hesaplanmalı hem aferez setinin hacmi hem işlem sırasında kullanılan ek aksesuarlar dikkate almak gerekir.

Çocukta Güvenli Aferez İşlemi

- Her hasta için güvenli işlem prosedürü geliştirilmelidir
- Devamlı sabit intravasküler volüm sağlanması **(düşük ekstrakorporeal hacimli sürekli akım cihazlar kullanılmalı)**
- Dolaşımda uygun eritrosit kütlelerinin sağlanması
- Hesaplama ve planlar iyi yapılmalı
- Hastanın sıvı ve elektrolit durumuna en uygun replasman sıvı türlerinin seçimi
- Çocuklar, özellikle TDP gibi sitratlı replasman ürünleri kullanılıyorsa, ACD'nin hipokalsemik etkilerine karşı daha duyarlı olduğu için Hipokalsemiden korumalı (sitrat oranlarının düşürülmesi)
- Hipotermiden koruma
- Özellikle çocuklarda iletişimin sınırlı olması nedeniyle dikkatli bir izlem (gözetim, hayati belirtiler, laboratuvar testleri) bir zorunluluktur.
- Hastanın aldığı ilaçlar, koagülasyon durumu, transfüzyon reaksiyon öyküsü sıvı ve elektrolit durumu, iyonize kalsiyum düzeyi, kardiyak, renal ve hepatik fonksiyonları incelenmelidir

Sekiz Yıllık 18 Yaş Altı İşlem İstatistikleri

YIL	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	TOPLAM
TPE	189	202	255	234	480	313	176	111	1960
ECP	213	384	431	158	357	184	108	100	1935
WBCD	-	16	5	17	8	3	4	3	56
RBCX	-	6	2	4	11	5	4	5	37
IA -DOUBLE FİLTRASYON	4	-	-	-	28	94	91	42	259
PBSC	23	21	18	13	9	5	6	8	103
KEMİK İLİĞİ İŞLEME	-	11	14	12	36	12	7	6	98
TOPLAM	429	640	725	438	929	616	396	275	4448

➤ En küçük TPE 9 aylık bir hasta işlem yaptık En düşük vücut ağırlığı ise 6 kg idi.

➤ WBCD işleminde 3 aylık bir hastaya işlem yaptık. Vücut ağırlığı 5,3 kg idi

SONUÇ

- TA, gerekli teknik ve tıbbi gereksinimlere sahip tesislerde güvenle kullanılabilen bir tedavi yöntemidir.
- Yetişkin popülasyondaki deneyimlerden elde edilen kanıta dayalı bir yaklaşım, pediatrik popülasyona tam anlamıyla uyarlanamaz. Çocuklar özel olarak değiştirilmiş protokollere ihtiyaç duyarlar
- Pediatrik popülasyon için endikasyonlar ve prosedürler standardize edilmelidir. Bu nedenle daha fazla prospektif randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç vardır.
- Son zamanlarda cihaz tasarımında güvenlik ve verimlilik açısından dikkate değer gelişmeler sağlandı. (ECV azalması, Pıhtıları, hava oluşumunu ve tehlikeli hat basınçlarını tespit etmek için monitörler ve alarmlar geliştirilmiştir. Özel dolum ve düşük inlet hızları ile işlem yapma imkanı sağlamaları) Bu da pediatrik hastalarda kullanımı için cazip hale getirdi.

SONUÇ

- Aferez kullanıcıları özellikle düşük vücut ağırlığına sahip pediatrik hastalarda, özel deneyime sahip olmaları gerekmektedir.
- Pediatrik hastalarda her merkez kendi deneyimlerine ve sıklıkla kendi korkularına göre hareket eder.
- Kullanıcılar arasında bilgi ve deneyimlerin paylaşımı; problemleri çözmek, yeni fikirler geliştirmek, prosedürleri uygulamak, konularda işbirliği yapabilmek ve bilgi birikimlerinin aktarılma konusunda önemlidir.

Teşekkürler

