Ekstrakorporeal Ventilasyon

Doç. Dr. Özcan Erdemli

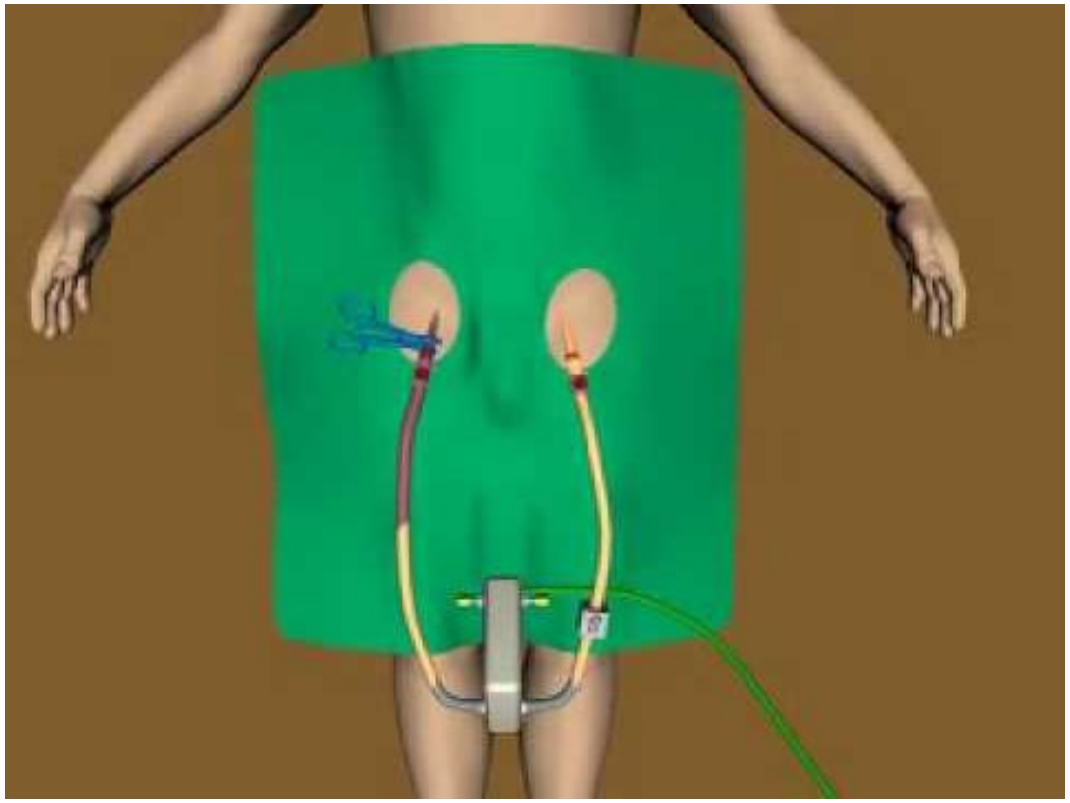
Atölye Çalışması

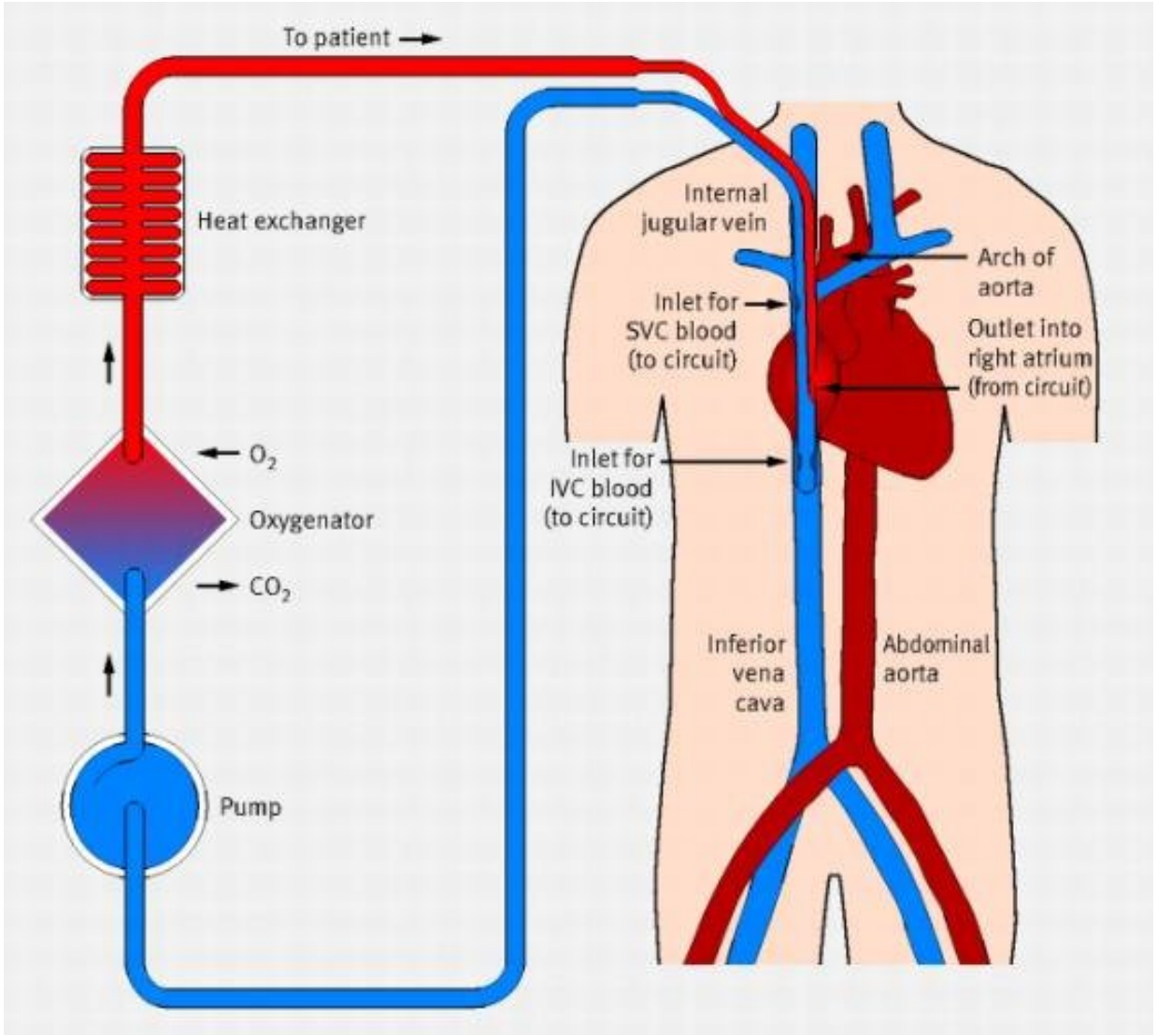
GKDA ve YB - 2011

Tanım

- ✓ Akciğer (ECLA), veya kalp ve akciğer (ECMO) fonksiyonlarını “geçici” olarak destekleyen “parsiyel” ektrakorporeal dolaşım sistemidir.

- ✓ Akciğer, kalp veya başka bir hastalık nedeniyle “reversible” kardiyopulmoner yetmezliği olan hastalarda uygulanır.




To patient
Heat exchanger
O_2
Oxygenator
CO_2
Pump
Internal jugular vein
Arch of aorta
Inlet for SVC blood (to circuit)
Outlet into right atrium (from circuit)
Inlet for IVC blood (to circuit)
Inferior vena cava
Abdominal aorta

High frequency oscilation ventilation (HFOV)
Ekstracorporeal membrane oxygenator(ECMO)
Ekstracorporeal carbondioxide removal ($ECCO_2R$)
Partial ekstracorporeal carbondioxide removal (PECOR)
Extracorporeal lung assist (ECLA)
Extracorporeal lung support (ECLS)
Interventional lung assist (iLA)
Arteriovenous carbon dioxide removal ($AVCO_2R$)

Ekstracorporeal ventilation (ECV)
Ekstracorporeal lung asist (ECLA)

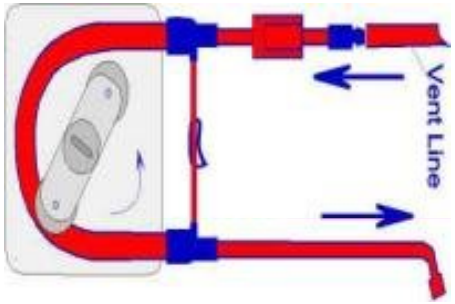
YAPAY AKCİĞER DESTEĞİ

- Pompa ile

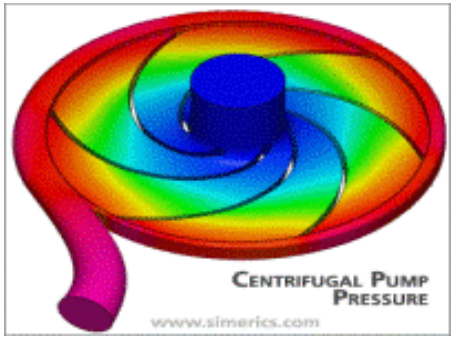
- Pompasız

POMPA ÇEŞİTLERİ

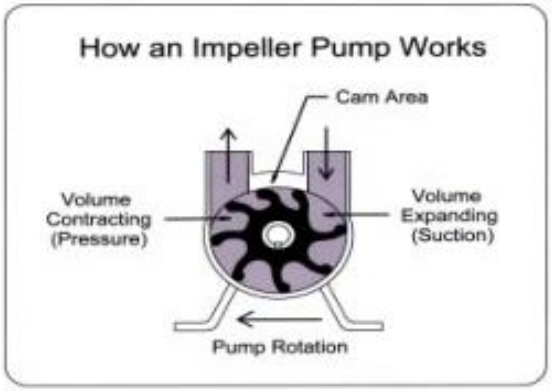
- Roller (döner) pompa



- Centrifugal (santrifüj) pompa



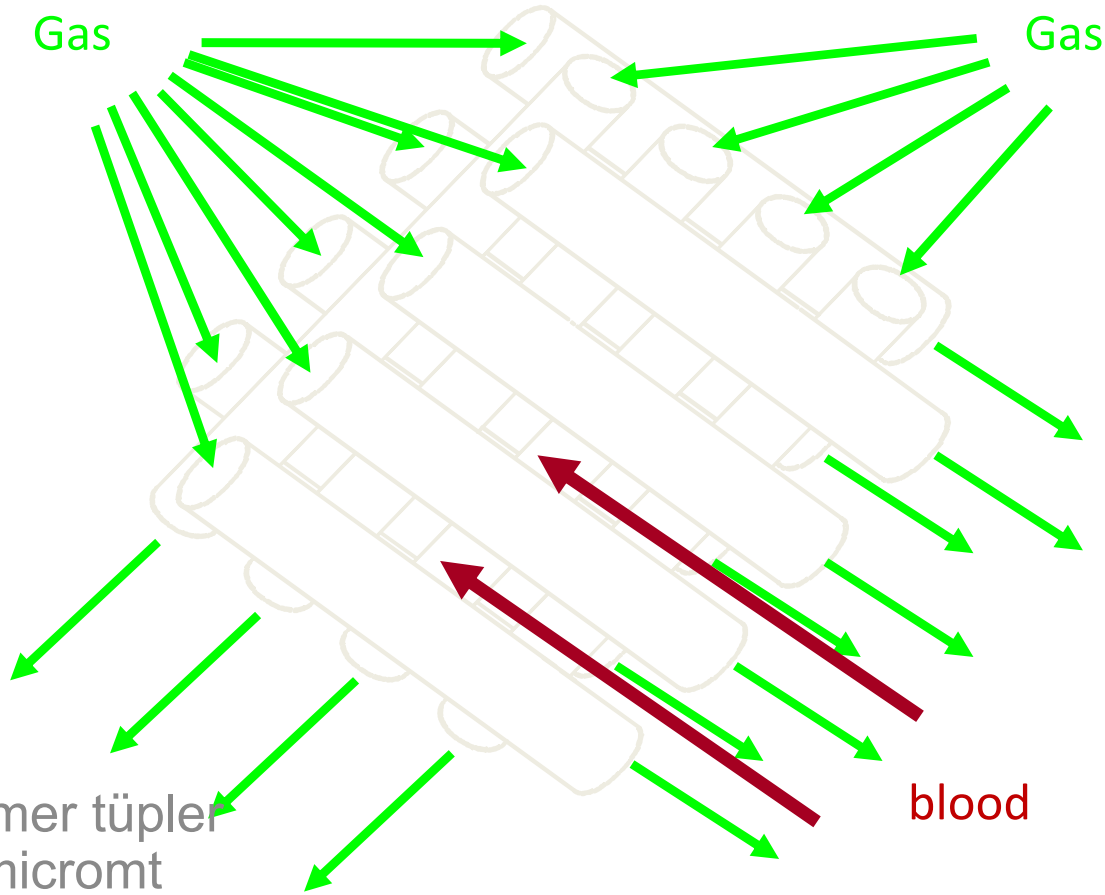
- Impeller (manyetik) pompa



Membran oksijenatörü

Heparin kaplı silikon oksijenatör

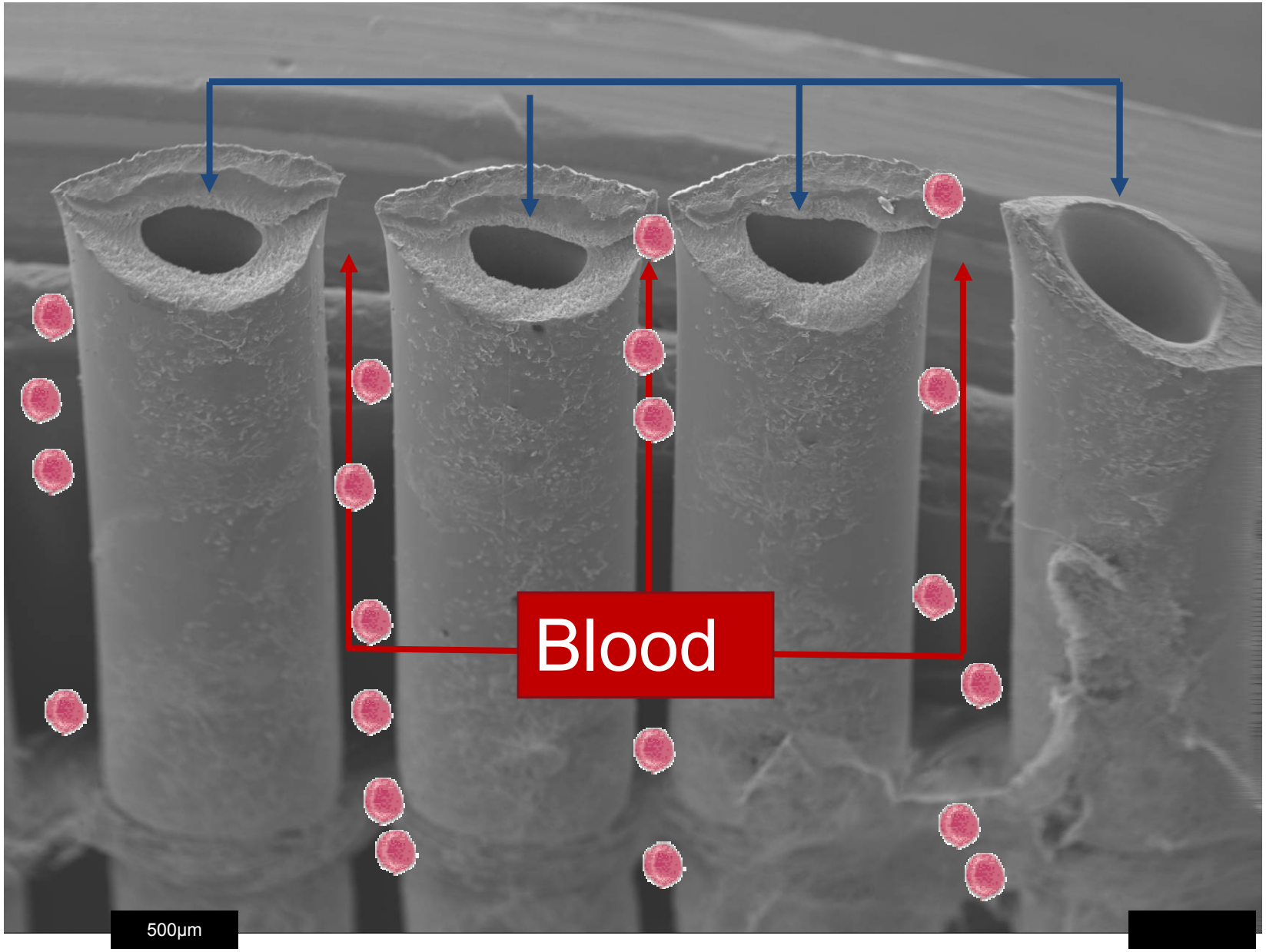
“Hollow fibre” oksijenatör



Sweep gas:
Oxygen,
Not humidified

*Hydrophobic Polymer tüpler
*Dış çap:200-400 micromt
*Mikro-gözenekli duvar kalınlığı:20-50micromt

ELEKTRONMİKROSKOPİK ŞEMATİK GÖRÜNÜM



GAZ TRANSFER PARAMETRELERİ

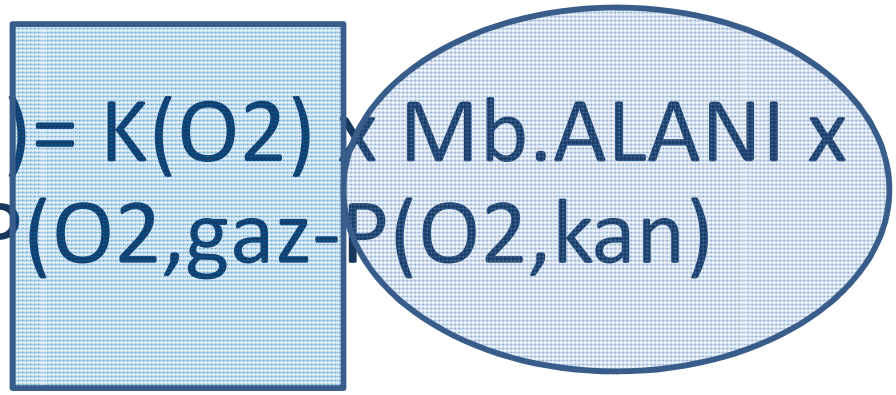
AKCİĞER

- YÜZEY ALANI.....140m2
- ALAN/KAN VOLUMÜ.....290cm2 / 1ml
- MESAFE.....1mikmt
- KAN TRANSFER HIZI...200-3200ml/dak

YAPAY AKCİĞER

- 2.5m2
- .....28cm2 / 1ml
- .....10-30 mikmt
- 200-400ml/dak

GAZ TRANSFERİNİ ETKİLEYENLER



V(CO2)=K(CO2) x Mb.ALANI x (P(CO2,kan)-P(CO2,gaz)

1/K=(1/K,membran)+(1/K,kan)

YAPAY AKCİĞER'İN ÇALIŞMASI İÇİN:

*ARTERİYO-VENÖZ BASINÇ GRADİENTİ...60-80 mmHg

*ARTERİYO-VENÖZ SHUNT AKIM...>=1,5Lt/dak

ERİŞKİN ECMO - 1979

Zapol WM, Snider MT, Hill JD, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure: a randomized prospective study. JAMA 1979; 242:2193–2196

Her iki grupta da hayatta kalma oranı : %10 !

ECMO İLE CO2 ATILIMI - 1986

JAMA. **1986** Aug 15;256(7):881-6.

Low-frequency positive-pressure ventilation with extracorporeal CO2 removal in severe acute respiratory failure.

Gattinoni L, Pesenti A, Mascheroni D, Marcolin R, Fumagalli R, Rossi F, Iapichino G, Romagnoli G, Uziel L, Agostoni A, et al.

Abstract

Forty-three patients were entered in an uncontrolled study designed to evaluate extracorporeal membrane lung support in severe acute respiratory failure of parenchymal origin. Most of the metabolic carbon dioxide production was cleared through a low-flow venovenous bypass. To avoid lung injury from conventional mechanical ventilation, the lungs were kept "at rest" (three to five breaths per minute) at a low peak airway pressure of 35 to 45 cm H2O (3.4 to 4.4 kPa). The entry criteria were based on gas exchange under standard ventilatory conditions (expected mortality rate, greater than 90%). Lung function improved in thirty-one patients (72.8%), and 21 patients (48.8%) eventually survived. The mean time on bypass for the survivors was 5.4 +/- 3.5 days. Improvement in lung function, when present, always occurred within 48 hours. Blood loss averaged 1800 +/- 850 mL/d. No major technical accidents occurred in more than 8000 hours of perfusion. Extracorporeal carbon dioxide removal with low-frequency ventilation proved a safe technique, and we suggest it as a valuable tool and an alternative to treating severe acute respiratory failure by conventional means.

ERİŞKİN ECMO - 1994

Morris AH, Wallace CJ, Menlove RL, et al. Randomized clinical trial of pressure-controlled inverse ratio ventilation and extracorporeal CO_2 removal for adult respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med 1994; 149:295–305

Hayatta kalma oranı:
Konvansiyonel ventilasyon : % 42
ECMO : % 33;

p = 0.8 !!!

RESUSİTASYON SONRASI SOĞUTMA ?

- ECMO ile resüsitasyon; hayatta kalma oranı
  - Pediyatrik: % 34-38

Alsoufi B, Al-Radi OO, Nazer RI, et al. Survival outcomes after rescue extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in pediatric patients with refractory cardiac arrest. J Thorac Cardiovasc Surg 2007; 134:952–959

  - Erişkin : %38

Conrad SA, Rycus FT, Dalton H. Extracorporeal Life Support Registry Report 2004. ASAIO J 2005; 51:4–10

O GÜNLERLE BUGÜNÜN FARKI ?

- VA ve VV yaklaşımlar
- Kanüller gelişti
- Daha düşük doz heparin
- Koruyucu ventilasyon stratejileri
- ECMO öncesi ventilasyon> 9 gün idi (VİP?)
- Güncel olan ventilasyon günü >7 ise hasta uygun değil !

KALP YETMEZLİĞİ

- CPB dan çıkılamadığında “ventrikül asist device” olarak ECMO

Doll N, Kiaii B, Borger M, et al. Five-year results of 219 consecutive patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postoperative cardiogenic shock. Ann Thorac Surg 2004; 77:151–157

- Hastane sürvi %33-38

Conrad SA, Rycus PT, Dalton H. Extracorporeal Life Support Registry Report 2004. ASAIO J 2005; 51:4–10

-Resusitasyon sonrası soğutmada kullanılabilir ?

Massetti M, Tasle M, Le PO, et al. Back from irreversibility: extracorporeal life support for prolonged cardiac arrest. Ann Thorac Surg 2005; 79:178–183

Wallace *et al. Critical Care* 2010, **14**:308
http://ccforum.com/content/14/2/308

CRITICAL CARE

JOURNAL CLUB CRITIQUE

Ave, CESAR, morituri te salutant! (Hail, CESAR, those who are about to die salute you!)

David J Wallace[1], Eric B Milbrandt*[2] and Arthur Boujoukos[3]

University of Pittsburgh Department of Critical Care Medicine: Evidence-Based Medicine Journal Club, edited by Eric B Milbrandt

Conclusions

We recommend transferring of adult patients with severe but **potentially reversible respiratory failure, whose Murray score exceeds 3.0 or who have a pH of less than 7.20 on optimum conventional management**, to a centre with an ECMO-based management protocol to significantly improve survival without severe disability. This strategy is also likely to be cost-eff ective in settings with similar services to those in the UK. (ISRCTN47279827)

Conventional Ventilation or
ECMO for
Severe
Adult
Respiratory Failure

GELECEKTE

- Mini ECMO
- Kompakt destek cihazları
  - Vena Cava'ya oksijenatör implantasyonu
  - O2 : 71.1+20.2 ml/dak.; CO2: 50.4+15.8 ml/dak. !!
  - Cross flow oxygenator – intravascular microaxial blood pump
- Biyolojik akciğer
  - Oksijenatör basınç farkı: 7.5 mmHg; dakikada 350ml O2/4000ml kan akımı

VE GELECEK’TE

II. KISIM

ECLA UYGULAMA

- www.intertema.com.tr/tr/

Fizyoloji

- Hastadan kan alınır, gaz değişim membranında CO2 atılımı ve oksijenasyon için geçirilir ve sonra kan tekrar hastanın dolaşımına geri verilir.
- Antikoagülasyon amaçlı heparin uygulanır.
- ACT (activated clotting time) ile koagülasyon zamanı ara ara ölçülür.
- Hastanın vital fonksiyonlarının yanısıra, cihazda
  - Akım (ECLA ve ECMO)
  - Basınçlar (ECMO)
  - Isı (ECMO) ölçülür.

İşlem

- Anestezist ve / veya kalp cerrahı /göğüs cerrahı tarafından yapılır.

Hastanın bakımı Y.B. ekibi tarafından takip edilir.

Hasta seçimi (ECMO)

- Seçim kriterleri:
- Dışlama kriterleri:
- Klinik indikasyonlar:
  - Oksijen indeks OI >40 - 60 2 veya daha fazla AKG
  - Murray skor > 3
  - PaO2 < 40mmHg 4st/% 100 O2
  - pH <7.2, paCO2 > 80 mmHg
  - Statik komplians <0.5ml/kg/cmH2O
  - İnatcı Metabolik asidoz
  - Septik şok
  - Ağır pulmoner veya kardiyak şok
  - CPB dan çıkılamadığında

Hasta seçimi (ECLA)

- Seçim kriterleri:
- Dışlama kriterleri:
- Ağır sistemik hastalık (malignansi)
- İmmunosupresyon
- Beyin içi kanama
- Heparin için kontindikasyonlar
- En az 7-10 gün ventilasyon
- İrreversible durumlarda
- Hasta onamı yok ise
- Hastanın yaşı > 65 ise

ECLA - ECMO öncesi değerlendirme

- Akciğer grafisi
- AKG
- Fizik ve dikkatli nörolojik muayene
- PT, PTT, fibrinojen, Hemogram +Trombosit,
- Elektrolitler, Ca++, BUN, Kreatinin
- Kraniyal USG veya CT
- Ekokardiyografi
- H1N1 şüphesinde PCR….

Uygulama

- Monitorizasyon
  - Devamlı arteriyel basınç
  - Santral venöz basınç
  - pH , kan gazları O2-CO2 (1x3 st),
  - ACT, hemostaz tetkikleri
  - Kardiyak markırlar (CK-MB, Troponin I …)
  - Kan laktat seviyesi
  - Ekokardiyografi
  - SOFA,… 2x/gün
- Eritrosit ve trombosit infüzyonu
- Sedasyon, gerekli ise kas gevşetici

Koruyucu akciğer ventilasyon

- Koruyucu ventilatör ayarları:
- Süre
  - ECLA – 3-4 hafta
  - ECMO 7-10 gün
- Vt<6ml/kg
- Pplato<30 cm H2O
- Permisif hiperkapni eğer Pplato >30 =35cm H20
- PCV, BIPAP, BiLevel, HFOV, independan akc. ventilasyon vs.
- PEEP titrasyon, komplians: 5-15-20 hemodinamiye göre
- Akciğer recruitment manevrası: her 4-8 st.
  - PEEP 30 cm H_20; 20 sn
  - İnspirasyonda 40 cmH_2O 20 sn

Koruyucu akciğer ventilasyon 2

- Fiberoptik bronkoskop ile bronşial temizlik
- 30-45 yarı oturur pozisyon
- Yeterli sedasyon
- Dikkatli kortikosteroid tedavi 0.5-2.5 mg/kg 7 günün üzerinde eğer özellikle histopatolojik olarak akciğer fibrozis dökümante edildiyse
- Optimal sıvı tedavisi, EVLW ölçümleri<10ml/kg
- Prone pozisyon etkili ise 2x6 st/gün

Koruyucu akciğer ventilasyon 3

- NO inhalasyonu veya prostasiklin nebülizasyonu
- VİP önlenmesi : antimikrobiyal ted.
- Reintübasyondan kaçınma
- Endotrakeal kaf üzerinin aspirasyonu
- En kısa zamanda enteral besleme
- Sedasyona günlük ara verme
- Kan şekerinin kontrolü
- Peptik ülser korunması
- Derin ven trombüs proflaksisi

Komplikasyonlar

- Kanama (pulmoner, GI, cerrahi alan)
- Santral sinir sistemi hasarı (kanama, enfarkt)
- Epilepsi (metabolik, SSS kökenli)
- Sıvı retansiyonu ve ağır ödem
- Kardiyak ritim bozuklukları
- Böbrek yetmezliği
- Sepsis
- Hiperbilirubinemi (öz.yenidoğan)

ARDS ⇒ECLA - ECMO

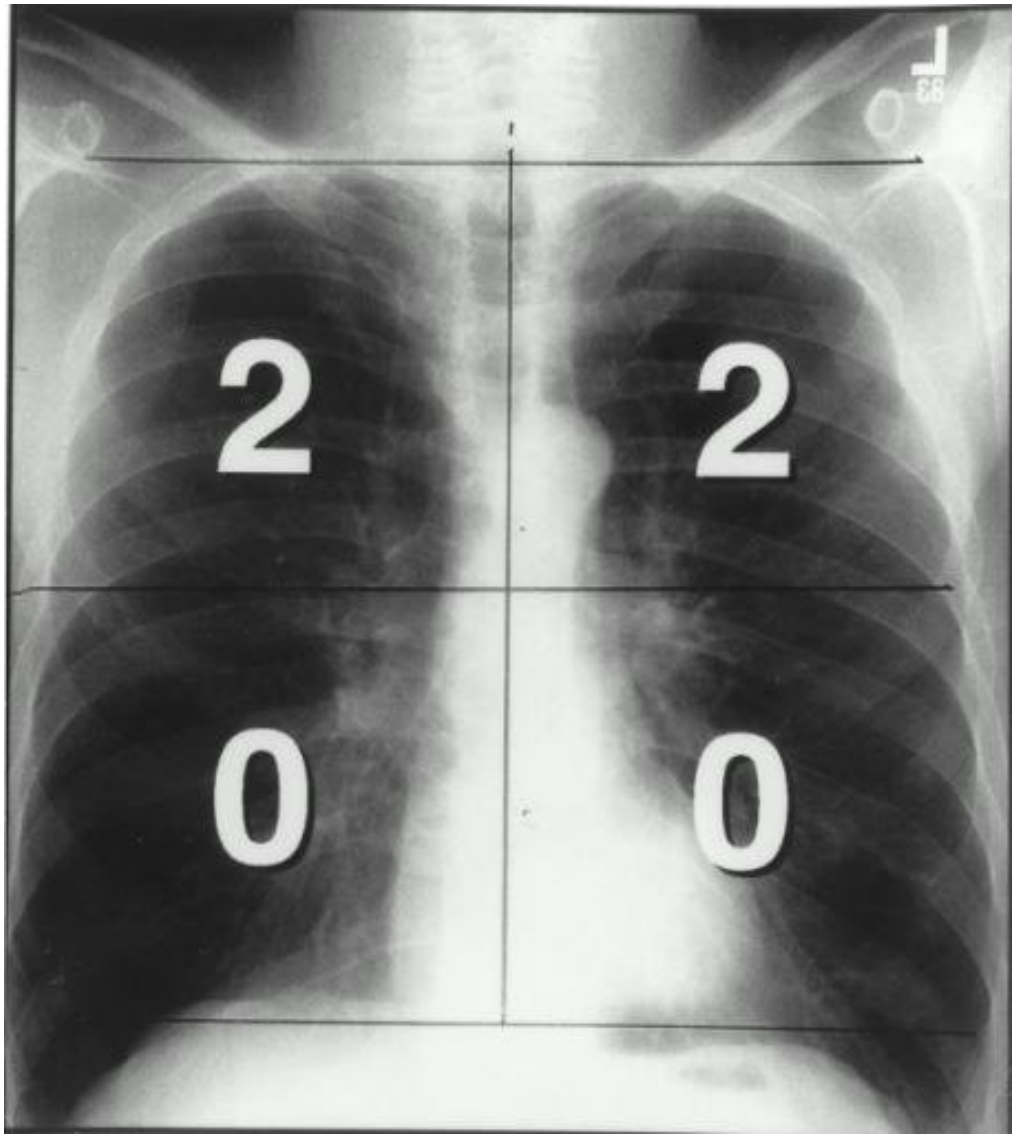
- Hipoksi +/- Hiperkarbi
- Travma, sepsis, pnömoni
- PaO2 / FiO2 < 200
- Lung injury score (Murray) > 3
- Oksijenasyon indeksi > 0.5
  - (FiO2 x Mean Airway Pressure / PaO2)

Murray score

= average score of all 4 parameters

Parameter / Score	0	1	2	3	4
PaO2/FIO2 (On 100% Oxygen)	≥300mmHg ≥40kPa	225-299 30-40	175-224 23-30	100-174 13-23	<100 <13
CXR	normal	1 point per quadrant infiltrated			
PEEP	≤5	6-8	9-11	12-14	≥15
Compliance (ml/cmH2O)	≥80	60-79	40-59	20-39	≤19

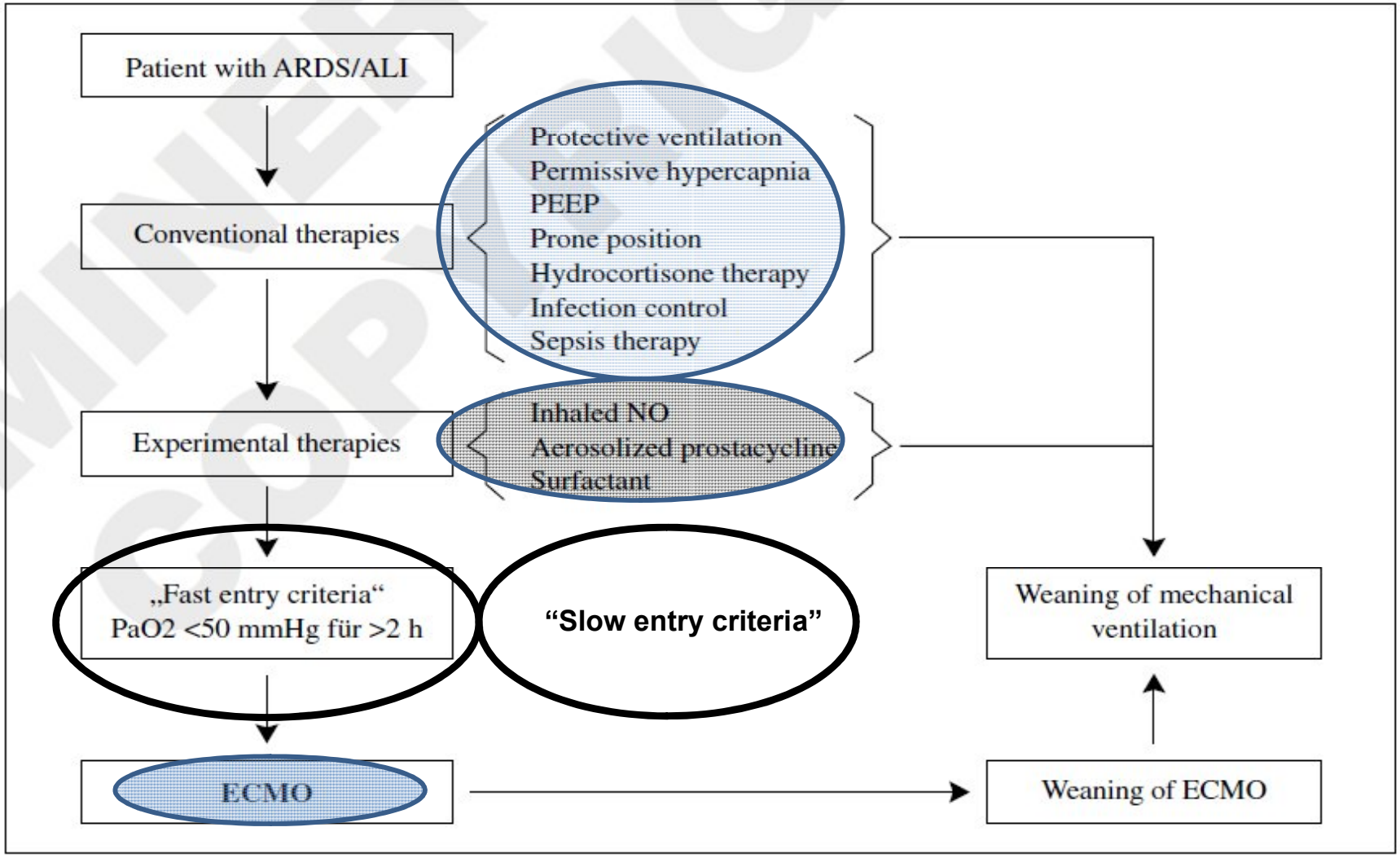
Posteroanterior chest radiograph showing the division of the field into quadrants and score assignment based on zone severity



Baldwin J. C. et al.; Ann Thorac Surg 2000;70:1208-1211

THE ANNALS OF THORACIC SURGERY

ARDS TEDAVİSİNDE KLİNİK ALGORİTMA



Komplikasyon

- Distal uzuv iskemisi
- Kanül etrafından kanama
- Kompartman sendromu

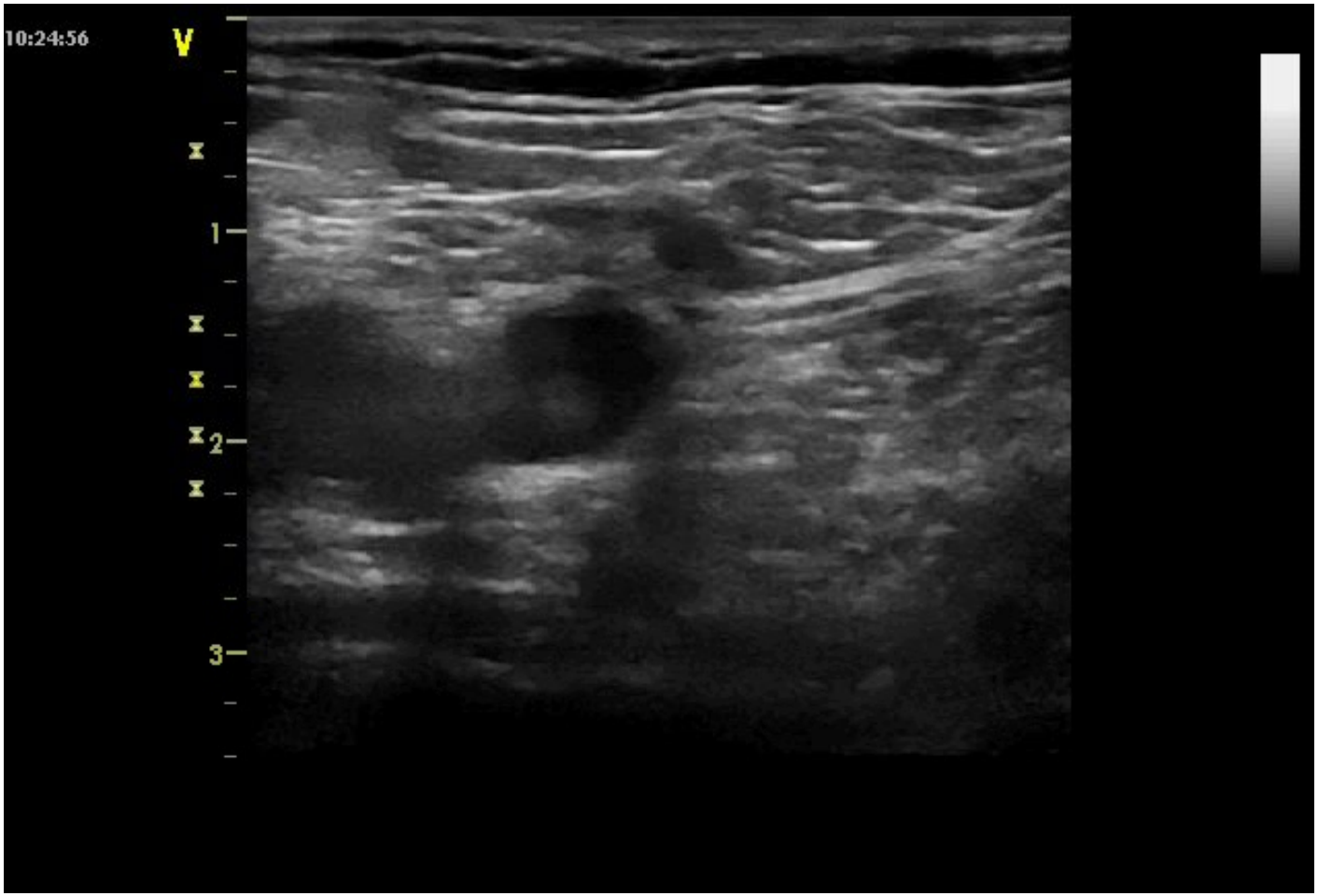
Kontrindikasyon

- Koagülasyon bozukluğu (örn. HIT, DIC)
- Yüksek doz vazoaktif veya inotrop ajan infüzyonu
- Belirgin kardiyak disfonksiyon (Ekokardiografi)

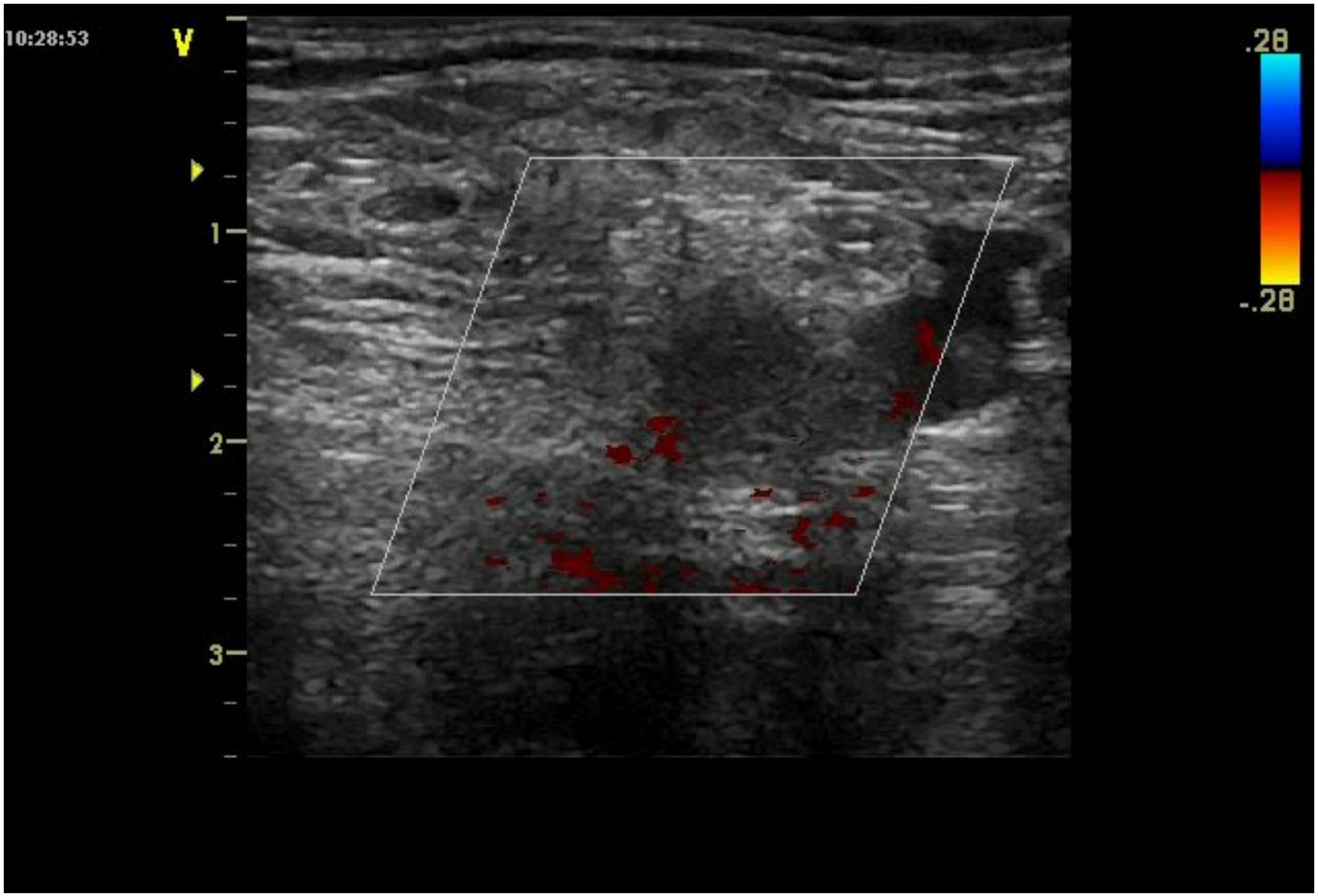
Kanül seçimi

- USG ile femoral arter ve venin çap ölçümü
- %30 serbest alan kalmalı
- 8 mm damar çapı = 5mm kanül = 15 Fr
- Venöz kanül 2 Fr. > Arteryel kanül = 17 Fr

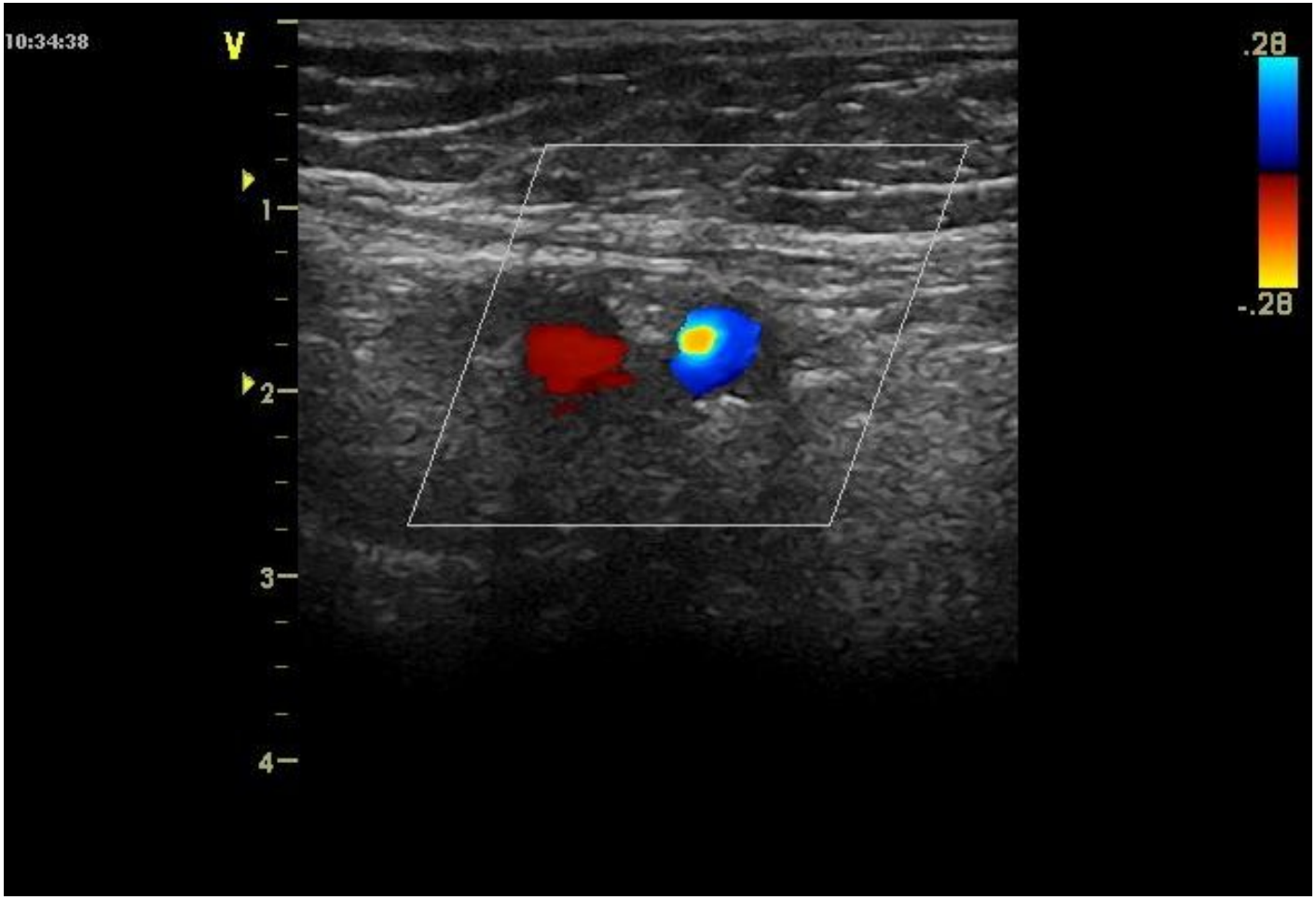
Femoral arter ve ven USG (video)



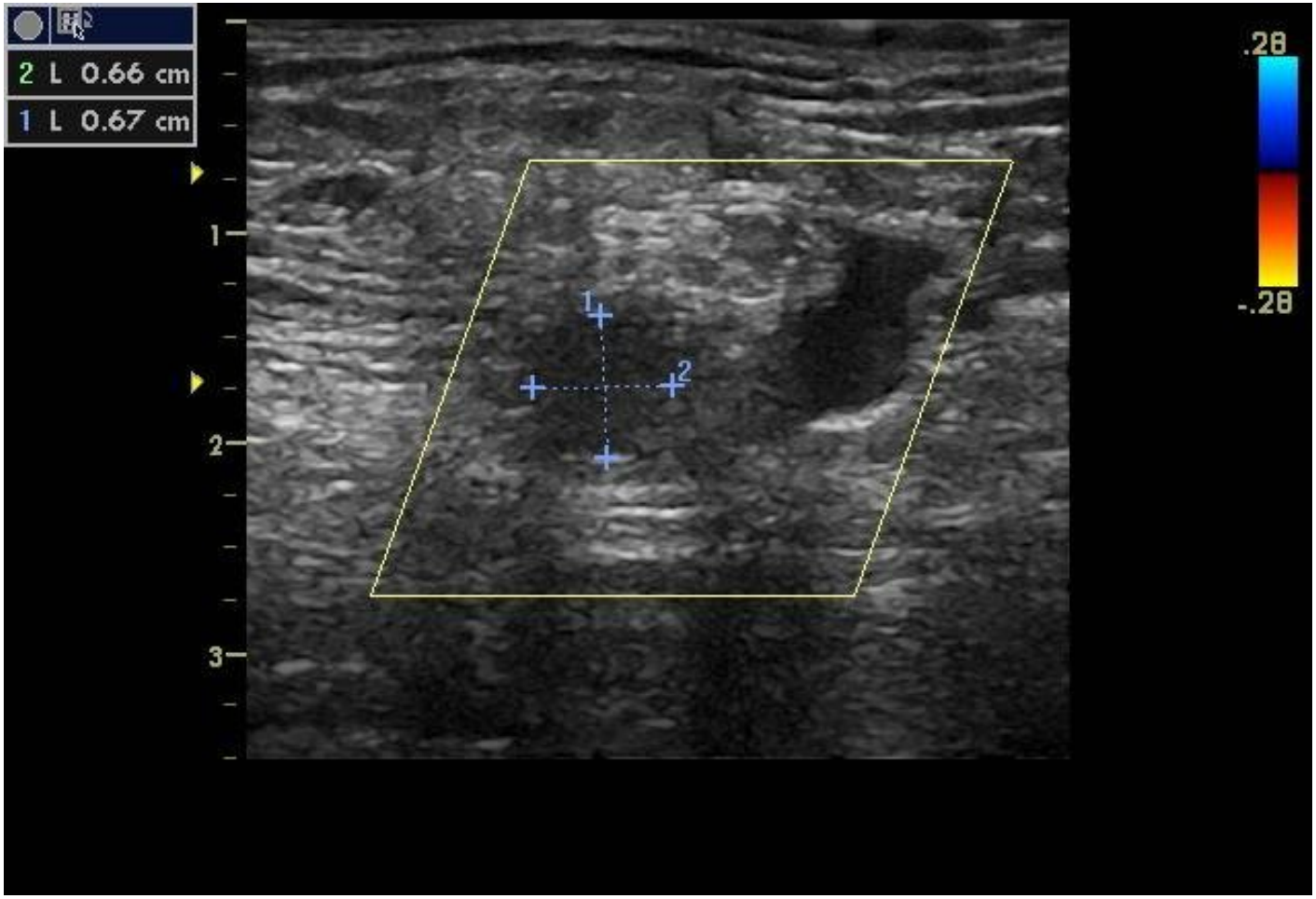
Renkli USG (video)



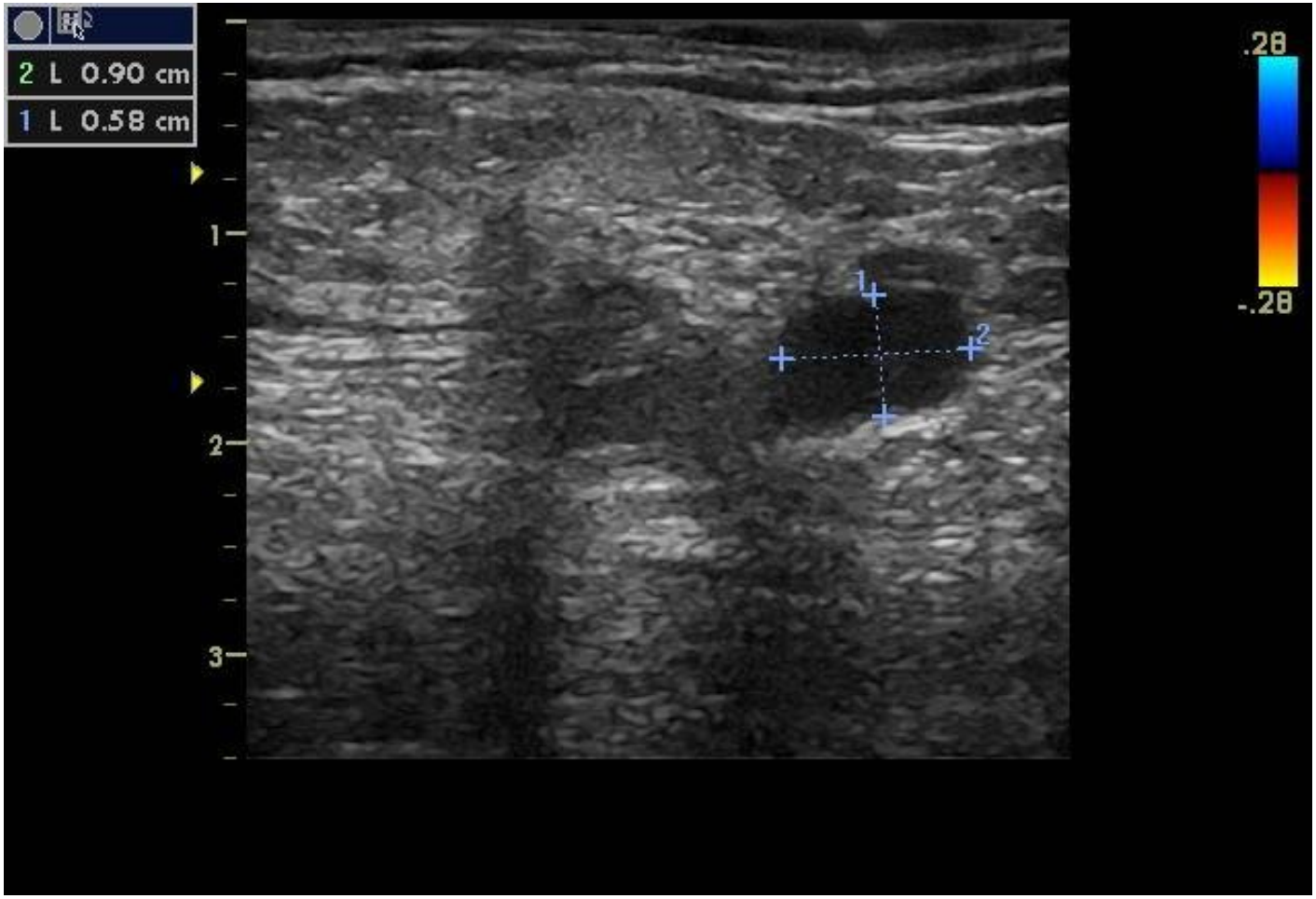
Femoral arter ve ven renkli görünüm



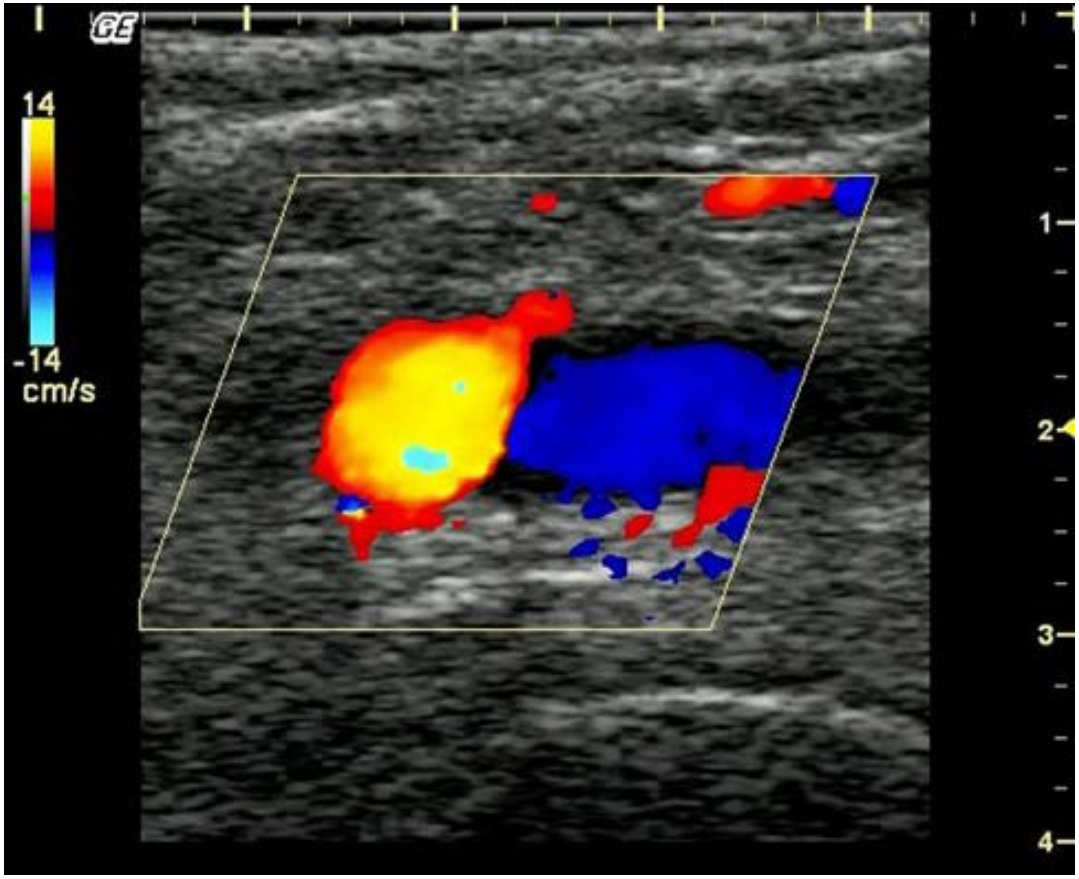
Femoral arter ölçümü



Femoral ven ölçümü

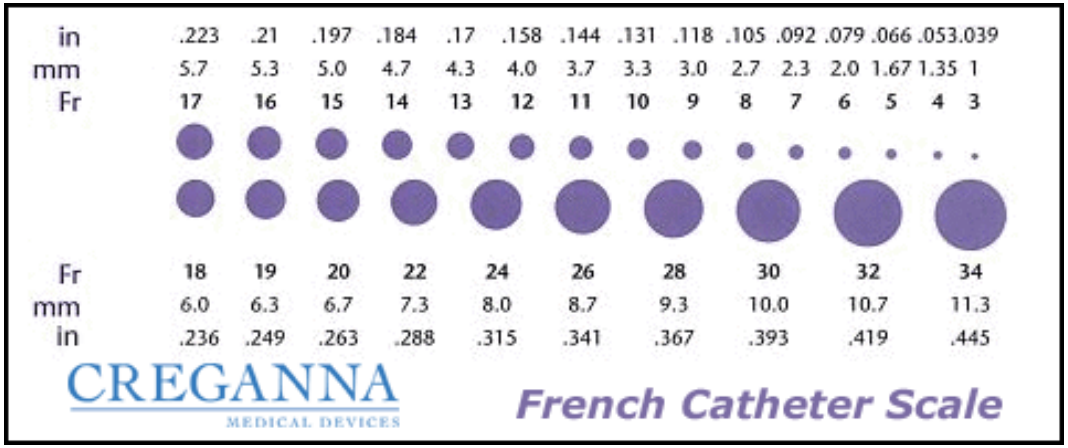


Femoral arter ve ven: renkli Doppler USG



1Fr = 0.33 mm

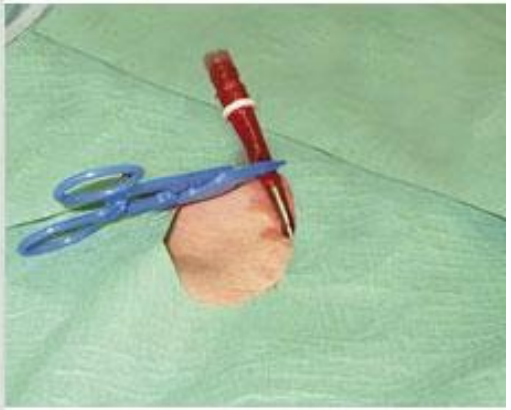
mm X 3= Fr



French Gauge	Diameter *(mm)*	Diameter *(inches)*
3	1	0.039
4	1.35	0.053
5	1.67	0.066
6	2	0.079
7	2.3	0.092
8	2.7	0.105
9	3	0.118
10	3.3	0.131
11	3.7	0.144
12	4	0.158
13	4.3	0.170
14	4.7	0.184
15	5	0.197
16	5.3	0.210
17	5.7	0.223
18	6	0.236
19	6.3	0.249
20	6.7	0.263
22	7.3	0.288
24	8	0.315
26	8.7	0.341
28	9.3	0.367
30	10	0.393
32	10.7	0.419
34	11.3	0.445

Kanül takma

- 2 deneyimli uzman
- Trombosit 60.000 / mcl
- aPTT < 60 sn
- Hb > 9 mg/dl
- Sonra bolus 5000 IU heparin i.v.



Monitorizasyon

- Klinik gözlem
- Uzuv distaline SpO2 probu
- Serum laktat
- Kreatin kinaz

Monitorizasyon II

- Membran akımı = 1-2 lt/dk. (1 lt)
- Oksijen akımı = 1-10 lt/dk (5 lt/dk)
- aPTT = 60 – 80 sn. (> 55 sn.)
- ACT = 180 – 220 sn.
- Kan gazı = pH > 7.25, PaO_2 > 70 mmHg
- Arteriyel hattan devamlı heparin infüzyonu (600-800 IU/saat)

İdame

- Klinik gözlem (SpO2, CK, Laktat)
- Heparin infüzyon (600-800 IU/ saat)
- ACT ve aPTT takibi ? (ACT: 160–200 sn; aPTT:>55 sn)
- Devamlı kan akımı Doppler ile ölçümü (1-2lt/dk)
- Hb – Hct seviyesi > 9 mg/dl - % 25
- pH > 7.35

Heparin uygulaması

Tablo 2. Vücut ağırlığına göre heparin uygulaması

APTZ (s)	Doz değişikliği (U/kg/saat)	Ek tedavi
< 35	+ 4	80 U / kg bolus
35- 45	+ 2	40 U / kg bolus
46- 70	0	0
71- 90	-2	0
> 90	- 3	İnfüzyona 1 saat ara ver

Heparin 25 000 U, 250 cc %5 Dextroz içinde, Başlangıç dozu 80 U / kg, infüzyon 18 U/kg, İlk aPTZ bolus uygulamadan 6 saat sonra bak, aPTZ terapödik düzeye gelince günde 1 kez kontrol

Heparin doz ayarlaması

Tablo 1. Heparin doz ayarlaması

aPTZ (s)	Bolus (U)	Stop (dak)	İnfüzyon hızı (ml/saat)	Sonraki aPTZ
< 50	5000	0	+3 (+2880)	6.saat
50-59		0	+3 (+2880)	6.saat
60-85		0	0 (0)	ertesi sabah
86-95		0	-2 (-1920)	ertesi sabah
96-120		30	-2 (-1920)	6.saat
>120		60	-4 (3840)	6.saat

Heparin konsantrasyonu 40 Ü/ml, Başlangıç dozu 5000 ünite İV bolus, Sonra 24 saatte 32000 ünite infüzyon, İlk aPTZ bolus uygulamadan 6 saat sonra

Heparin İlişkili Trombositopeni

!!!!!

Trombin inhibisyonu

- Trombin oluşumunu engelleyen
  - Danaparoid
- Trombin inhibitörü
  - lepirudin (r-hirudin), argatroban, bivalirudin
- İndirekt FXa inhihibitörü
  - fondaparinux

ECLA’den Ayırma

- Gaz akışı 1 lt/dk en az iki saat
- Kanül çıkarılabilir = 30 dak. Bası, sonrasında 24 saat baskı bandajı uygulanır.
- Spontan solunum denemesi = FiO2 < 0.4, PEEP < 8 cmH2O, SaO2 > %90 en az 1 saat
- Hemodinamik, metabolik ve nörolojik takip
- Ekstübasyon

The End