

ECMO

Dr. Fatih Türkmen

2018

ECMO

- Organ iyileşmesi ya da nakline köprü sırasında yaşamın devamı için kalp ve/veya akciğer fonksiyonlarının geçici olarak, kısmen ya da tamamen, iyatrojenik hasarı engelleyen mekanik cihazlarla desteklenmesidir.
- Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO)
- Extracorporeal Life Support
- Extracorporeal Lung Assist.
- Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation(ECPR)

ECMO

- ECMO, geri dönüşümlü kalp ve/veya solunum yetmezliği olan hastalar için geçici yaşam desteği amacıyla geliştirilmiş bir kardiyopulmoner baypas devresidir.
- ECMO akciğerlerdeki gaz alışverişini ve dolaşım desteğini mekanik olarak sağlar.
- ECMO, ventilatör tidal volümünü minimumda tutma imkânı sağlayarak akciğerlerin dinlenmesine ,yüksek inotrop tedaviye cevap vermeyen kardiyojenik şokta ise kardiyak destek sağlar.

ECMO TARİHÇE

- 1953'de **John Gibbon** 18 yaşındaki bir bayan hastada (Cecilia Bavolek) bu tekniği kullanarak atrial septum defektini başarıyla kapatmıştır.
- 1971 yılında **Dr. J.D. Hill** ekstrakorporeal dolaşımın ilk defa ameliyathane dışında, ARDS gelişen 24 yaşındaki bir erkek hastada Bramson membran oksijenatörünü hastalığın akut fazında başarı ile kullanmıştır.



ECMO TARİHÇE

- 1970'li yıllarda yetişkin yaş grubunda ECMO ile ilgili yapılan çalışmaların olumsuz sonuçları bu yaş grubunda kullanımını uzunca bir süre duraklatmıştır.
- Pediatrik ve yenidoğan grubunda kullanımı yaygın devam etmiştir.
- 2009 yılında yayınlanan CESAR çalışması ile erişkin solunum yetmezliğinde ECMO'nun konvansiyonel tedaviye göre daha iyi sonuç verdiği gösterilmiştir.
- Son 10 yılda yeni teknolojik gelişmeler sonrası günümüzde erişkin yaş grubunda da pek çok merkezde ECMO rutin kullanıma girmiştir.

ELSO

- ECMO kullanan merkezlerin bir araya gelmesiyle 1989 yılında kurulmuştur.
- ELSO, ECMO vakalarının dijital veri tabanında kayıtlarını tutarak bazı verileri paylaşır. (<http://www.else.org>)
- Hastaların çoğunluğunu solunumsal destek vakalarının oluşturduğu görülmektedir (%61) .
- Yenidoğan grubun vakaların önemli bir kısmını oluşturup sıklıkla solunumsal ECMO vakalarıdır.

ELSO

- Son 5 yılda erişkin solunumsal ve kardiyak ECMO sayısında önemli bir artış vardır.
- Yenidoğan vaka sayısı ise stabil seyretmiştir.
- ELSO merkezlerinin sayısı 1993-2004 arasında 110-120 arasında seyrederken, 2011'de merkez sayısı 170'e çıkmıştır.
- 2017 yılsonu verilerine göre ise ELSO sistemine üye 359 merkez bulunmaktadır.

ELSO 2016 VAKA VE SAĞKALIM

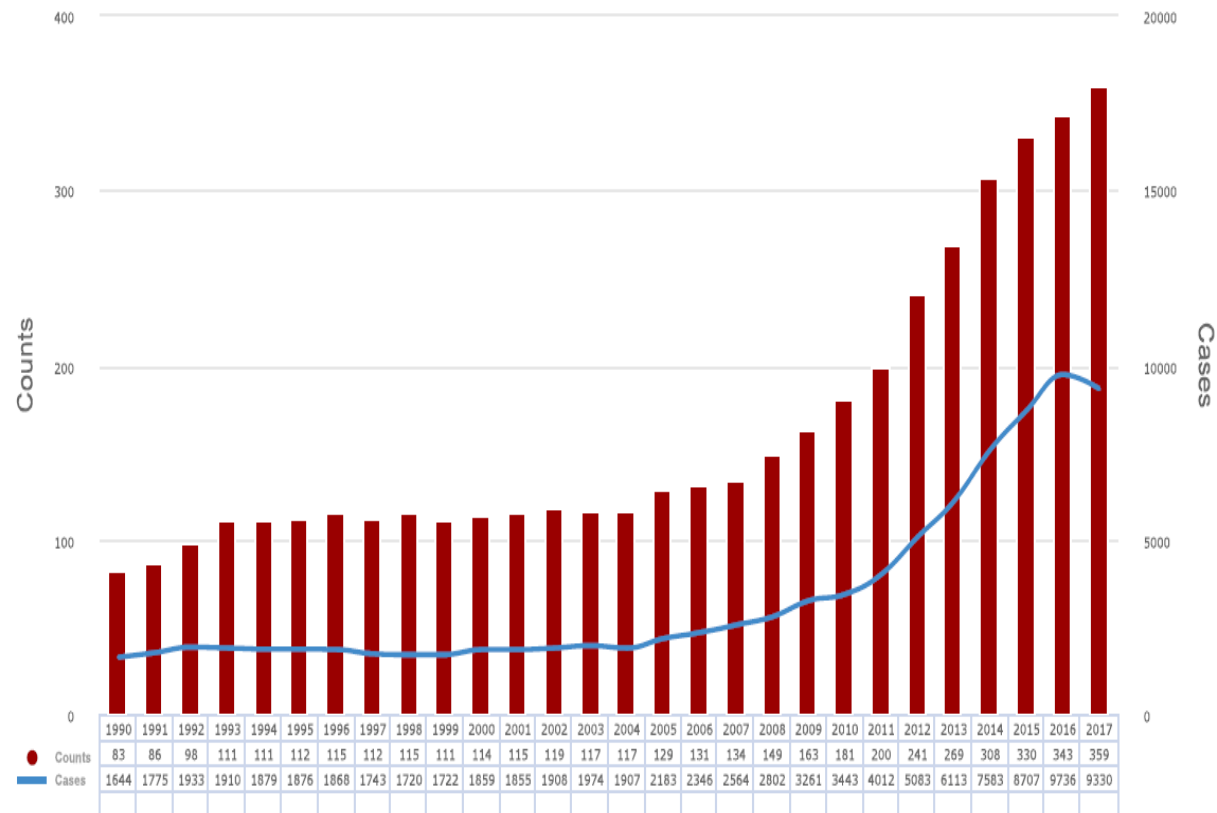
	Toplam hasta	Sağkalım (EKYD)	Sağkalım (Taburculuk/Transfer)
Yenidoğan			
Solunumsal	28723	24155 %84	21274 %74
Kardiyak	6269	3885 %62	2599 %41
EKPR	1254	806 %64	514 %41
Pediyatrik			
Solunumsal	7210	4787 %66	4155 %58
Kardiyak	8021	5341 %67	4067 %51
EKPR	2788	1532 %55	1144 %41
Erişkin			
Solunumsal	9102	5989 %66	5254 %58
Kardiyak	7850	4394 %56	3233 %41
EKPR	2379	948 %40	707 %30
Toplam	73596	51837 %70	42947 %58

ELSO 2017 VAKA VE SAĞKALIM

	Total Runs	Survived ECLS		Survived to DC or Transfer	
Neonatal					
Pulmonary	30,844	25,922	84%	22,599	73%
Cardiac	7,718	5,011	64%	3,231	41%
ECPR	1,694	1,125	66%	694	40%
Pediatric					
Pulmonary	8,739	5,890	67%	5,079	58%
Cardiac	10,332	7,088	68%	5,375	52%
ECPR	3,881	2,223	57%	1,643	42%
Adult					
Pulmonary	15,686	10,463	66%	9,264	59%
Cardiac	15,201	8,489	55%	6,379	41%
ECPR	4,745	1,830	38%	1,381	29%
Total	98,840	68,041	68%	55,645	56%

ELSO 1990-2017 MERKEZ-VAKA

Centers by year



ECMO ENDİKASYONLAR

- a) Postkardiyotomi kardiyojenik şok
- b) Kardiyak arrest
- c) Kardiyojenik şok
- d) Solunum yetersizliği
- e) Sol ventrikül destek sistemi sonrası sağ kalp veya solunum yetersizliği
- f) Yüksek riskli perkütan kardiyak işlemler

ECMO KONTRENDİKASYONLAR

- a) Son dönem irreversibl veya inoperabl kalp ve akciğer hastalığı olup transplantasyon adayı olmayanlar
- b) Belirgin nörolojik veya çoklu organ yetmezliği olanlar
- c) Majör organlarda kontrol edilemeyen kanamalar
- d) İleri obezite
- e) Kardiyopulmoner ressüstasyon sırasında girişim yapılabilecek yolun olmaması
- f) İleri Malignensi
- g) Aile ve/veya hastanın onayının olmaması

ECMO KOMPLİKASYONLARI

Sistemik Komplikasyonlar :

- a) Kanama, Hemoliz, Koagülopati, Trombositopeni ,Massiv DIC
- b) Nonpulsatil Perfüzyon veya embolizasyon sonucu uç organ hasarı; Diyaliz gerektiren böbrek yetmezliği, karaciğer hasarı, dalak infarkt alanları ve gastrointestinal (GİS) sistemde GI kanama, perforasyon, ülserasyon
- c) Nörolojik komplikasyonlar; Konvülziyon, inme, intraserebral kanama, hipoksik beyin hasarı, beyin ölümü

ECMO KOMPLİKASYONLARI

Sistemik Komplikasyonlar :

- d) Enfeksiyon; Bakteriyemi, mediastinit, pnömoni, kateter enfeksiyonları, sepsis
- e) Metabolik bozukluklar
- f) Kardiyovasküler komplikasyonlar; Kalp yetmezliği, siyanoz, aritmi, emboli, damar komplikasyonları, ekstremitte iskemisi, sol ventrikülde trombüs oluşumu.

ECMO KOMPLİKASYONLARI

Mekanik Komplikasyonlar:

- a) Tüplerde, devrede hasar
- b) Pompa fonksiyon bozukluğu
- c) Kanülle ilgili hasarlar
- d) Hava embolisi, tromboemboli,
- e) Teknik hatalar; Obstrüksiyon, aort kanülü dekonneksiyonu
- f) Hemoliz

KANULASYONA GÖRE ECMO

DUAL KANÜLASYON

- a) VENO-VENÖZ (VV) KANÜLASYON
- b) VENO-ARTERİYEL (VA) KANÜLASYON

ÜÇLÜ KANÜLASYON

- a) VENO-ARTERİYO-VENÖZ (VAV) ECMO
- b) VENO-ARTERİYO-VENÖZ (VAV) ECMO

KANÜLASYON TEKNİKLERİ

- VV-ECMO Kanülasyonu: üç değişik metod ile yapılmaktadır.
 - Jugulo-femoral
 - Femoro-femoral
 - Juguler dual lümenli

KANÜLASYON TEKNİKLERİ

- VA-ECMO kurulumu için kanülasyon teknikleri santral ve periferik olarak tanımlanmıştır.
- Periferik kanülasyon, teknik olarak daha kolay olması ve son yıllarda perkütan kurulum ekipmanlarındaki ciddi gelişim nedeniyle, daha sıklıkla tercih edilmektedir.
- Santral kanülasyonda temel girişim bölgeleri, aorta ve sağ atrium olmakla birlikte, venöz drenaj için juguler ve femoral venden perkütan yerleştirilen kanüller de tercih edilebilir.

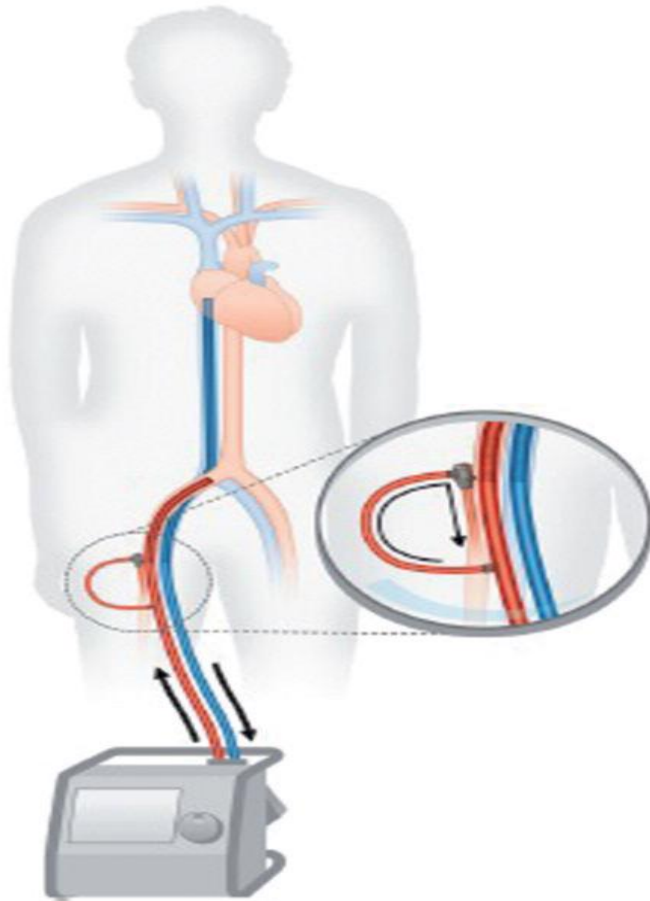
ECMO

Veno-Arteriyel ECMO (VA-ECMO):

- Venöz kanül aracılığı ile oksijenatöre alınan kanın satüre hale getirilip arteriyel sisteme verilerek kardiyak destek sağlanmasıdır.
- Temel amaç sağ ventrikül dekompresyonu sağlanırken, sol ventrikül distansiyonun engellemesidir.
- Yenidoğanda 100 cc/kg/dk, pediatri de 80 cc /kg/dk, yetişkinde 60 cc/kg/dk olarak kan akımı ayarlanır.

VENO-ARTERİYEL (VA) KANÜLASYON

VA



Sağ atriyumdan alınan kan, ECMO cihazında oksijenlenir ve iliak arter üzerinden aorta geri gönderilir.

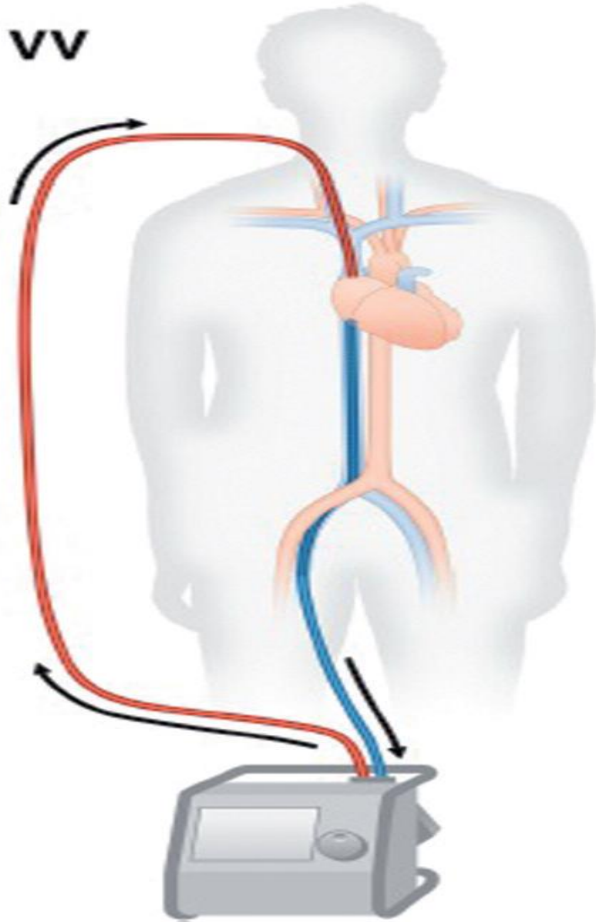
Femoral arterin kanülasyon bölgesi distalinin perfüzyonu için kan akımı sağlayan ek bir sheet yerleştirilir.

ECMO

Venö-Venöz ECMO (VV-ECMO):

- Venöz kanül aracılığı ile oksijenatöre alınan kanın satüre hale getirilip venöz sisteme verilerek pulmoner destek sağlanmasıdır.
- Temel amaç sağ atriuma satüre kan sunumu yapıp akciğerlerin tedavisi süresince akciğerlere destek sağlamaktır.
- Yenidoğanlarda 120 ml/kg/dk; erişkinler için 60-80 ml/kg/dk olarak kan akımı ayarlanır.

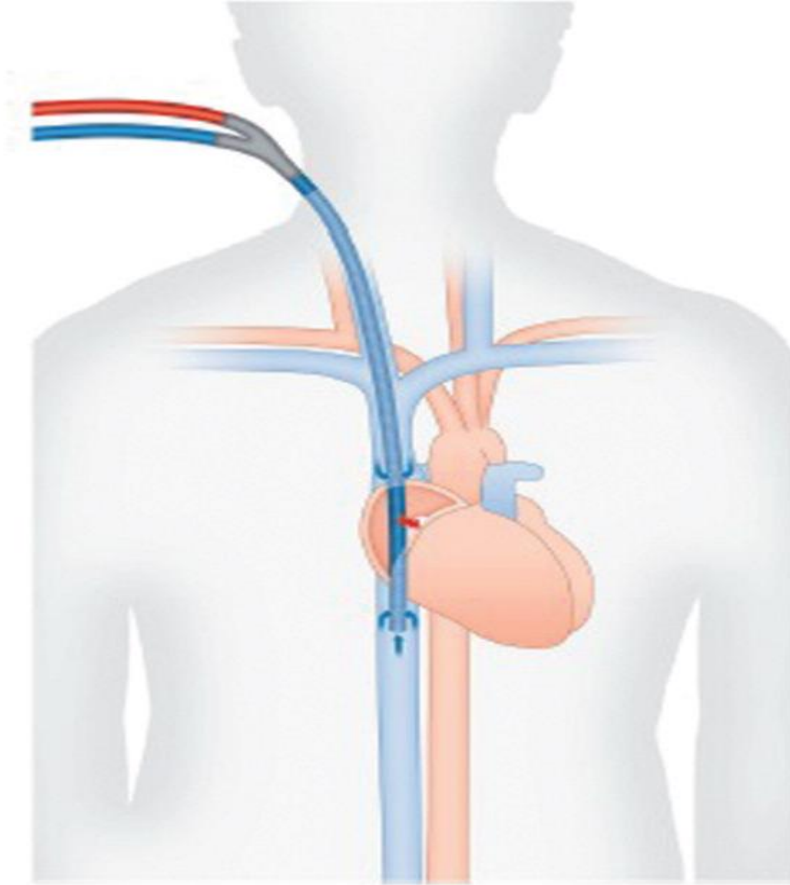
VENO-VENÖZ (VV) KANÜLASYON



Kan, sağ atriyum ve vena kava inferiyordan alınır.

Ekstrakorporeal oksijenatör cihazında oksijenlenir ve sağ atriya geri gönderilir.

VENO-VENÖZ (VV) KANÜLASYON



**Bikaval çift lümenli kanül ile
üst vücut kısmında Veno-
Venöz kanülasyon**

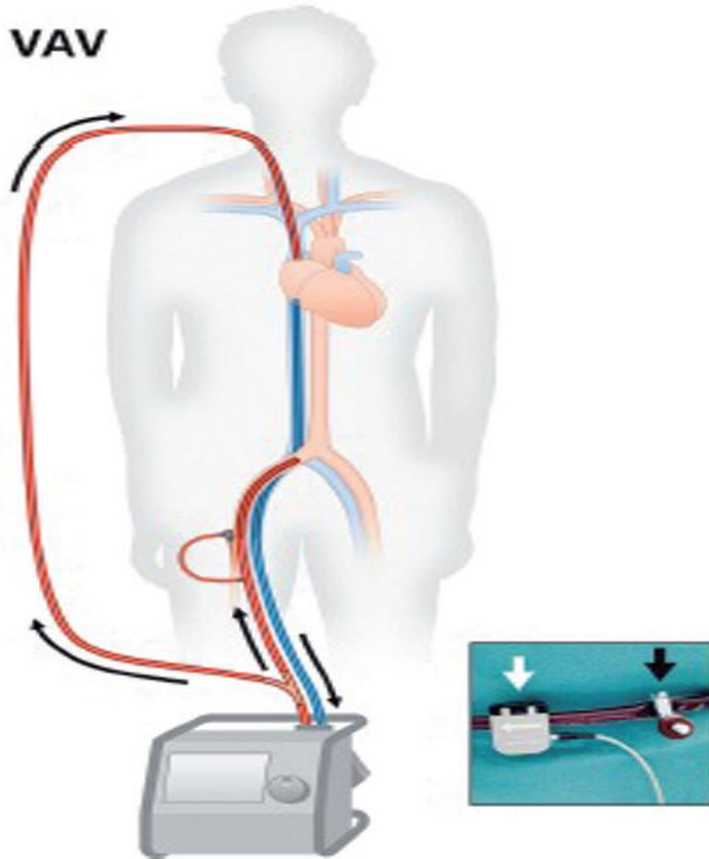
Kanı akıştan mekansal olarak ayrılmış süperior ve inferior kaval venlerden drene eder ve oksijenlenmiş kanı triküspid kapağa geri göndererek ekstrakorporeal dolaşım minimuma indirilir.

ECMO

Hibrid ECMO

- Hem sol ventrikül dekompresyonu hemde akciğerlere satüre kan sunumuyla pulmoner destek sağlamaktadır.
- Venöz kanül aracılığı ile femoral venden drene edilen desatüre kan oksijenatörde satüre hale getirilip femoral arter ile arteriyel sisteme hemde juguler ven aracılığıyla venöz sisteme iletilmesidir.
- VA-ECMO veya VV-ECMO uygulamaları sırasında gelişen bazı komplikasyonların Harlequein sendromu(vücut üst yarısında düşük arteriyel O₂ satürasyonu) sol ventrikül distansiyonu, VA-ECMO desteğine rağmen hipoksi vb. çözülmesi için kullanılır.
- ECMO hatlarına yeni girim akımı veya çıkım akımı eklenerek yapılır.

VENO-ARTERİYEL-VENÖZ ECMO (VAV)



Bu konfigürasyon eş zamanlı akciğer ve kalp yetmezliği bulunan hastalarda kullanılarak arteriyel akım bir kısmı aorta doğru ve bir kısmı sağ atriyuma doğru olmak üzere bölünür.

Bu şekilde eş zamanlı olarak güçlü solunum ve dolaşım desteği sağlanabilir.

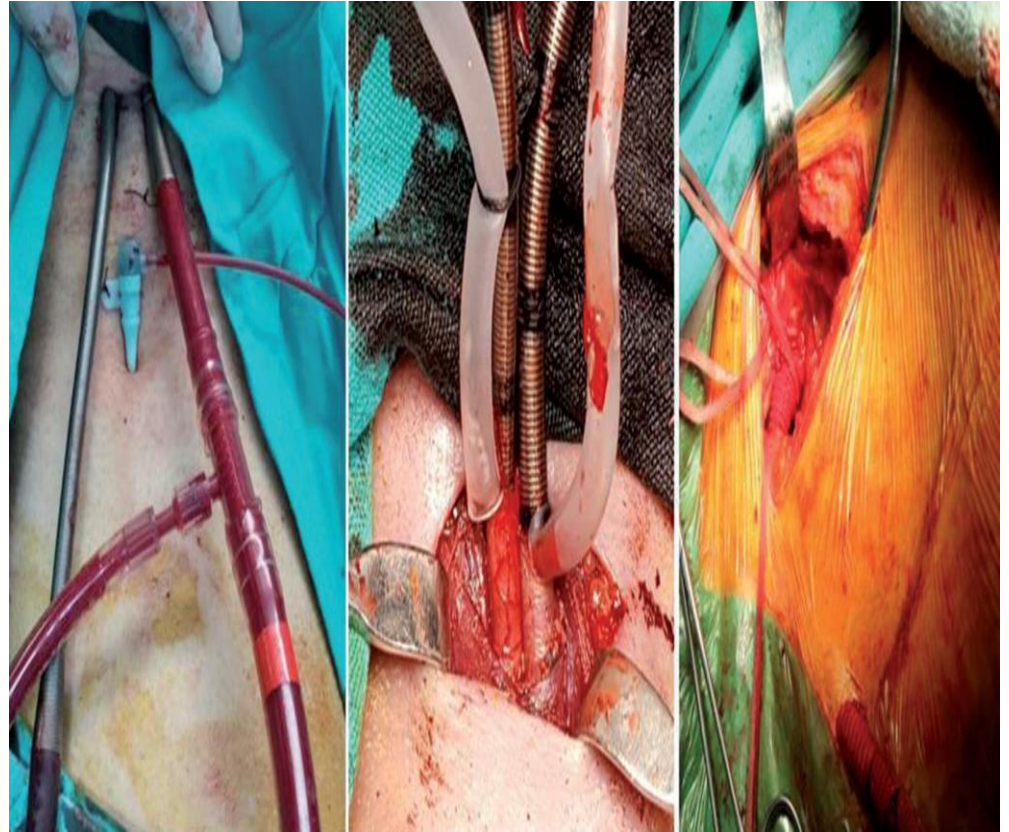
Bu iki bölgenin akım oranı hastanın durumuna göre şekilde beyaz ve siyah ok ile gösterilen klempler ile ayarlanır.

The diagram illustrates a VVA (Vascular Vascular Access) system. A patient is shown with a double-lumen catheter inserted into a large vein. The catheter is connected to a machine, likely a dialyzer or a pump, via a Y-connection. An inset image shows a close-up of the catheter tip, highlighting the Y-connection point.

Bazı veno-arteryel ECMO olgularında (örneğin ven çaplarının küçük olması durumunda veya yüksek akıma bağlı hemoliz olgularında) tek bir venöz kanül ile drenaj yeterli olmayabilir. Bu durumlarda venöz drenajı artırmak ve yüksek akımlara imkan sağlamak için ikinci bir venöz kanül yerleştirilip veno-veno-arteryel kanülasyon stratejisi yardımcı olabilir.

KANÜLASYON

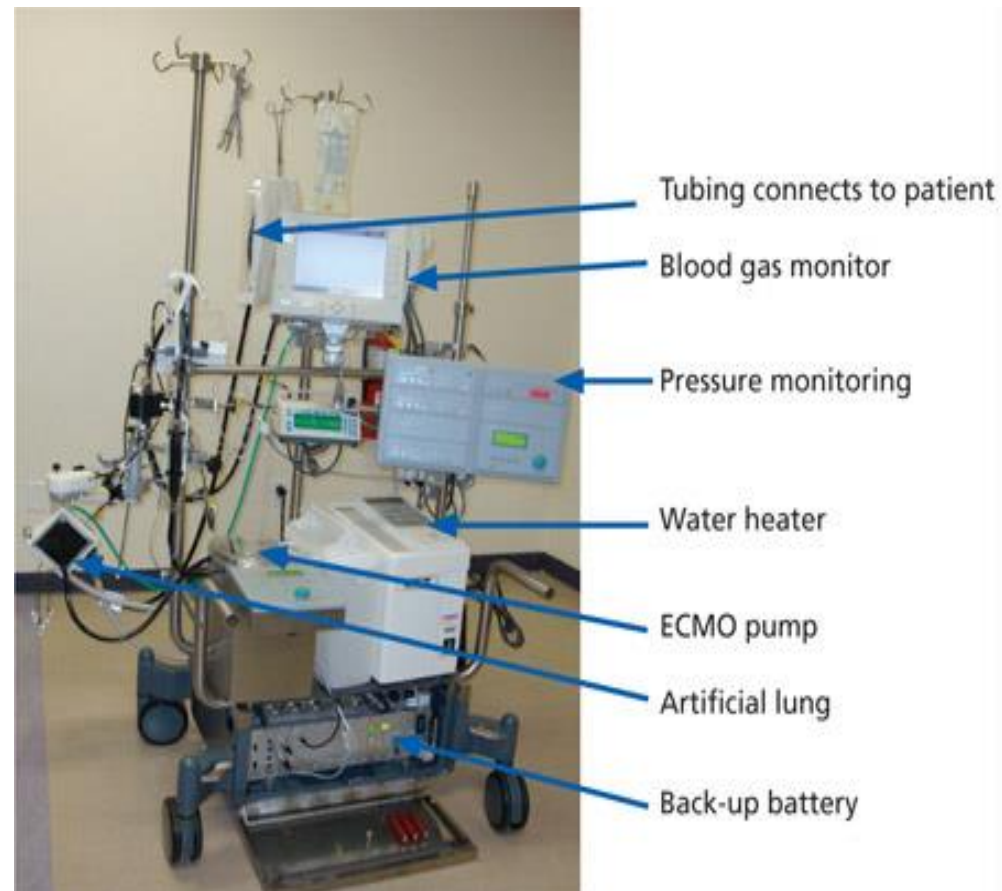
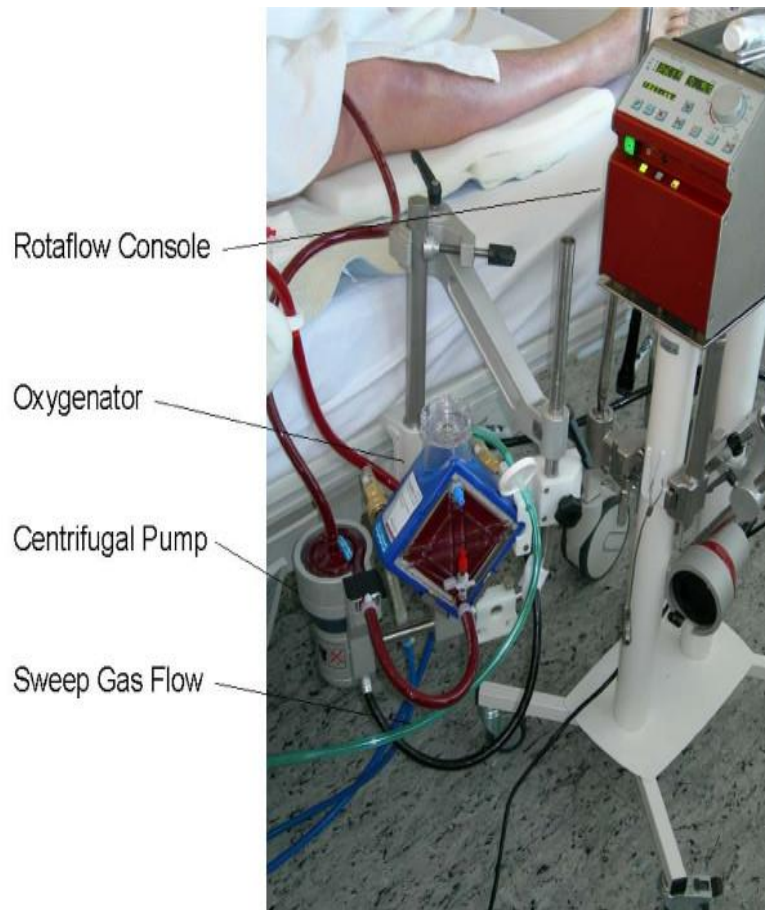
- 1-Cut-down (açık)
- 2-Perkütan (seldinger-seri dilatasyon)
- 3-Cut down-perkütan kombinasyonu
- 4-Doğrudan kanülasyon



ECMO DEVRESİ

- a) Vasküler girişim yolu
- b) Sentrifugal/Roller pompa
- c) Hollow-fiber/silastik oksijenator
- d) Isıtıcı-soğutucu (37 derecede tutar)
- e) Arteriyel/venoz drenaj kanulleri(Arteriyal dönüş kanulu (15-21 F) ve venoz drenaj kanulu (21-28 F)
- f) Tüp set (Ven veya arter sistemini, oksijenator ve pompayı birbirine bağlayan kanul sistemleridir)
- g) Rezervuar
- h) Monitorizasyon sistemleri

ECMO DEVRESİ



ECMO MEKANİZMA

- (O₂) ‘den zengin hale getirilerek kanda yeralan karbondioksitin (CO₂) ‘de eş zamanlı olarak uzaklaştırılması gerçekleştirilmektedir .
- VV-ECMO da olduğu gibi bir vene (inflow vena kava veya sağ atriumdan, outflow sağ ventrikül veya mümkünse pulmoner artere) verilir.
- VA-ECMO da bir artere (inflow vena kava veya sağ atriumdan, outflow brakial/aksiller arter, çıkan aorta veya femoral arter) verilir.

ECMO MEKANİZMA

- VA-ECMO' da ise hem akciğerlerin hem de kalbin fonksiyonları kısmi veya tamamen yedeklenmiş olur.
- Arteriyel yataktan geçen kan, hem VA-ECMO sisteminin yolladığı hem de pulmoner yataktan sol sisteme gelerek sol ventrikülden pompalanan kanın bileşiminden oluşmaktadır.
- Sistemik perfüzyonu sağlayan debiyi de ECMO akımı ile sol ventrikül ejeksiyonu birlikte oluşturur.
- ECMO uygulandığı dönem boyunca nativ pulmoner yatağın toparlanmasına müsaade edebilmek için ventilatör destek ayarları minimumda tutulmalıdır.
- ECMO cihazı FiO_2 değeri ile respiratör desteği FiO_2 değeri aynı tutulmalı, yapılan değişiklikler birbirine yansıtılmalıdır.

ECMO TAKİP

- İnvaziv devamlı tansiyon arteriyel monitörizasyonu, kan laktat düzeyi ve venöz oksijen satürasyonu düzeyi , günlük yapılacak ekokardiyografik görüntüleme yapılır.
- Sıvı dengesinin ve ideal kalp debisinin dolaylı ama önemli göstergelerinin içerisinde idrar çıkışı miktarı sayılabilir.
- Kan hemoglobin miktarının 10 gram/dL üzerinde olması hedeflenir.

ECMO TAKİP

- ECMO devresinin fonksiyonel olarak çalışmaya devam edebilmesi antikoagülasyon ile mümkündür. Aktive edilmiş koagülasyon zamanı (ACT) hedef değer 180- 200 sn. aralığıdır.
- ACT değerlerinin (normali 120 sn.) 200 sn. üzerine çıkması kanama riskini, 180 sn. altına inmesi de tromboemboli riskini arttıracığı için önerilmez.
- Kan trombosit miktarının 70.000-75.000/mikrolitre seviyelerinin altına inmesi durumlarında trombosit süspansiyonu replasmanı gerçekleştirilmelidir.

ECMO'DAN AYRILMA HAZIRLIĞI

- Çalışmalarda ECMO'dan ayrılma başarısını etkileyen en önemli durumun hasta ve hastalığın karakteri olduğu gösterilmiştir.
- Weaning başarısını etkileyen bağımsız önemli değişkenler olarak ise; yaş, cinsiyet, pH değeri, PaO₂/FiO₂ oranı ve mekanik ventilasyonda kaldığı gün sayısıdır.
- Eğer ilk denemede başarılı olunamadı ise tekrar denemek için 24-48 saat sonra beklenmelidir.
- Başarılı weaning ve kanüllerin çıkartılmasından sonraki 72 saat hayatta kalış başarılı weaning olarak kabul edilir.

ECMO CESAR VE BEIN

- ARDS' li hastalarda ECMO ve konvansiyonel respiratuar tedavinin karşılaştırıldığı randomize kontrollü çalışmaları incelediğimizde:

2000 yılından sonra yapılan çalışmalarda, solunum yetmezliği sonucu ECMO ile tedavi edilenlerin altıncı ayda ciddi bir maluliyet olmadan hayatta kalmalarının daha iyi olduğu ortaya konmuştur.

Peek, 2009 CESAR

- Randomize, kontrollü, çok merkezli bu çalışmada altı aylık sağkalım 90 ECMO hastasında %63 bulunmuştur.
- 87 konvansiyonel medikal tedavi hastasında %47 bulunmuştur.
- CESAR çalışması ciddi fakat potansiyel geri dönüşlü solunum yetmezliği olan hastalarda altı aylık ciddi engelliğe neden olmadan sağ kalımı artırdığını ortaya koyan bir çalışmadır.

Bein, 2013

- Bein ve ark. 2013 yılında yaptığı çalışmanın primer sonlanım noktası 28. gün ve 60. gün ventilatörsüz yaşam olarak belirlenmiştir.
- Bu çalışmada primer sonlanım noktası açısından girişim yapılan ve kontrol grubu açısından fark saptanmamıştır.

E-CPR

- E-CPR için AHA (the American Heart Association) kılavuzlarına göre, hastanedeki süresi belli olan ve geri dönüşlü olduğu düşünülen (hipotermi veya ilaç entoksikasyonu gibi) kardiyak arrest olan hastalarda veya kalp nakli veya revaskülarizasyona müsait olan hastalarda E-CPR düşünülmesi gerekmektedir.

(Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circ 2015; 132[suppl 2]:S444-S464.)

E-CPR

- Kardiyak arrest sırasında zaman kaybedilmeden karar verip ECMO'nun hemen yerleştirilmesi önemlidir.
- Böylelikle ECMO hayat kurtarıcı olmakta ve nörolojik sonuçlar da daha iyi olmaktadır.
- Kardiyak arrest sırasında ECMO'nun başarısı ECMO takımının tecrübesi ve dikkatli hasta seçimine bağlıdır.

E-CPR

- Xie ve ark.nın yaptığı bir metaanalizde 8 gözlemsel çalışma ve 343 kardiyak arrest olgusu incelenmiştir. Taburculuğa kadar sağkalım %35.9 bulunmuştur.
- Wallmuller ve ark.nın yaptığı çalışmada ise, acil serviste gorulen 3621 hastanın 55'ine eCPR uygulanmıştır. Bu hastaların %25 i ECMO'dan ayrılabilmiş, 8'i 6 ay yaşayabilmiştir.
- (Xie A, Phan K, Yi-Chin Tsai M, Yan T, Forrest P. Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiogenic Shock and Cardiac Arrest: A Meta-Analysis. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2015;29(3):637-45.)
- (Wallmüller C, Sterz F, Testori C, Schober A, Stratil P, Hörburger D. Emergency cardio-pulmonary bypass in cardiac arrest: Seventeen years of experience. *Resuscitation* 2013; 84(3):326-30.)

E-CPR

- Chen ve ark.nın yaptığı 3 yıllık prospektif gözlemsel çalışmada, kardiyak sebepli hastane içi kardiyak arrest olan ve 10 dakikadan fazla CPR sonucu eCPR a donulen 59 hasta, propensity skorlaması ile geleneksel CPR ile karşılaştırılmıştır.
- Taburculuğa kadar sağkalım anlamlı olarak eCPR grubunda %29 iken, CPRda %12, ECMO'dan ayrılabilme %49 bulunmuştur.
- (Chen Y, Lin J, Yu H, Ko W, Jerng J, Chang W. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. The Lancet 2008;372(9638):554-61.)

E-CPR

- Stub ve ark.nın prospektif CHEER çalışmasında ise, 18-65 yaş arasında kardiyak sebepli kardiyak arrest olan 26 hasta (11 hastane dışı, 15 hastane içi) değerlendirmeye alınmıştır.
- Bu hastaların %54'u başarı ile ECMO'dan ayrılabilmiş, %54 u taburcu edilebilmiştir.
- (Stub D, Bernard S, Pellegrino V, Smith K, Walker T, Sheldrake J. Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial). Resuscitation 2015;86:88-94.)

E-CPR ENDİKASYONLARI

- E-CPR için temel kriter arrest nedeninin düzeltilebilir olması muhtemel bir düzeltilemeyecek kardiyak ya da pulmoner patoloji olmasıdır.
- Bununla birlikte agresif resüsitasyon uygulamak kararını getiren koşulların da eşlik ediyor olması gereklidir. Başka bir deyişle hastanın arrest öncesi genel durumunun iyi ya da düzeltilebileceği bilinen hastalık hali olarak tanımlanabilecek bir düzeyde olmasıdır.
- Bu yukarıdaki koşullar varlığında konvansiyonel CPR ile yanıt alınamayan (düzenli ritm sağlanamamış ve sistolik kan basıncı 70 mmHg altında seyreden) hastalarda E-CPR uygulaması yapılabilir.

E-CPR ENDİKASYONLARI

Tüm bu koşulların varlığında uygulama kararı hastaya müdahale eden ekibe aittir. E-CPR ile ilgili en doğru kararı müdahale sırasında hastanın tüm bulgularını değerlendiren ve müdahaleyi gerçekleştirecek hekimler karar verecektir.

E-CPR uygulanacak ise de konvansiyonel yöntemden E-CPR'a geçiş için zamanlama kararı da yine aynı şekilde hekime aittir. Her iki konuda da kabul edilmiş kriterler mevcut değildir.

Kardiyak arrest halinde resüsitasyona rağmen terminal fazına girilmiş olması yani ağır asidoza tablosu gelişmiş olması E-CPR uygulamasına engel değildir. Yukarıdaki koşullar varlığında ağır metabolik asidoza rağmen E-CPR yapılabilir.

E-CPR HANGİ DURUMLARDA ÖNERİLMEZ?

- Asistoli, Arrest sonrası ilk 10 dakika içinde müdahaleye başlanılmadığı bilinen durumlar
- Ambulansta müdahale ile geçirilen sürenin 10 dakikadan daha fazla olması
- Toplam arrest süresinin 60 dakikadan fazla olması
- Sepsis ya da hemorajik şok şüphesi
- Ciddi nörolojik hasar varlığı bilgisi (travma, inme, ileri demans)
- Hastanın yaşam süresini kısaltması muhtemel ciddi komorbiditelerinin olması (ileri evre kanser gibi,)
- Hastane dışı kardiyak arrest vakası ise 70 yaş üstü olması

ECMO SONUÇ

- ECMO komplikasyonları çok olan, yetişmiş personele ihtiyaç duyan ve her merkezde olmayan bir yöntemdir.
- Harika bir yöntem olduğuna dair hala yeterli kanıt yoktur.
- Ancak CPR ve yoğun bakım tedavilerinde acil uzmanlarının da ECMO kullanımı konusunda daha faal olması gerekmektedir.

