

# Hasta Örnekleri ile Yoğun Bakımda Sürekli Diyaliz (CVVH, CVVHD...)

Dr. Erkin Serdarođlu

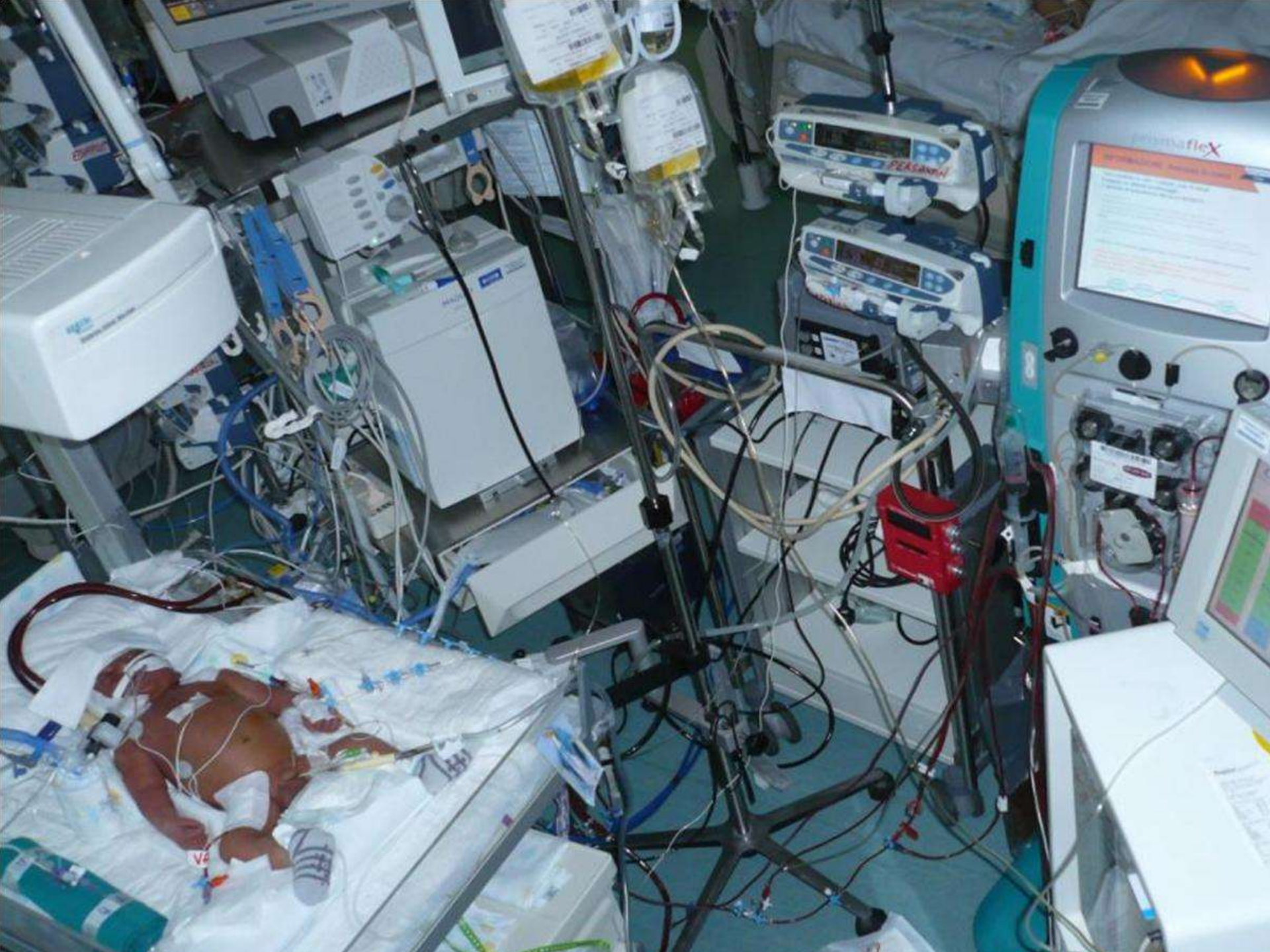
Sađlık Bilimleri Üniversitesi, Dr. Behçet Uz Çocuk Hastanesi

**ÇND Uygulamalı Hemodiyaliz Kursu**

**Hemodiyaliz Kursu – 2**

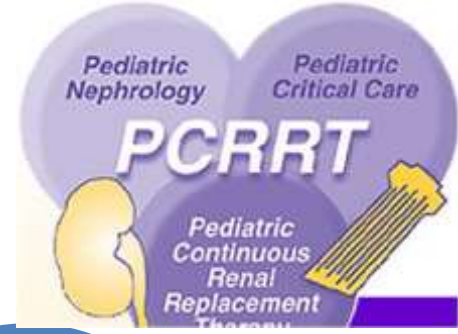
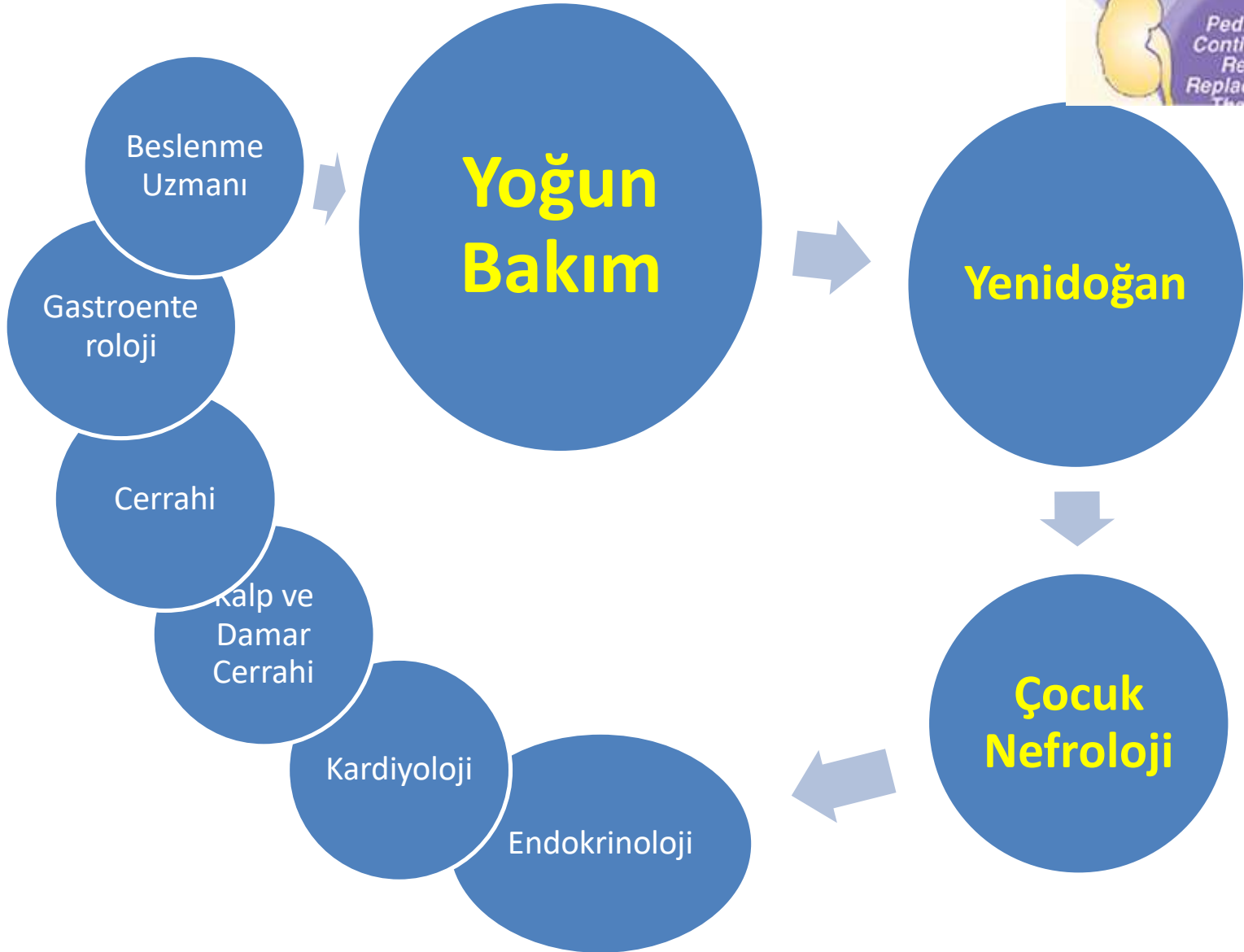
**27-28 Eylül 2019**

**Antalya**



# Yoğun Bakım Hastasında Renal Replasman Tedavisi

- Diyalize edilebilen solüt uzaklaştırma
  - Üre, toksin, intoksikasyon
- Elektrolit dengesizliği (kontrol edilemeyen )
- Asid-baz dengesizliği (kontrol edilemeyen )
- Sıvı uzaklaştırma (ultrafiltrasyon)
  - Sıvı replasmanı, beslenme, kan ürünü, ilaçlar
- Hazırlık yap
  - İletişim, eğitim (hekim ve diğer), cihaz, set ve sıvılar, diyaliz yolu
- Geç kalma



# Hasta 1

- 4 yaş, 10 kg, 90 cm, kız
- 5 gün önce palyatif kardiyak cerrahi operasyon
- Postoperatif 1. gün sCr 1,6 mg/dl, 4. gün 0,8 mg/dl
- İdrar çıkışında diüretiğe karşın giderek azalma (110 ml/gün)
- 5. gün belirgin ödemli, batında belirgin asit, mekanik ventilasyon ihtiyacı
- Hemoglobin'de düşme (7 g/dl), trombositopeni 80.000/mm<sup>3</sup>
- Vücut ağırlığı 11,5 kg
- Öneri;
  - a) Sıvı ve beslenme kısıtlaması, diüretik ve pozitif inotrop
  - b) Diğer

# Sıvı Yüklenmesi

- Kardiyak cerrahi, sepsis
- Organ disfonksiyonu (kalp, AC, barsak, böbrek)
  - Hipoperfüzyon, RAS aktivasyonu, inflamasyon artışı, kapiller kaçak, ödem (doku ve organ), doku bütünlüğü, akciğer ödemi, barsak ödemi, karın içi basınç artışı
- Sıvı yükü %1↑ → mortalite %3↑
  - AKI yoksa bile
- Sıvı yükü >%20 → 8 kat mortalite
  - Sıvı yükü (%) = [(verilen sıvı (L)-çıkan sıvı (L))/başvuru ağırlığı (kg)] x 100
  - Sıvı yükü (%) = [(ağırlık (kg) – başvuru ağırlığı (kg))/başvuru ağırlığı (kg)] x 100
  - Düzeltilmiş Cr = sCr x [1 + (net sıvı balansı/TBW) ]

# Hasta 1

- 10 kg → 11,5 kg
  - Sıvı yükü (%) =  $[(11,5 - 10) / 10] \times 100 = (1,5/10) \times 100 = \%15$
  - Düzeltilmiş Cr =  $0,8 \times [1 + (1,5/10 \times 0,6)] = 0,8 \times 1,25 = 1,0 \text{ mg/dl}$
- Sıvı replasmanı, beslenme, kan ürünü
- Renal replasman tedavisi (RRT)
- Karar = RRT gerekli
- PD – HD - CRRT
  - PD = intradiabdominal P, aciliyet
  - HD = hemodinamik instabilite
  - CRRT

# RRT Seçenekleri

**Hasta özellikleri** (hastalık/semptom, hemodinami, vücut ağırlığı)

**Tedavi hedefi** (sıvı uzaklaştırma, elektrolit dengesi, toksin uzaklaştırma)

**Merkez** (seçeneklerin varlığı, deneyim, ön hazırlık)

## Periton Diyalizi

- Avantaj
  - Damar yolu yok
  - Priming yok
  - Antikoagülasyon yok
  - Hemodinamik stabil
  - Emek rölatif az
- Dezavantaj
  - Düşük klirens
  - Erken sızıntılar
  - Abdominal P ↑
  - Karın içi olayda kullanılamaz

## Hemodiyaliz

- Avantaj
  - Yüksek etkinlik
  - Kolay ulaşım
- Dezavantaj
  - Damar yolu, cihaz
  - Priming
  - Hemodinamik değişiklik
  - Antikoagülasyon
  - Yoğun emek

## CRRT

- Avantaj
  - Yavaş ve daha stabil
  - İyi hemodinami
  - Etkinlik
- Dezavantaj
  - Damar yolu, cihaz
  - Priming
  - Antikoagülasyon
  - Çok yoğun emek
  - Eğitimli çok sayıda çalışan

# RRT Seçenekleri

Modalite	CRRT	SLED	HD	PD	Sürekli Akım PD
BFR	3-5 ml/kg/dk	3-5 ml/kg/dk	3-5 ml/kg/dk	10-20 ml/kg/c	10-20 ml/kg/c
DFR	0-4 L/saat	6 L/saat	30-50 L/saat	0.5-2 L/saat	0.5-2 L/saat
RFR	0-4 L/saat	0	0	0	0
Antikoagülasyon	Heparin/sitrat	Heparin/sitrate	Heparin/yok	Yok	yok
Hemodinami	Kısmen	Stabil	Riskli	Stabil	Stabil
Isı kontrolü	Evet	Evet	Evet	Kısmen	Kısmen
UF kontrolü	Evet	Evet	Evet	Kısmen	Kısmen
Solüsyonlar	Hazır	Online	Yok	Hazır	Hazır
İlaç klirensi	Sürekli	Aralıklı	Aralıklı	Sürekli	Sürekli
Beslenme etkisi	Sürekli	Aralıklı	Aralıklı	Sürekli	Sürekli

# İşlem Akışı

- Başlama kararı
  - Geç kalma
- RRT yöntemi
  - PD, HD, **CRRT**
- Damar/diyaliz yolu
- Cihaz seçimi
- Filtre, set, solüsyon seçimi
- Priming (doldurma)
- Antikoagülasyon
- Ayarlamalar
  - Kan akımı (BFR)
  - Replasman (RFR)
  - Diyalizat (DFR)
  - UF hızları (UFR)
- Klinik ve laboratuvar izlemi
- Geri bildirim ve kalite kontrol (sürveyans)

# Damar Yolu Erişimi - Kateter

- Kolay yerleştirme
- Yeterli kan akımı
  - Minimum 30-50 ml/dakika
    - 400 ml/dakika/1.73m<sup>2</sup>
  - Yenidoğan 10-12 ml/kg/dakika
- Damara az zarar
- En geniş ve kısa olan
  - **SIZE DOES MATTER (iyi akım, az direnç)**



Poiseuille's law:  $R = 8\eta L/\pi r^4$

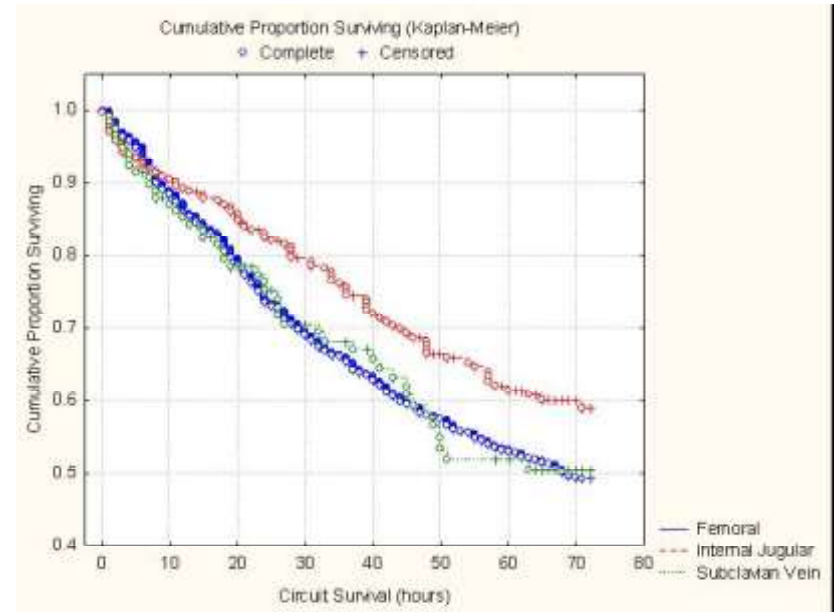
# Santran Venöz Kateter

- Femoral
  - (+) Kolay erişim, kanama kontrolü
  - (-) Kink, resirkülasyon, tromboz, intraabdominal basınç artışında problem, 7-8 Fr kateter yenidoğan için uygun değil, hasta hareketi
- Subklavien
  - (+) Kısa kateter, iyi akım
  - (-) Hemostaz, venöz daralma, kink, hemo/pnömotorax
- **Internal Juguler**
  - (+) Kısa kateter, iyi akım, cutt-down ile yerleştirme
  - (-) Hemostaz, uzunluk, hemo/pnömotorax

# Kateter

## Sürvi (60.saat)

Fr	Teknik Sürvi
Femoral	%52
Subklavien	%51
İnternal juguler	%60*
5 Fr	%0
7 Fr	%43*
8 Fr	%55



# Kateter Seçimi

HASTA	KATETER	YER
Yenidoğan	<del>2 adet tek lümen 5 Fr</del>	<del>Femoral arter veya ven</del>
	Çift lümen 6,5-7 Fr	İnternal/eksternal juguler veya subklavien/femoral
3-6 kg	Çift lümen 7 Fr	İnternal/eksternal juguler veya subklavien/femoral
6-12 kg	Çift lümen 8 Fr	İnternal/eksternal juguler veya subklavien/femoral
12-20 kg	Çift lümen 9 Fr	İnternal/eksternal juguler veya subklavien/femoral
20-30 kg	Çift lümen 10 Fr	İnternal/eksternal juguler veya subklavien/femoral
>30 kg	Çift lümen 10 Fr	İnternal/eksternal juguler veya subklavien/femoral

Umblikal kateter uzunluk, direnç artışı ve hepatik kateterizasyon nedeni ile tercih edilmemelidir

# CRRT Cihazları Türkiye

**Prismaflex – Baxter (Gambro)**



**Multifiltrate - Fresenius**



# CRRT Setleri Türkiye

Sistem	Set	Materyal	Yüzey Alanı	Dolum Volümü	Tedavi Seçenekleri
Prismaflex	HF20	PAES	0,42 m <sup>2</sup>	60 ml	Tümü
Prismaflex	M60	AN 69	0,60 m <sup>2</sup>	97 ml	Tümü
Prismaflex	M100	AN 69	0,90 m <sup>2</sup>	152 ml	Tümü
Multifiltrate	AVpaed	PAES	0,20 m <sup>2</sup>	72 ml	CVVHDF (-)
Multifiltrate	AV400S	PAES	0,75 m <sup>2</sup>	108 ml	SCUF (-)

PAES = polysulfone

AN69 (AN69ST) = Poltacrilonitrile ( $\pm$  polyethyleneimine)

(-) yük  $\rightarrow$  Bradikinin salınımı (5-10. dk hipotansiyon, solunum güçlüğü)

# CVVHF / CVVHDF

## Pre-dilüsyon

- Düşük solüt klirensi
- Yüksek ultrafiltrasyon
- Yüksek membrane yüzeyi
- Pıhtılaşmada azalma
  - Filtre ömrü
- Post filtre kan örneklerinin sonucu değişir

## Post-dilüsyon

- Yüksek filtrasyon fraksiyonu
- İyi klirens

## Post + Pre-dilüsyon

# Solüsyonlar

- Diyaliz Sıvısı (difüzyon) - CVVHD
- Replasman sıvısı (konveksiyon) – CVVHF
- CVVHDF – Diyaliz + Replasman sıvısı (aynı sıvı)
- Bikarbonat/laktat içeriği
  - Klirens değişik değil
  - KC yetmezliğinde bikarbonat
  - Laktik asidozda (sepsis, metabolik hastalık) ?
- Hazır solüsyonları tercih et (hata riski)
  - ~~PD solüsyonları (hiperglisemi, asidoz)~~
  - Multibic/Prismocal
- Gereğinde solüsyon içeriği değişebilir
- Fizyolojik ölçüde Na-Cl, Ca, Mg, Glikoz

# CRRT Solüsyonları Türkiye

Replasman = Diyaliz

Solüsyon	Na	K	Cl	Ca	Mg	HCO <sub>3</sub>	Laktat	Glikoz	Osm
Prismocal OK	140	0	109,5	1,75	0	32	3	0	286
Prismocal 2K	140	2	111,5	1,75	0	32	3	6,1	297
Prismocal 4K	140	4	113,5	1,75	0	32	3	6,1	301
Prismocal Ca'suz	140	0	113,5	0	0	32	3	0	282
Multibic K0	140	0	109	1,5	0,50	35	3	5,55	292
Multibic K02	140	2	111	1,5	0,50	35	3	5,55	296
Multibic K3	140	3	112	1,5	0,50	35	3	5,55	298
Multibic K4	140	4	113	1,5	0,50	35	3	5,55	300
Ci-Ca K2	133	2	116	0	0,75	20	3	5,55	
Ci-Ca K4	133	4	116	0	0,75	20	3	5,55	

# Antikoagölasyon

- Trombosit aktivasyonu, protrombotik ve inflamatuvar aktivasyon, küçük kataterler, düşük kan akım hızı, türbülant akım, yüksek hematokrit
- Antikoagölasyon **YOK** (iyi-geniş kateter, yüksek kan akımı)
  - Aktif kanama, Trombosit < 50.000/mm<sup>3</sup>, ACT/APTZ uzun
- Heparin
  - Yükleme 10-20-25-50 Ü/kg, idame 10-20 Ü/kg/saat
  - ACT 180-220 saniye (HEDEF) veya APTZ X1,5-2,0 (45-65 sn)
  - ACT>220 heparin 1 Ü/kg/saat azalt, <180 heparin 1 Ü/kg/saat artır (%10 titrasyon)
  - Ölçüm filtre sonrası yapılmalı
  - Her kan transfüzyonu, set değişimi sonrası yinelenmeli
  - Kanama, trombositopeni
- Sitrat
  - Filtre öncesi sitrat, filtre sonrası Ca infüzyonu
    - Ca 3,2 → 9,6 mg/dl
  - Her kan transfüzyonu, set değişimi sonrası yinelenmeli
  - Hastaya verilen antikoagölasyon yok (emniyetli)
  - Metabolik alkaloz, hipernatremi, bradikinin salınım sendromu, yüksek ilaç klirensi
- Prostaglandin (epoprostenol), LMWH, Nafomostat mesilate v.s

# Priming - Ekstrakorporal Volüm

- Ekstrakorporal völüm  $\geq$  %10-15 hasta kan volümü
  - <10 kg
- Hasta pH ve iCa deęeri
- Kan, albumin, serum fizyolojik
- Protokol önceden belirlenmiř olmalı
  - Prime sıvısı 75 ml ERT + 75 ml NaHCO<sub>3</sub> + 300 mg Ca-gluconat
  - Jenkins formülü
    - ERT 80 ml + albumin (%5) 55 ml + heparin 150 Ü + NaHCO<sub>3</sub> 12 mEq + Ca-gluconate 2 ml
  - Cross prime (eski setten yeni sete)
  - Baby Buffer' teknięi ?
    - Hastaya kan ver, hasta kanını prime sıvısı olarak kullan
- Yenidoğan 3 kg X 80 ml = 240 ml kan hacmi
  - Emniyetli volüm 24-36 ml
  - Tüm setlerin dolum volümü bunun üstünde

# CRRT Reçeteleme

- Kan akım hızı ( $Q_b$ )
  - 3-10 ml/kg/dk (YD'da üstü), minimum 50 ml/dk
  - 0-10 kg için 50 ml/dk (kateter!!!)
  - Basınlara dikkat (erişim yolu, dönüş, transmembran)
- Replasman sıvısı akım hızı ( $Q_r$ )
  - 35-40 ml/kg/saat, 2-3 L/saat/1.73 m<sup>2</sup>
  - $Q_e/Q_b > 1,5$
- Diyalizat sıvısı akım hızı ( $Q_d$ )
  - 2-3 L/saat/1.73 m<sup>2</sup> – 8 L/saat/1.73 m<sup>2</sup>
- Ultrafiltrasyon hızı (UFR)
  - Gereksinime hemodinamik gereksinimine göre (balans)
    - konveksiyon için gerekli
  - 1-2 ml/kg/saat, kan volümünün saatte %1-3'ü
  - Saatlik balans izlemi

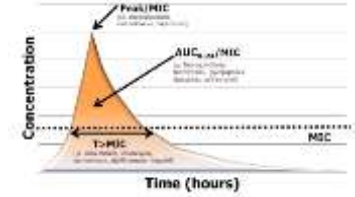
# CRRT Reçeteleme

- CRRT dozu =  $Q_r + Q_d + UFR$  (ml/saat) = **TOPLAM ATIK**
  - 40-60 ml/kg/saat veya 2-2,5 L/saat/1,73 m<sup>2</sup>
  - Minimum doz 35 ml/kg/saat\* altında prognoz kötü
  - 8 L/saat/1,73 m<sup>2</sup>
  - Yüksek dozlar; metabolik hastalıklar, intoksikasyon, aşırı yüksek K<sup>+</sup>
  - Reçete edilen doz > > > Hastaya ulaşan doz (resirkülasyon, yüksek filtrasyon fraksiyonu, pıhtılaşma, araya giren alarmlar, set değişimi vs.)
  - Yetersizlikte önce konvektif (Q<sub>r</sub>) sonra difüzyif klirensi (Q<sub>d</sub>) artır
  - Gereğinde Q<sub>b</sub> ve filtre büyüklüğünü (m<sup>2</sup>) artır
  - Metabolik anormallikleri düzeltirken (remove) oluşan tedavi ilişkili anormallikleri düzelt (replace)

# Beslenme

- Mutlaka verilmeli - prognostik
- İşlem sırasında ciddi aminoasit kaybı
- Diyaliz yapılmayan ABH'de öneri 1,5 g/kg/gün
- CVVHF/CVVHD/CVVHDF öneri 3-4 g/kg/gün

# RRT – İlaç Dozları



Metabolizma (KC), Atılım (Bb)

Dağılım volümü (↑ ise diyalizere az erişim), Molekül ağırlığı

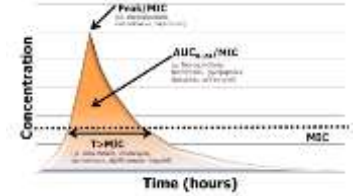
Proteine bağlanma

CRRT modalitesi, membran

- Beta-laktam antibiyotik ve glikopeptidler
  - Zaman bağımlı
  - Sürekli infüzyon
- Aminoglikozidler
  - Pik konsantrasyon bağımlı
  - Yüksek doz, doz aralığını değiştir

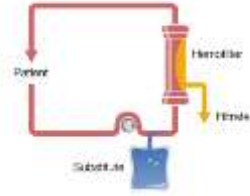
# RRT – İlaç Dozları

## İlgili bir Farmakalog



- Metod 1
  - Standart tablolar
  - Gerçek bilgi?
- Metod 2
  - 2a: CrCl 20-50 ml
    - Tübüler sekresyon varsa aşırı doz, tübüler absorpsiyon varsa düşük doz (flukanazol)
  - 2b: saatlik atık miktarı / 60 = CrCl
    - 2400 ml / 60 = eGFR 40 ml/dk
- Metod 3
  - Normal doz başla, CRRT dozuna göre azalt
- Metod 4
  - Anürik doz başla
  - FE'a göre doz ayarla
  - $Doz = Doz_{anürik} \times [1 - FE]$

# Hasta 1



- 10 kg, 0,5 m<sup>2</sup>
- RRT endikasyonu sıvı yükü
- pH 7,28, Ca 8,8 mg/dl, Alb 2,8 g/L
- APTZ 40 sn, Plt 80.000/mm<sup>3</sup>
- 8 Fr, 10 cm çift lümen İJV kateter
- CRRT
  - CVVHF
  - Prismaflex
  - M60 set = 0,6 m<sup>2</sup>, 97 ml
  - Predilüsyon
  - Kan hacmi 10x60 ml = 600 ml (60 ml güvenli)
  - ERT 50 ml + THA %20 50 ml prime
  - 10x10 Ü = 100 Ü heparin bolüs
  - Qb 100 ml/dk, Qr 1000 ml/saat, Qd
  - UFR 20 ml/saat = hedef 0,5 L/24 saat
- 2. sat APTZ 62 sn, heparin infüzyonu 100 Ü/saat
- İzlemde P 2,5 mg/dl, K 2,8 mEq/L
- KPO4 replasmanı 10 ml/saat
- 24. saat gerçekleşen UF 400 ml
- 2.gün 500 ml
- 3. gün 600 ml UF ve CRRT sonlandırıldı

# Hasta 2

- Üç günlük YD
- Beslenememe, uyanmama (1 gündür)
- 38 haftalık 2800 g doğum
- 1. derece kuzen evliliği
- Fizik bakı; letarjik, hipotonik, SS 64/dk, KN 164/dk, kan basıncı 52/28 mmHg
- Laboratuvar
  - He normal, BUN 55 mg/dl, Cr 0,9 mg/dl
  - pH 7.24, HCO<sub>3</sub> 14 mmol/l, glikoz ve laktat normal
  - Amonyak 980 µmol/L, tıbbi tedavinin 4. saati 850 µmol/L



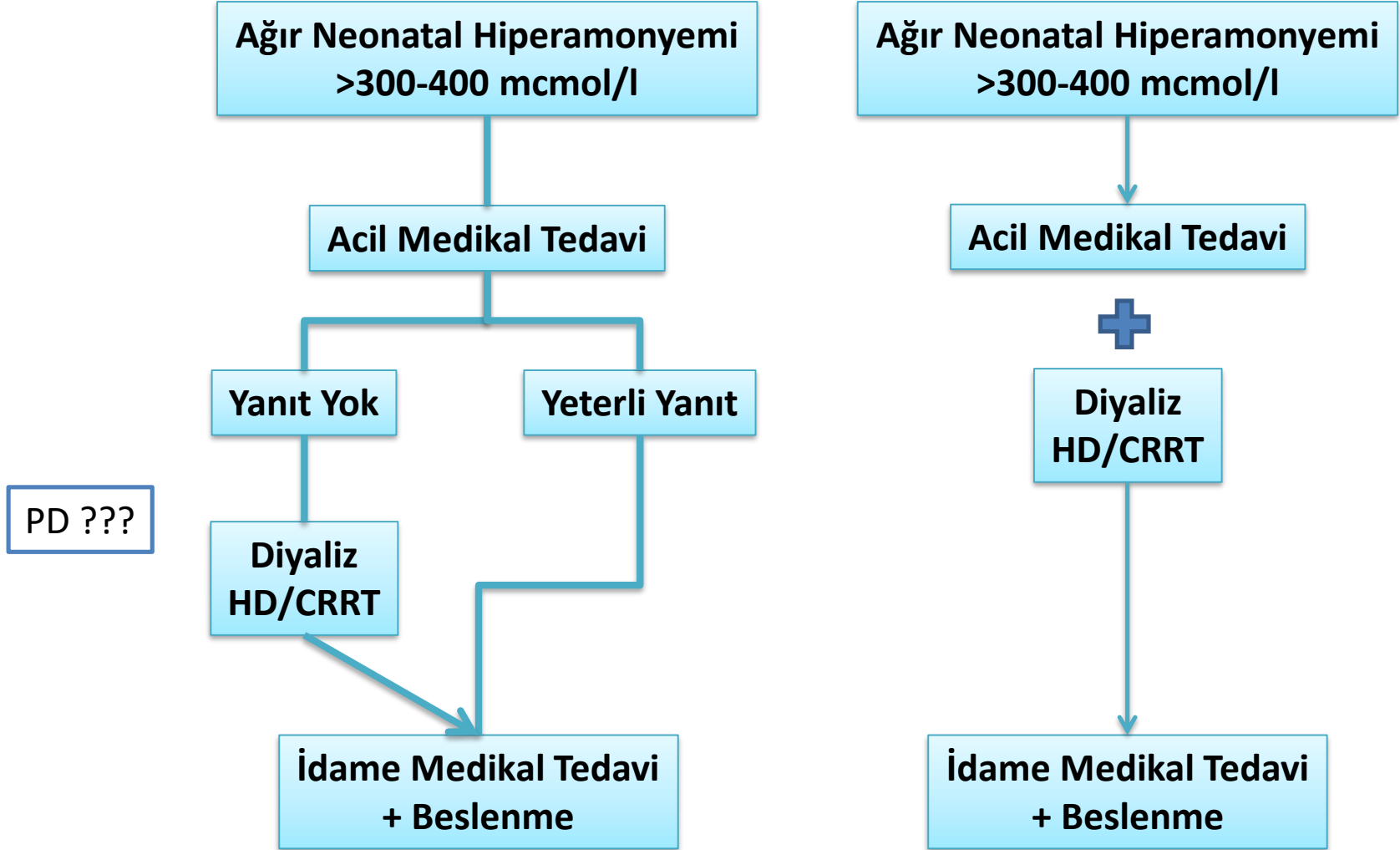
# Doğumsal Metabolik Hastalıklar ve RRT

- İntoksikasyon tipi
  - Sıklık 1/10.000 (üre siklus defekti, organik asidemi, yağ asidi oks. defekti)
  - Genellikle yenidoğan
    - Bilinç değişiklikleri, hipotoni, anormal hareketler, beslenme güçlüğü
  - Küçük molekül ağırlıklı (amonyak 17 g/mol), proteine bağlanmayan, dağılım hacmi düşük, difüzyon ile iyi temizlenebilen
  - Yüksek yeniden oluşum hızı – Yüksek klirens
  - Aşırı nörotoksik (amonyak)
    - Direkt veya hücre içi glutamin artışı
    - Astrosit swelling, beyin ödemi, koma, ağır sekel veya ölüm
  - Doğru ve hızlı tanı, uygun tedavi
  - Prognoz direkt koma süresi ile ilişkili

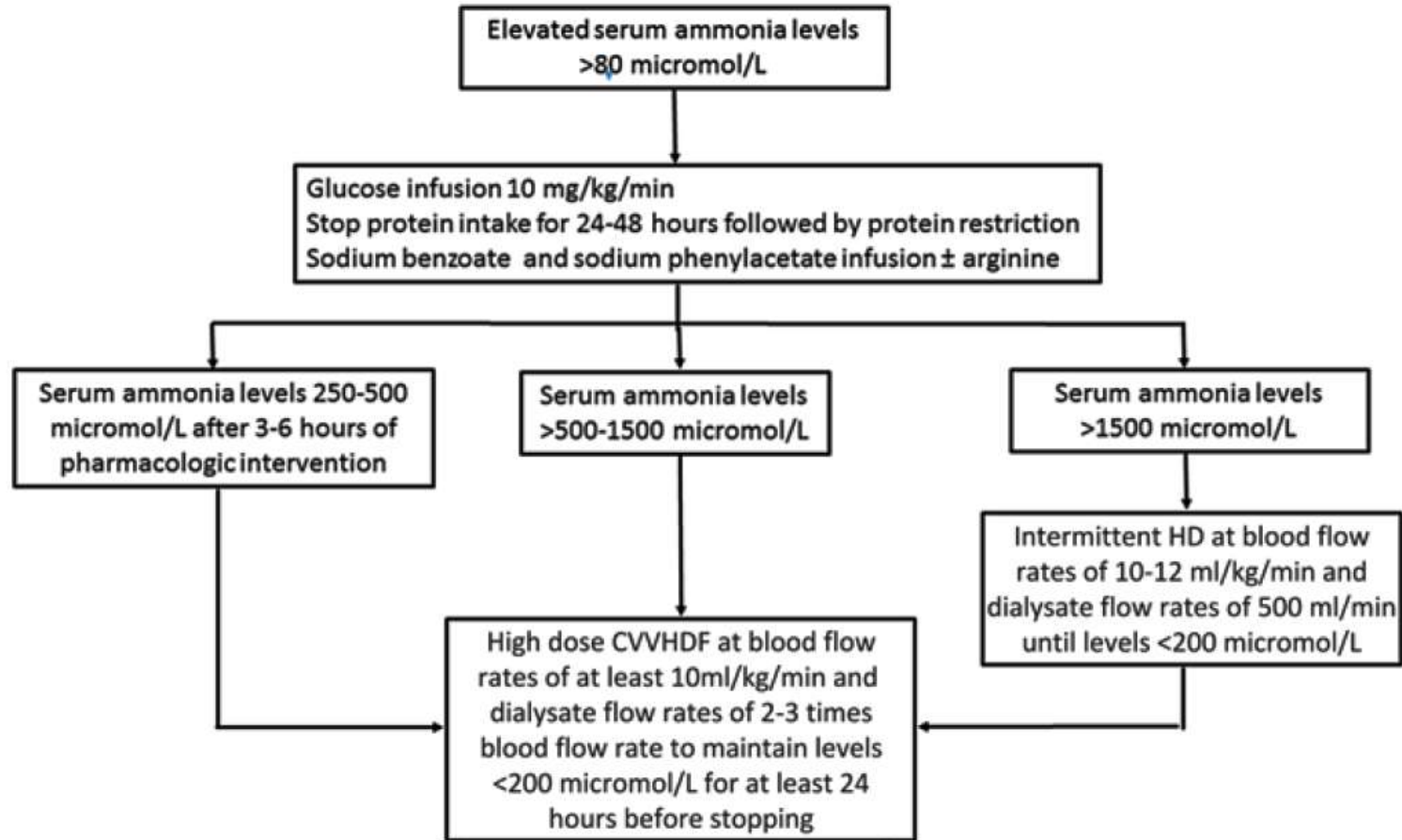
# Hiperamonyemi ve CRRT

- Entübe et (havayolu koruması)
- Foley sonda (balans ve örnek toplama)
- Medikal tedavi öncesi kan ve idrar örneği (aminoasit ve organik asitle)
- Medikal tedavideki tüm ilaçlar diyalizle hızla kaybediliyor
- Amonyak non-osmolar (disequalibrium?)
- Hastalar sıklıkla poliürik, hastanın hidrasyonunu iyi tut

# Hiperamonyemi Tedavi Şeması



# Hiperamonyemi Tedavi Şeması



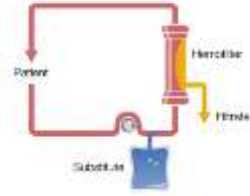
**Fig. 41.1** Algorithm showing indications for dialysis in neonates with urea cycle disorder and hyperammonemia. *HD* hemodialysis, *CVVHDF* continuous venovenous hemodiafiltration

# Amonyum Klirensi ve Filtrasyon Fraksiyonu

Modalite	Qb (ml/dk)	Qd (L/saat)	Cl <sub>Amo</sub> (ml/dk/kg)	FF <sub>Amo</sub> (%)
CAVHD	10-20	0,5	0,87-0,97	12,5-14,3
CVVHD	20-40	2-5	2,65-6,80	53-58
HD	10-15	30	3,95-5,37	95-96

Diyaliz Tipi (n)	NH <sub>4</sub> Klirensi (ml/dk/kg)	Yaşam Oranı	Nörolojik İyileşme Oranı	Hipotansiyon Oranı
PD (n=16)	0,71 ± 0	9 (%56)	3 (%18)	%0-16
HD (n=17)	6,4 ± 3	12 (%70)	10 (%62)	%0-63
CVVHF (n=6)	1,2 ± 0,1	4 (%67)	3 (%50)	%0-25
CVVHD (n=16)	4,4 ± 1	13 (%81)	10 (%62)	%0-19

# Hasta 2



- 2,8 kg, 0,2 m<sup>2</sup>
- RRT endikasyonu hiperamonyemi
- pH 7,14, Ca 9,8 mg/dl, Alb 3,2 g/L
- APTZ 42 sn, Plt 105.000/mm<sup>3</sup>
- 7 Fr, 10 cm çift lümen İJV kateter
- CRRT
  - CVVHDF, Prismaflex
  - HF20 set = 0,43 m<sup>2</sup>, 60 ml, Predilüsyon
  - Kan hacmi 2,8x80 ml = 224 ml (22 ml güvenli)
  - ERT 100 ml prime
  - 2,8x20 Ü = 50 Ü heparin bolüs
  - Qb 50 ml/dk, Qr 300 ml/saat, Qd 600 ml/saat, UFR 10 ml/saat
  - Doz 300+600+10 = 7,8 L/saat/1,73 m<sup>2</sup>
- 2. sat APTZ 52 sn, heparin infüzyonu 30 Ü/saat
- İzlemde 2. saat amonyak 620, 8. saat 220 µmol/L
- 24. saat 160 µmol/L (safe zone)

# Komplikasyonlar

- Aşırı Ultrafiltrasyon
  - Klinik durum izlemi
  - Cihaz kalitesi (<%5)
  - Vücut tartısı
  - İdrar çıkışı
- Isı Kontrolü
  - Ateş maskelenebilir
  - Cihazlarda ısıtma modülü
    - Multifiltrate - mevcut
    - Prismaflex – ek aparat
  - Ateşsiz enfeksiyonlara dikkat
- Pıhtılaşma
  - Hiperkoagülabilité
  - Yetersiz antikoagülsyon
  - Kötü damaryolu
- Fosfor düşüklüğü
  - Fosfor içeren replasman/diyaliz SIVISI
  - IV/TPN fosfor replasmanı
  - Sıvılara P eklenebilir (7,7 mg/dl güvenli)
  - Beslenme
- Membran Reaksiyonları
  - Bradikinin salınım sendromu (AN69)
    - Asidotik ve kanla prime yapılanlar
    - Kusma → anafilaksi
    - Hemofiltre sonrası NaHCO<sub>3</sub> ile birlikte transfüzyon

# Prognoz

- Primer hastalık
- RRT modalitesi önemli değil
- Eşlik eden durumlar
  - Multiorgan yetmezliği (%15)
  - Konjenital kalp hastalığı (%36)
  - Sepsis (%42)
  - Metabolik hastalık (%71)
- Başlangıçtaki sıvı yükü
  - >%20 vs <%10 mortalitede 4,8 kat ↑
- Hastaya bakanların iletişimi

# SONRASI TARTIŖMAYA

# Terminoloji

- Akut böbrek hasarı (ABH)
  - Ani başlayan, kısa süreli 3 ay
- Kronik böbrek hasarı (KBH)
  - Uzun süreli 3 ay
- RRT
  - Renal replasman tedavisi
- PD
  - Periton diyalizi
- HD
  - Hemodiyaliz, intermitant
- CRRT
  - Sürekli renal replasman tedavileri
- CVVHF
  - Sürekli venövenöz hemofiltrasyon
- CVVHD
  - Sürekli venövenöz hemodiyaliz
- CVVHDF
  - Sürekli venövenöz hemodiafiltrasyon
- SCUF
  - Yavaş sürekli ultrafiltrasyon
- SLEDD
  - Yavaş uzun günlük diyaliz

# Çocuklar Küçük Erişkinler Değil Küçük Bebekler Büyük Çocuklar Gibi Değil

- Kan/kan ürünü ile priming
- Damar yolu erişim zorlukları
- Cihazlar küçük bebekler için dizayn edilmiş değil
  - Kg başına yüksek kan akımı
  - Yüksek klirens gerekliliği
- Termik kontrol çok önemli

# Yenidoğan

- Fizyoloji farklı ABH riski yüksek
  - LBW, sıvı kaybı, enfeksiyonlar, ilaçlar
- GFR düşük
  - AC'e kan akımı ↑, renal direnç ↑,
- İmmatür renal tübüler fonksiyon
  - Na/K-ATPase ↓, tübüler alan ↓, aquaporin ↓, insensibl kayıplar ↑
  - Ekskresyon normal, konsantrasyon ↓ (su kaybı)

# ABH Risk Faktörleri

- LBW
- Konjenital kalp hastalığı
- ECMO
- Asfiksi
- Renal anomali
- Hipotansiyon / hipoperfüzyon
- Enfeksiyon/sepsis
- İlaçlar
  - Nefrotoksik
- Göbek kaketeri
- Multiorgan hasarı

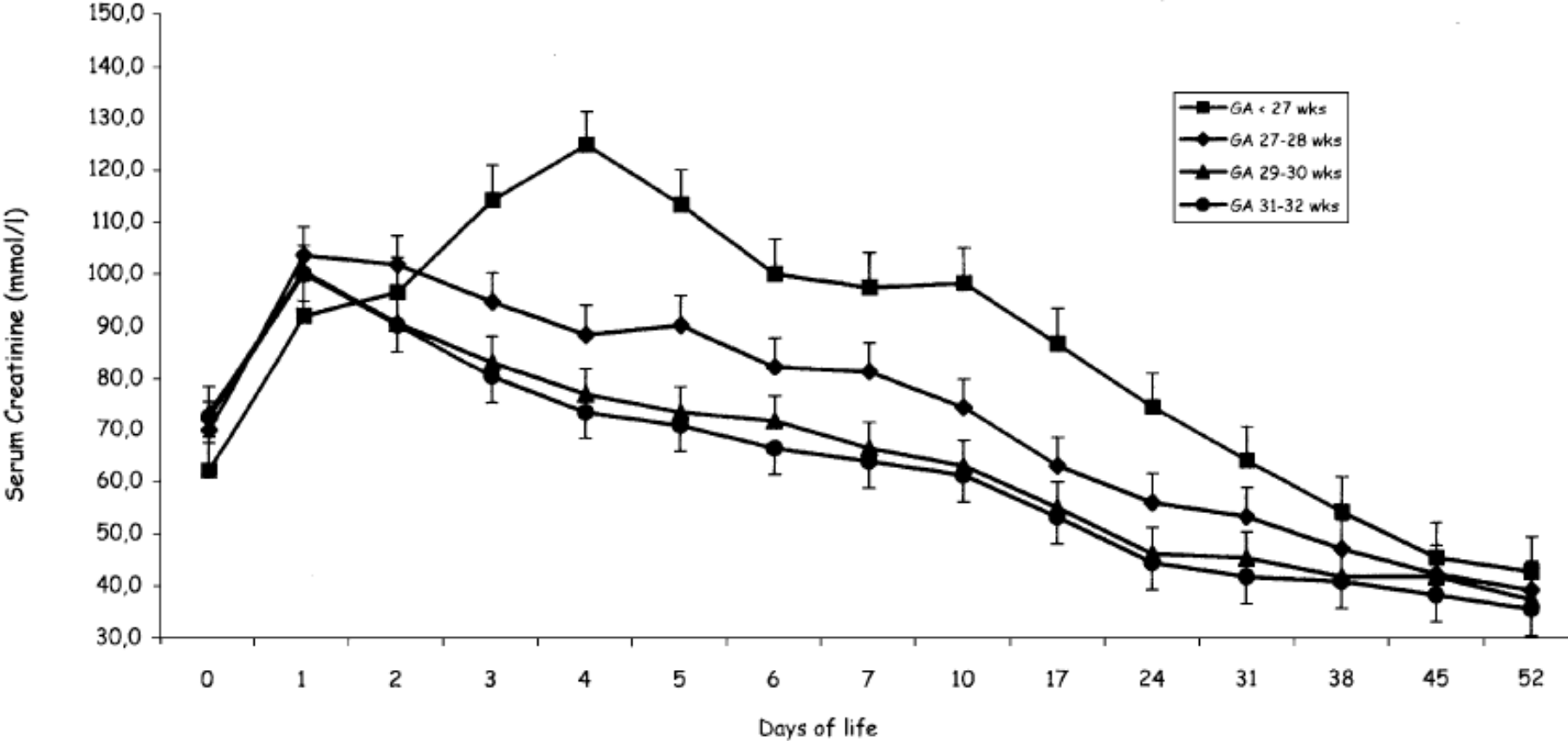
# Yenidoğan Akut B6brek Hasarı Tanımlaması (AKIN)

Evre	Serum Kreatinin	İdrar ıkışı
1	≥0,3 mg/dl artış veya Bazalden %150-199 artış	≤1 ml/kg/saat ve >0,5 ml/kg/saat
2	Bazalden %200-299 artış	≤0,5 ml/kg/saat ve >0,1 ml/kg/saat
3	Bazalden %300 ve fazlası artış veya ≥2,5 mg/dl veya Diylize alınma	≤0,1 ml/kg/saat

Bazal kreatinin bilinen en d6ş6k serum kreatinin deęeridir  
B6brek ve 6riner sistemin maj6r anomalisi olmamalıdır

Kreatinin fonksiyon g6stergesidir, yaralanmayı g6stermez  
Kreatinin artışı için %25-50 fonksiyon kaybı gereklidir  
Kreatinin ilaçlar, bilirubin ve kas kitesinden etkilenir

# Gestasyon Haftalarına Göre Kreatinin Normalleri

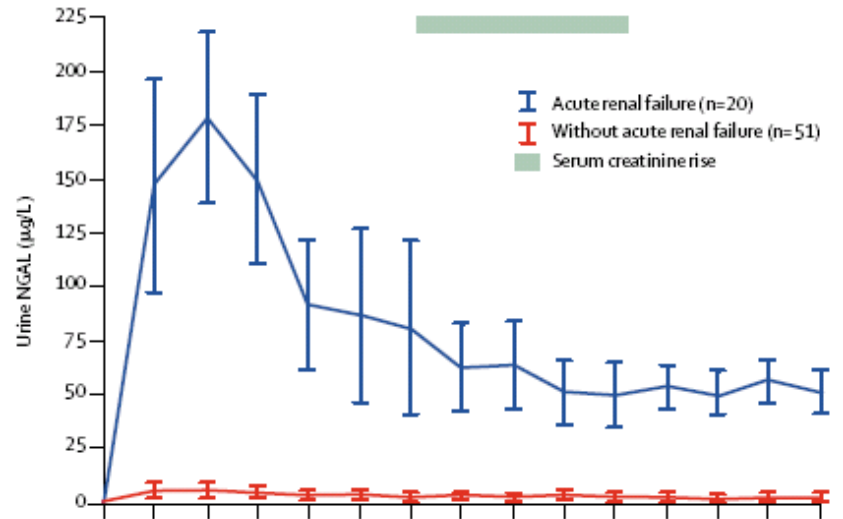


# ABH Tanımlanması

## Kriterler

- pRIFLE – AKIN - KDIGO
- Kreatinin
  - Geç
  - Başlangıçta yüksek olabilir
- İdrar çıkışı
  - Nonoligürik olguları kaçırıyor
  - Geç

## NGAL

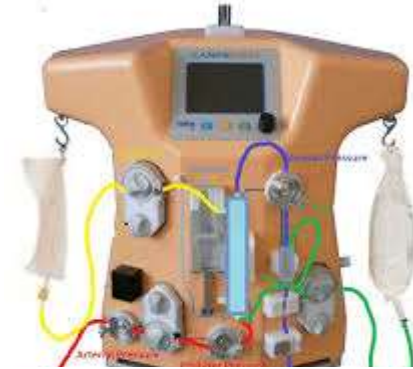


# Yenidoğan Akut Böbrek Hasarı

- Term/terme yakın (>2.000 g), NICU Düzey 2-3
  - Sıklık %16
    - Askenazi et al. ASN 2011
- VLBW (<1500 g), 226 hasta
  - Sıklık %18 (SCr), mortalite 9,3 kat ↑
    - Koralkar et al. Ped Res 2010
- ELBW, 472 hasta
  - Sıklık %12,5, mortalite ↑ %70 vs %22
    - Viswanathan et al. Ped Nephrol 2012
- Ağır Asfiksi 25 hasta
  - Sıklık %48
- Korunma
  - Teofilin? RR 0,37\*, asfikside hipotermi? RR 0,31\*\*
- Konjenital kalp hastalığı, ECMO, kardiyak cerrahi sonrası çok daha yüksek sıklık ve mortalite

# CRRT

- Çok sayıda makine
- Damar yolu gereksinimi
- Hazır solüsyonlar
- Online ısıtma
- $\leq 20$  kg FDA onaylı cihaz yok
- Antikoagülasyon
  - Yok
  - Heparin
  - Sitrat



Aquarius, Carpediem, Diapact, NxStage

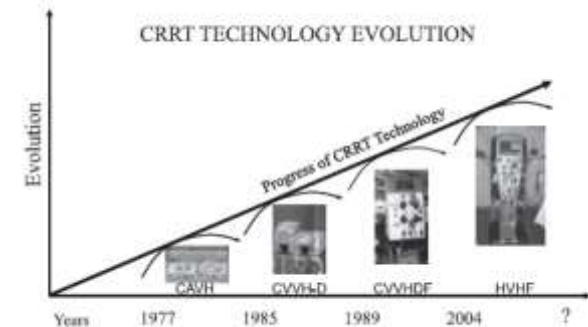
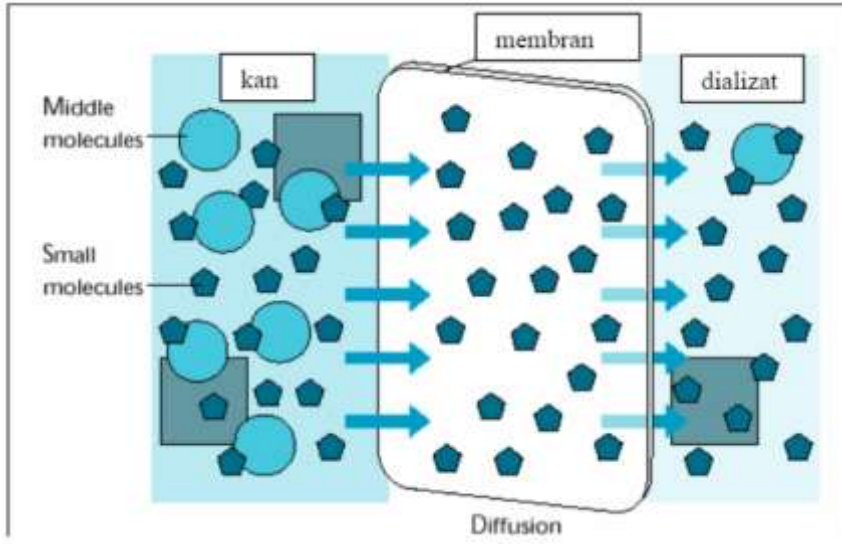


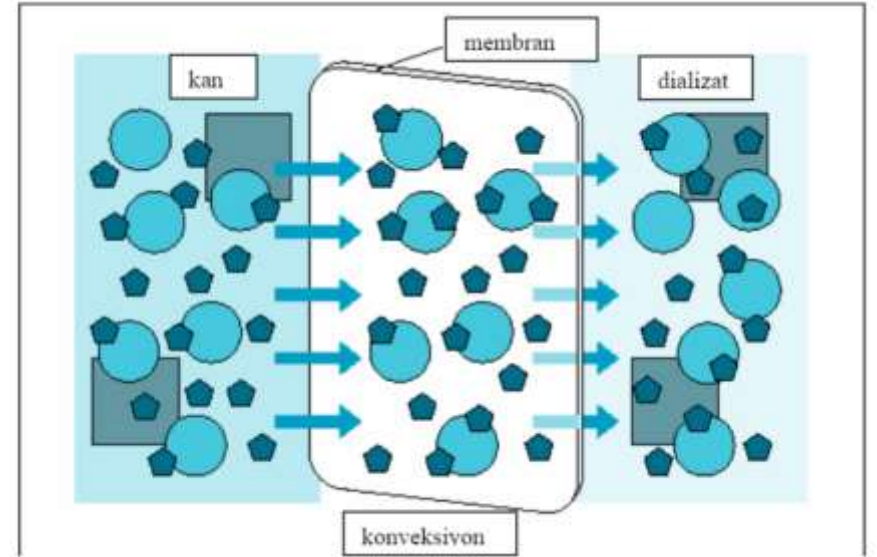
FIG. 1. Evolution of CRRT machines from CAVH to the latest generation of equipment.

# Çalışma Prensipleri

## Difüzyon (HD)



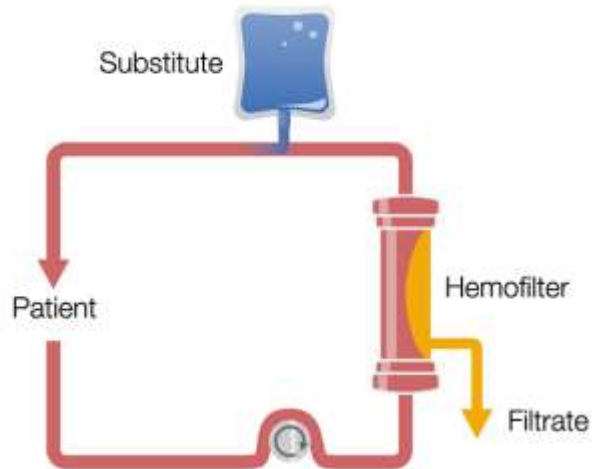
## Konveksiyon (HF) (+ sıvı hareketi)



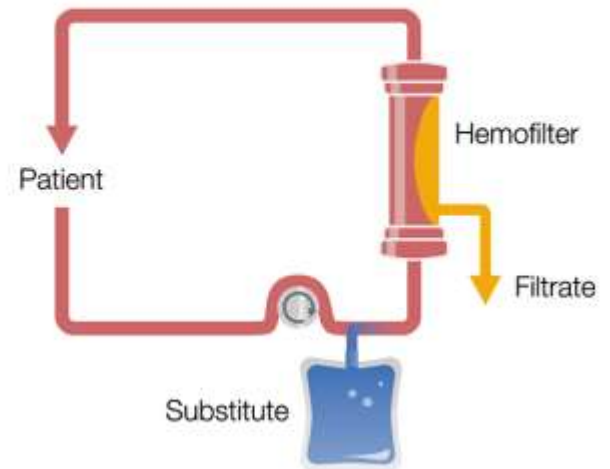
**CVVHDF = Difüzyon + Konveksiyon**

# Hemofiltrasyon

## Post-dilution CVVHF

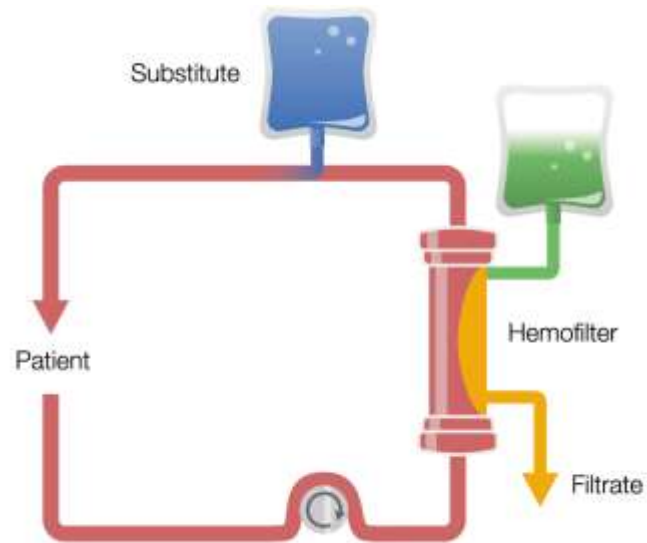


## Pre-dilution CVVHF

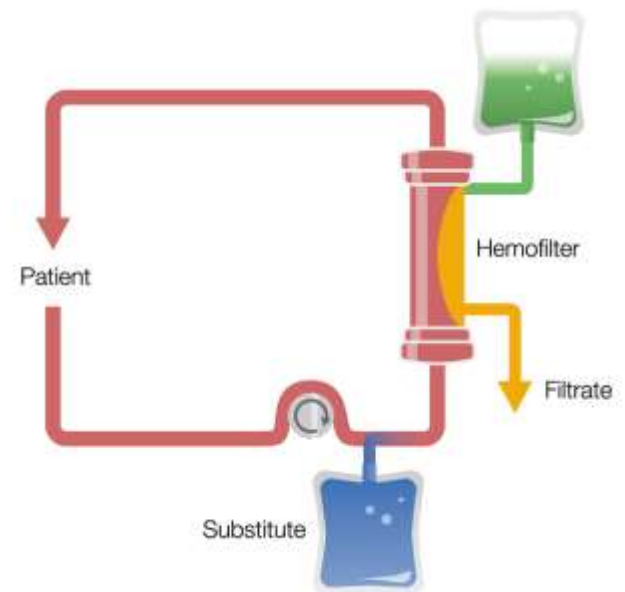


# Hemodiafiltrasyon

## Post-dilution CVVHDF



## Pre-dilution CVVHDF



# Multifiltrate

## Makine

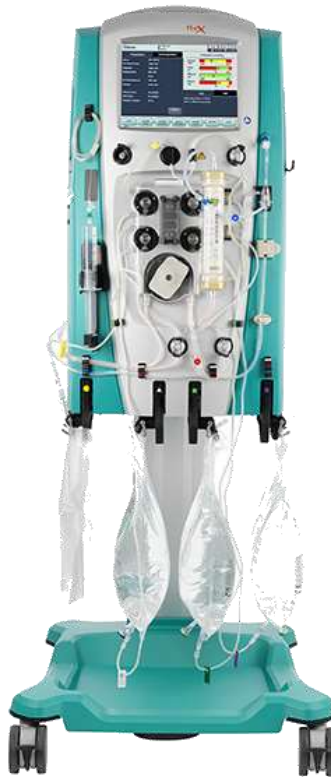


## Filtreler ve İzlem Ekranı

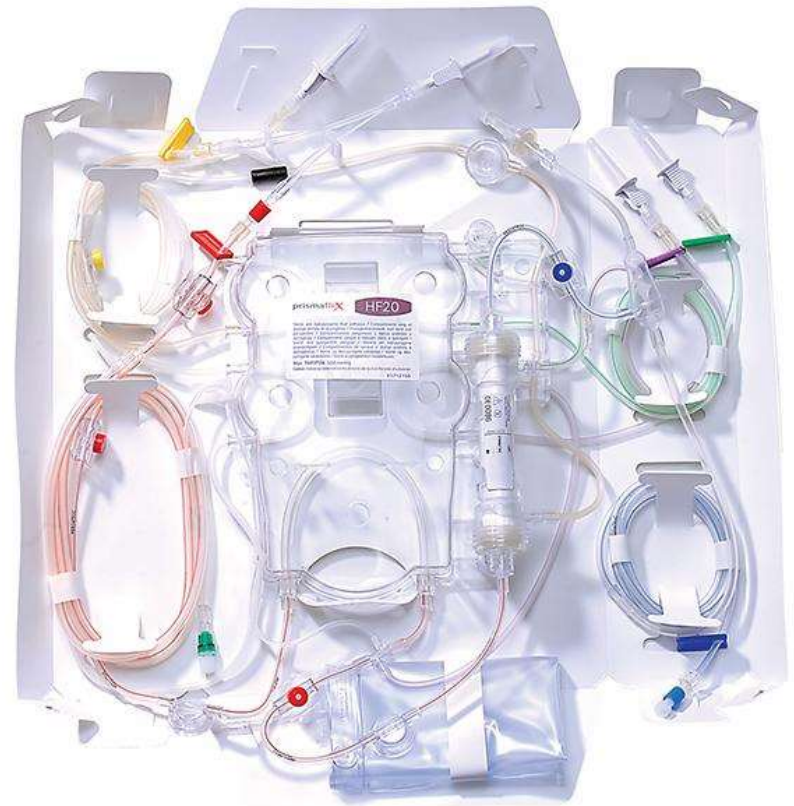


# Prismaflex

**Makine**



**Setler**



# Diğer Cihazlar

Türkiye'de yok

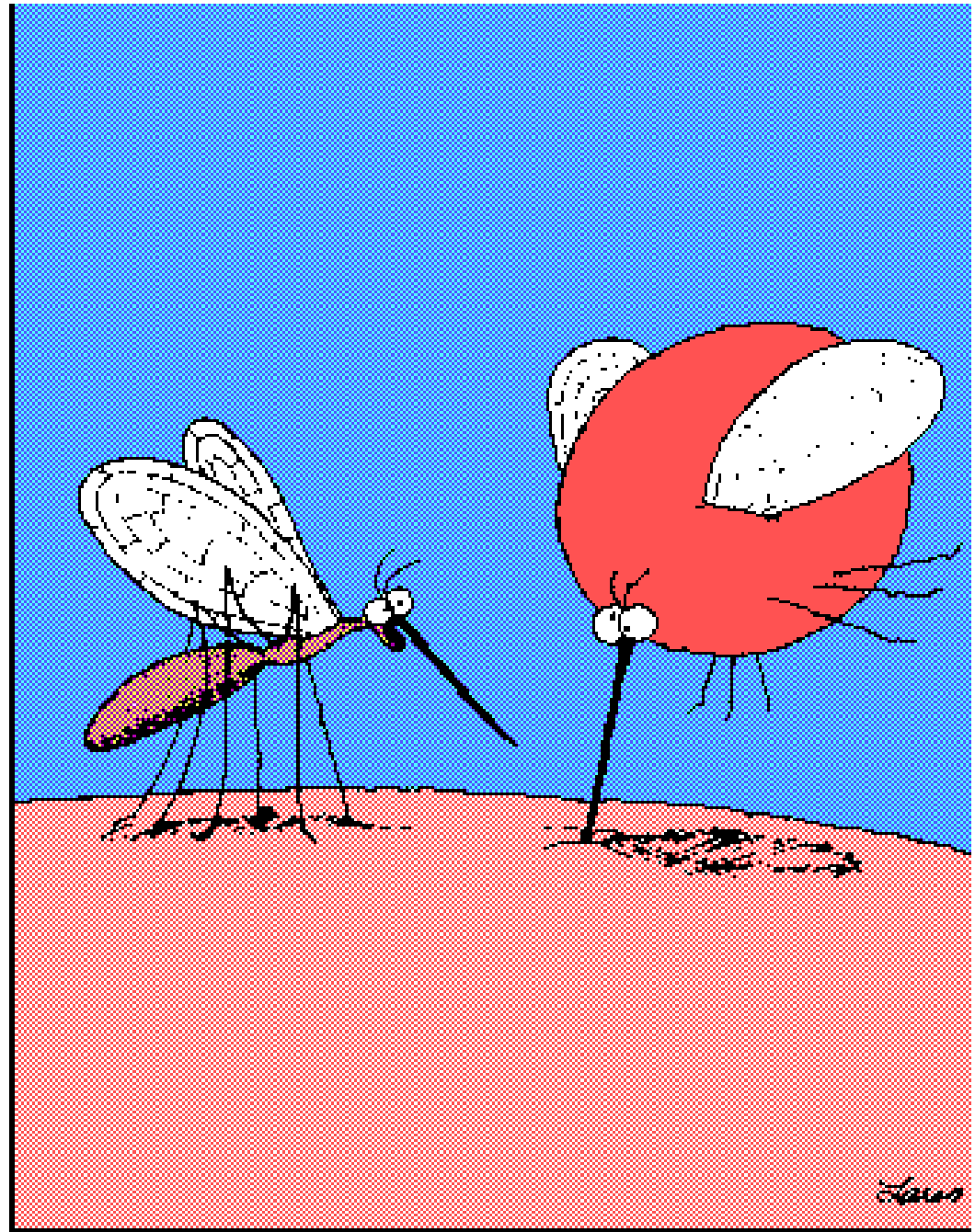
## Carpadiem



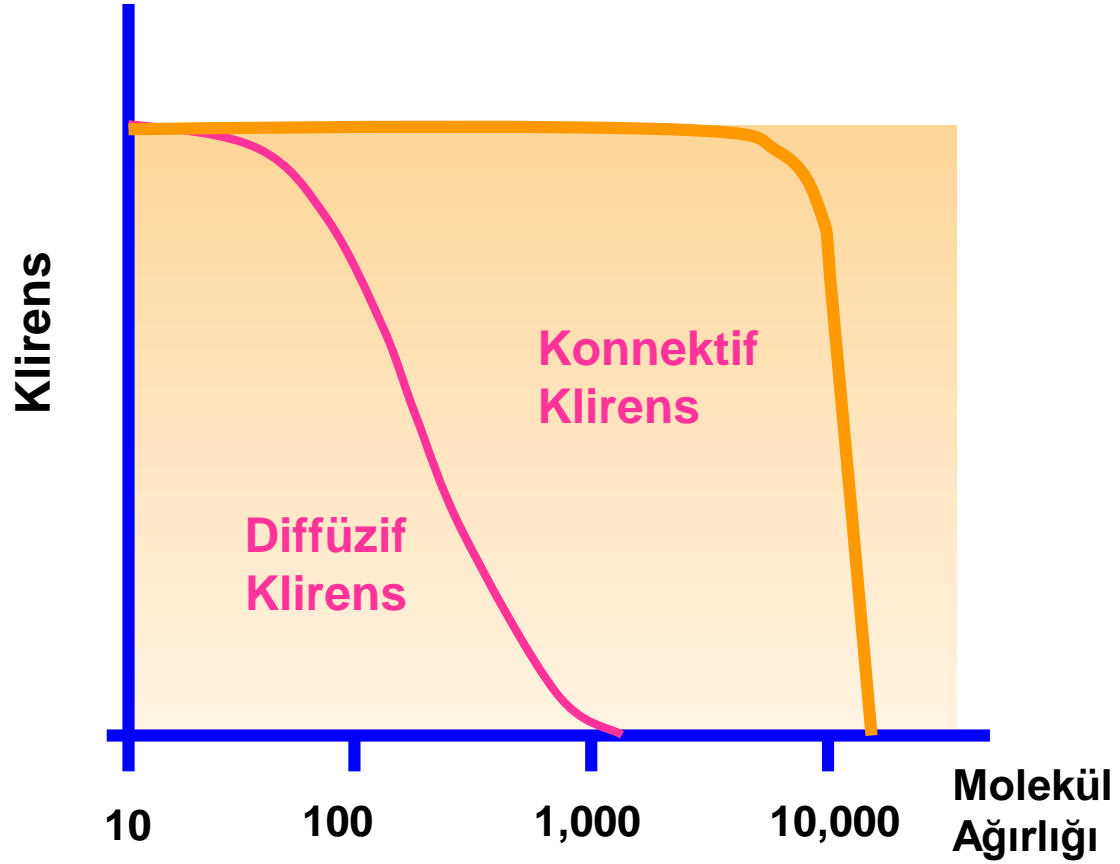
## Aquarius



- “Pull out, Betty!  
Pull out! . . .  
You’ve hit an  
artery!”



# Klirens



Yeterlilik, filtre  
ömrü, kan kaybı  
v.s.

# Eve Mesajlar



T. Bunchman – S. Picca - If you don't have it you might as well go home

# Eve Mesajlar



## Yenidoğan

Erken tanı

Erken haber ver

İlaç metabolizması



## Metabolizma

Tıbbi tedavinin RRT'de  
etkisizliği

Hızlı spesifik tanı



## Nefroloji

Erken başla

İletişim içinde ol



İstekli ol

Planla

Ekipmanın hazırla

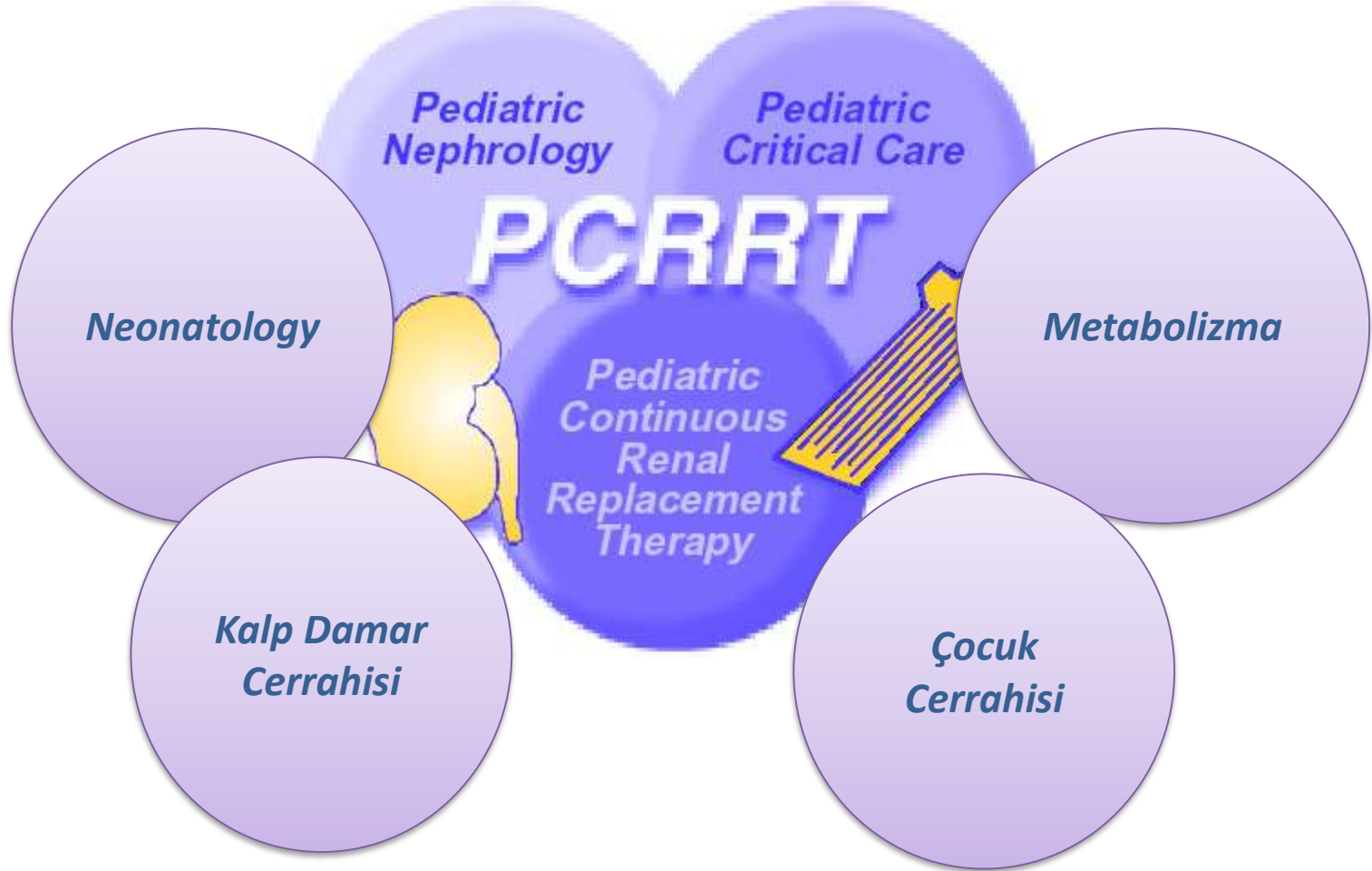
Eğitim ver

Hemşire, teknisyen, yan dal  
asistanı, asistan, uzman

İletişim içinde ol



[www.pcrirt.com](http://www.pcrirt.com)



# Sepsis

**CVVF**

**CVVHD**

Cytokine	Convection	Diffusion	p
TNF-alpha	-3.7 ± 9.6	3.9 ± 9.1	0.08
IL-1 beta	-2.8 ± 14.8	1.4 ± 12.9	0.46
IL-6	32.7 ± 102.8	-2.6 ± 18.4	0.21
IL-8	-29.1 ± 26.0	- 8.3 ± 17.2	0.018
IL-10	-44.6 ± 29.0	3.1 ± 45.0	0.007
IL-18	-13.6 ± 17.9	16.9 ± 24.7	0.002
PELOD	-22 ± 34	-6 ± 30	0.26

# Antikoagülasyon

Heparin-sitrat ve kateter çapları arasında fark yok  
138 hasta, 442 set

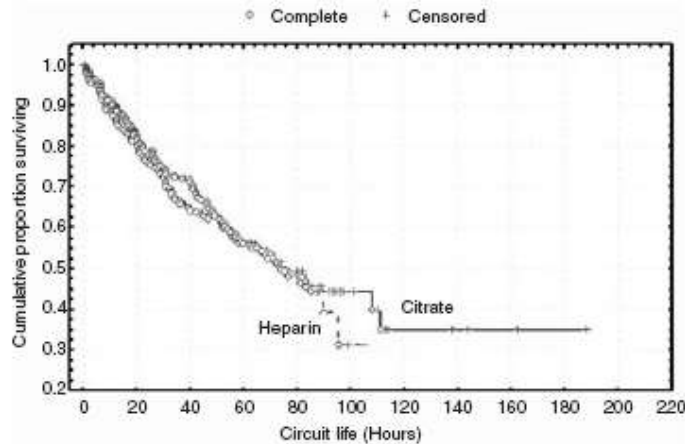


Fig. 3. Since access malfunction and elevated pressure may also signify circuit clotting, we performed an additional Kaplan-Meier analysis where circuits changed for elevated filter pressure or access malfunction were no longer censored for log-rank analysis. Circuits receiving hepACG or citACG demonstrated similar survival times.

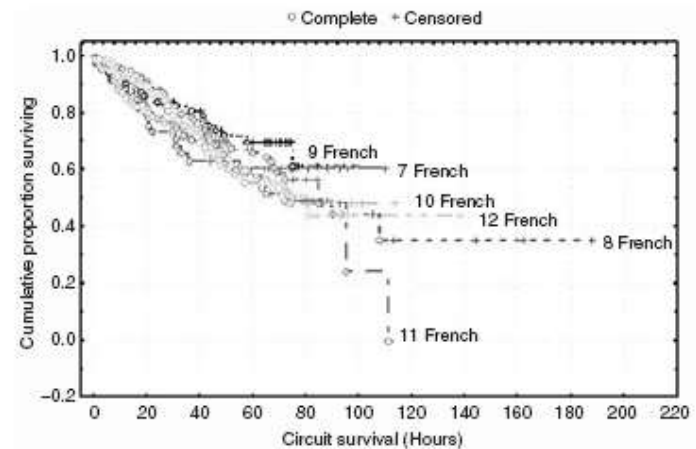


Fig. 4. Analysis of circuit survival as a function of access size; smaller access size may predispose to circuit clotting as a result of smaller intraluminal calibre. A variety of catheter sizes are present ranging from 7 french up to 12 french. Log-rank analysis demonstrates no difference in filter survival for circuits with different access sizes, an observation that held true for circuits receiving either hepACG or citACG.