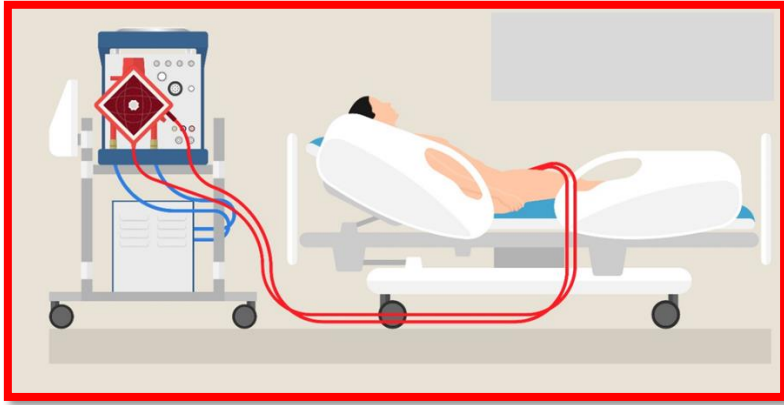




**T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI**  
HALK SAĞLIĞI  
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

# **Ekstrakorporeal Membran Oksijenizasyonu (ECMO) Uygulamalarında Enfeksiyon Önleme ve Kontrol Kılavuzu**



**Kasım 2021, Ankara**

***Halk Sağlığı Genel M¼d¼r¼***

Doç. Dr. Fatih KARA

***Bulaşıcı Hastalıklar ve Erken Uyarı Dairesi Başkanı***

Uzm. Dr. Muhammet ÇÖMÇE

**Editör**

Doç. Dr. Can Hüseyin HEKİMOğLU

***Yayına Hazırlayanlar***

Hem. Esen BATIR

Hem. Emine YILDIRIM GÖZEL

Hem Dilek ALTUN

**YAZARLAR**

Prof. Dr. Halis AKALIN

Prof. Dr. Rahmet GÜNER

Prof. Dr. Duygu PERÇİN

Prof. Dr. Dinçer YILDIZDAŞ

Doç. Dr. Melda TÜRKOğLU

Hem. Belgin ERDOğAN

Hem. Hümeyra ZENGİN

**ULUSAL ENFEKSİYON ÖNLEME VE KONTROL DANIŞMA KURULU**

<b>Ad Soyad</b>	<b>Kurum</b>	<b>Branş</b>
Prof. Dr. Recep ÖZTÜRK <b>KOORDİNATÖR</b>	İstanbul Medipol Üniversitesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Halis AKALIN	Uludağ Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Bilgin ARDA	Ege Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Gökhan AYGÜN	Cerrahpaşa Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Alpay AZAP	Ankara Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Figen ÇİZMECİ ŞENEL	Sağlık Bakanlığı, Türkiye Sağlık Enstit¼leri Başkanlığı (TÜSEB), Türkiye Sağlık Hizmetleri Kalite ve Akreditasyon Enstit¼s¼ Başkanlığı (TÜSKA)	Diş Hekimi
Prof. Dr. F. Şebnem ERDİNÇ	Ankara Eğitim Ve Araştırma Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Serap EREL	Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	Genel Cerrahi
Prof. Dr. Gülden ERSÖZ	Mersin Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. M. Gökhan GÖZEL	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Hatice Rahmet GÜNER	Ankara Şehir Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Gökhan METAN	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Rahmi ÖRS	Konya Medova Hastanesi	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları / Neonatoloji
Prof. Dr. Duygu PERÇİN RENDERS	Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hastanesi	Tıbbi Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Yeşim TAŞOVA	Çukurova Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Balcalı Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Prof. Dr. Ayşeg¼l ULU KILIÇ	Erciyes Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Doç. Dr. Melda TÜRKÖę¼LU	Gazi Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	İç Hastalıkları/ Yoğun Bakım
Doç. Dr. Can Hüseyin HEKİMOę¼LU	Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel M¼d¼rl¼ę¼, Sağlık Hizmeti İlişkili Enfeksiyonları Önleme ve Kontrol Birimi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji / Epidemiyoloji
Doç. Dr. Serap SÜZÜK YILDIZ	Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel M¼d¼rl¼ę¼ Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları ve Biyolojik Ürünler Daire Başkanlığı	Tıbbi Mikrobiyoloji

Uzm. Dr. Benhur Őirvan ÇETİN	Erciyes Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları / Pediyatrik Enfeksiyon
Uzm. Dr. Gamze KALIN	Erciyes Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji
Uzm. Dr. Dilek TARHAN	Sağlık Bakanlığı, Sağlık Hizmetleri Genel M¼d¼rl¼ę¼, Sağlıkta Verimlilik, Kalite ve Akreditasyon Daire Başkanlığı	Tıbbi Mikrobiyoloji
Dilek ALTUN	Sağlık Bakanlığı	Enfeksiyon Kontrol HemŐiresi
Belgin ERDOğAN	Ankara Şehir Hastanesi	Enfeksiyon Kontrol HemŐiresi
Huriye ÖZEN	Liv Hospital Ankara	Enfeksiyon Kontrol HemŐiresi
H¼meyra ZENGİN	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fak¼ltesi Hastanesi	Enfeksiyon Kontrol HemŐiresi

---

*Bu kılavuz hastanelerimizde ECMO uygulamaları sırasında ve sonrasında gelişen enfeksiyonların önlenmesi ve kontrolünde ülkemiz genelinde standardizasyon sağlamak amacıyla Ulusal Enfeksiyon Önleme ve Kontrol Danışma Kurulu'nun katkılarıyla hazırlanmıştır.*

*¼lkemiz genelinde bu kılavuz temel alınarak ECMO uygulamalarının yürüt¼lmesi ile ECMO ile ilişkili enfeksiyonların önlenmesinde önemli bir yol alacağımızı umut ederiz.*

---

## **Kısaltmalar**

CPR: Kardiyopulmoner Res¼sıtasyon

ECMO: Ekstrakorporeal Membran Oksijenizasyonu

ECPR: Ekstrakorporeal Kardiyopulmoner Res¼sıtasyon

VA-ECMO: Veno-arteriyel ECMO

VV-ECMO: Veno-ven¼z ECMO

VVA-ECMO: Hibrit Veno-ven¼z-arteriyel ECMO

## İçindekiler

1.Ekstrakorporeal Membran Oksijenizasyonu (ECMO) .....	7
1.1. ECMO Ekipmanları.....	9
1.1.1. Pompa .....	10
1.1.2. Oksijenatör.....	11
1.1.3. Kanüller ve Tüp Hattı .....	11
1.1.4. Isı Değiştirici Ünite.....	11
1.2. Veno-arteriyel ECMO (VA-ECMO).....	12
1.3. Veno-venöz ECMO (VV-ECMO) .....	12
2. ECMO Kullanılan Hastalarda Enfeksiyonların Önlenmesi ve Kontrolü .....	12
2.1. ECMO Kullanılan Hastalarda Sağlık Hizmeti ile İlişkili Enfeksiyonların Sıklığı .....	13
2.2. Enfeksiyonların Morbidite ve Mortalite Üzerine Etkisi .....	13
2.3. ECMO Kullanımı ile İlişkili Enfeksiyonlar İçin Risk Faktörleri.....	14
2.4. ECMO Devresi Konfigürasyonu ve Kanülasyon Teknikleri.....	14
2.5. ECMO Süresi.....	14
2.6. Enfeksiyonlarda Etkenler .....	15
2.7. Yoğun Bakımdaki Diğer Hastalara Göre Enfeksiyon Riski.....	15
2.8. ECMO Uygulamasında Enfeksiyon Kontrolü .....	15
2.8.1. Genel Enfeksiyon Kontrol Önlemleri .....	15
2.8.2. ECMO Devre Yönetimi.....	16
2.8.3. Antibiyotik Profilaksisi .....	16
2.8.4. Sistemik Enfeksiyonların Önlenmesi.....	17
2.8.5. ECMO Kanülünün Bakteriyel Kolonizasyonu ve Kan Dolaşımı Enfeksiyonlarının Önlenmesine Yönelik Uygulamalar .....	18
2.8.6. ECMO Uygulanan Hastalarda Çok İlaça Dirençli Mikroorganizmalara Yönelik Enfeksiyon Kontrolü .....	18
3.ECMO Dekontaminasyonu .....	19
3.1. Genel Kurallar .....	19
3.2. Uygulama .....	19
3.2.1. Her Kullanımdan Sonra Cihazın YüzeY Temizliğı ve Dezenfeksiyonu .....	19
3.2.2. Su Devresinin Kirecinin Giderilmesi .....	20
3.2.3. Su Devresinin Dezenfeksiyonu .....	20
3.2.4 Yüksek Düzey Dezenfeksiyon ve Biyofilm Giderme.....	21
Kaynaklar .....	22

### 1. Ekstrakorporeal Membran Oksijenizasyonu (ECMO)

Ekstrakorporeal Membran Oksijenizasyonu (ECMO) medikal tedaviye dirençli, akut, geri d¼nd¼r¼lebilmekle ciddi kardiyak ve/veya solunum yetersizliği olan hastalarda, geçici kardiyopulmoner destek sağlayan etkili bir tedavi y¼ntemidir. Bu tedavi y¼ntemiyle modifiye edilmiş bir kardiyopulmoner bypass sistemi kullanılır. Kan¼ller yardımıyla v¼cuttan alınan kan bir oksijenat¼r ve kan pompası ile ven¼z veya arteriyel sisteme geri verilir (şekil.1).

G¼n¼m¼zde ECMO; teknolojik gelişmeler sayesinde ulaşması daha kolay, kullanımı daha g¼venli ve komplikasyonları daha az olan bir tedavi haline gelmiştir. B¼t¼n bu gelişmeler sayesinde ilk kullanıldığı yıllara oranla vaka sayılarında belirgin artışla birlikte fatalite ve morbiditede de iyileşme mevcuttur. ¼zellikle kullanılan kan¼l, oksijenat¼r, pompa, devreler, alarm sistemleri, hava embolisi dedekt¼rleri, heparin kaplı devreler gibi ECMO parçalarının teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde tedavinin komplikasyonları azalmış, ayrıca devre ve oksijenat¼rlerin ¼mr¼nde belirgin artış meydana gelmiştir.

#### ***Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar***

Uluslararası Ekstrakorporeal Yaşam Desteği Organizasyonu (ELSO), erişkinlerde ECMO endikasyon ve kontrendikasyonlarını řu şekilde belirtmiştir.

#### ***Endikasyonlar:***

1. Herhangi bir nedene bağlı primer veya sekonder hipoksik solunum yetmezliği hastalarında mortalite riskinin %50'nin ¼st¼nde olduğu durumda akla gelmeli, %80 ve ¼st¼ olduğu durumlarda ise ciddi olarak d¼ř¼n¼lmelidir
2. Mekanik ventilasyonda y¼ksek plato basıncı (Pplat) (>30 cm H<sub>2</sub>O) ile birlikte karbondioksit retansiyonunun olması
3. Ağır hava kaçağı sendromları
4. Akciğer nakil listesinde olan hastalarda ent¼basyon ihtiyacının olması
5. Ani kardiyak veya solunumsal kollapsı olup optimal tedaviye cevap verilmemesi (pulmoner emboli, hava yolu tıkanıklığı)

#### ***Kontrendikasyonlar:***

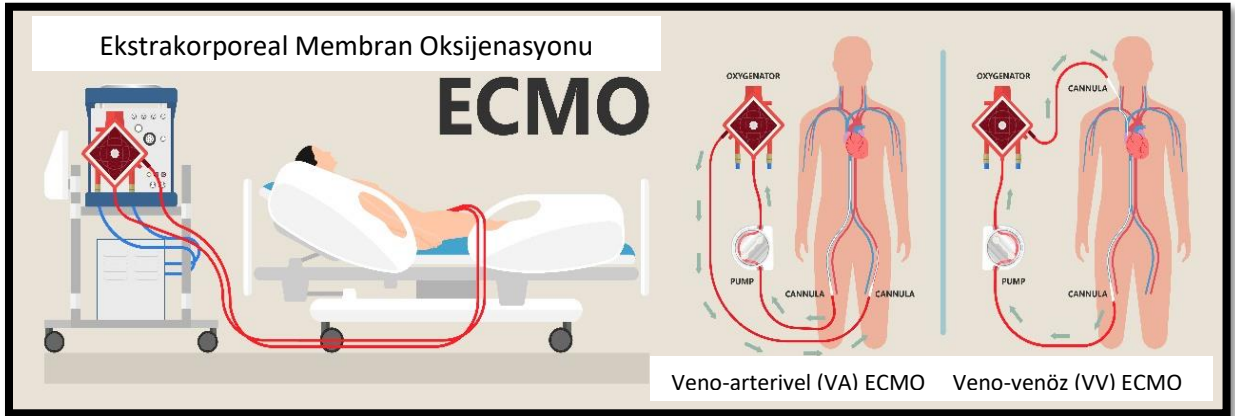
Aslında ECMO için tanımlanabilecek kesin bir kontrendikasyon bulunmamaktadır. Her hastada yarar zarar oranı d¼ř¼n¼lerek kendi içinde karar verilmelidir. Bununla birlikte k¼t¼ sonuç ile ilişkili bazı durumlar mevcuttur ve r¼latif kontrendikasyon olarak sayılabilirler. Bu durumlar řu şekilde sıralanabilir:

1. Hastanın mekanik ventilasyonda 7 g¼nden uzun s¼re çok k¼t¼ değerler ile ventile ediliyor olması (%90'nın ¼st¼nde FiO<sub>2</sub> ve P-plat >30 cm H<sub>2</sub>O)
2. Major farmakolojik imm¼nsupresyon (mutlak n¼trofil sayısı <400/mm<sup>3</sup>)



3. Yeni geçirilmiş veya artan santral sinir sistemi kanaması
4. Tedavi edilemez bir hastalığın olması (terminal kanser, ağır santral sinir sistemi hasarı)
5. Yaş kesin bir kontrendikasyon olmamakla birlikte yaş ile risk artmaktadır.

ECMO endikasyonu şiddetli hipoksi veya hiperkapni olduğunda Venovenöz ECMO kullanılmalıdır. Bununla birlikte hastada şok bulguları da varsa Venarteriyel (VA) veya Hibrit Venovenöz-arteriyel (VVA) ECMO tercih edilebilir. VA-ECMO, geleneksel olarak kalp hastalığı cerrahisinde kardiyopulmoner bypass'dan ayrılmanın mümkün olmadığı durumlarda kullanılmaktaydı. Ancak zamanla elde edilen olumlu sonuçlarla birlikte endikasyonlar masif inotrop destek gerektiren kardiyojenik şok ve kardiyopulmoner resüsitasyon sırasında ECMO kullanımına kadar genişletilmiştir. En sık karşılaşılan kardiyak endikasyonlar arasında; preoperatif stabilizasyon, postkardiyotomi sonrası pompadan ayrılamama, postoperatif dönemde düşük kardiyak debi sendromu, fulminan myokardit, kardiyomyopati, pulmoner hipertansiyon, dirençli aritmi, şok ve sepsis sayılabilir.



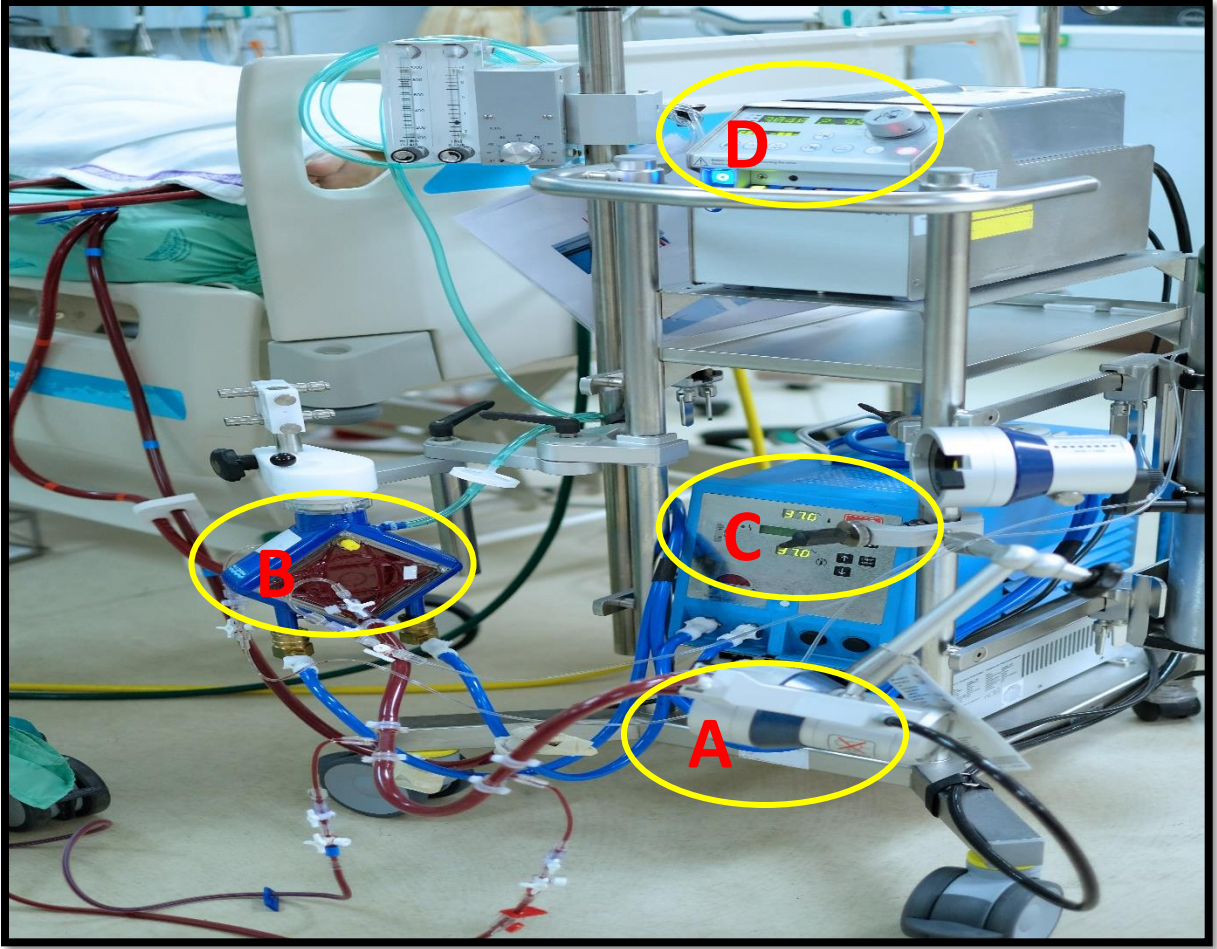
Şekil 1. Ekstrakorporeal Membran Oksijenasyonu şematik gösterimi

Venovenöz ECMO esas olarak akciğer problemi olan ve yeterli gaz değişimi yapamayan, hemodinamik ve kardiyak açıdan stabil olan hastalarda oksijenizasyon ve ventilasyonu sağlayan tedavi yöntemidir. Hastanın santral venöz sisteminden (genellikle juguler ya da femoral ven veya direkt olarak sağ atriyum) alınan desatüre kan bir pompa aracılığıyla membran oksijenatörde (yapay akciğer) oksijenize edilir ve karbondioksit uzaklaştırılır. Oksijen ile doyurulmuş ve karbondioksit elimine edilmiş olan kan ısı değiştirici sistemde sıcaklığı tekrar düzenlendikten sonra dönüş kanülü aracılığıyla hastanın santral venlerinden birine (juguler ven, femoral ven veya sağ atriyum) geri verilir.

Ekstrakorporeal kardiyopulmoner res¼sıtasyon olarak bilinen ve VA-ECMO kullanılarak yapılan CPR, kardiyak arrest sırasında dolaşımın geri kazanılmasına yardımcı olur. Eğer standart CPR uygulanmasına rağmen 10 dakika içerisinde hastayı d¼nd¼rmede başarısız kalındıysa ECMO için hazırlığa başlanmalıdır. Kardiyak arrest pediatrik ECMO uygulaması için sıklığı giderek artan endikasyonlardan biridir.

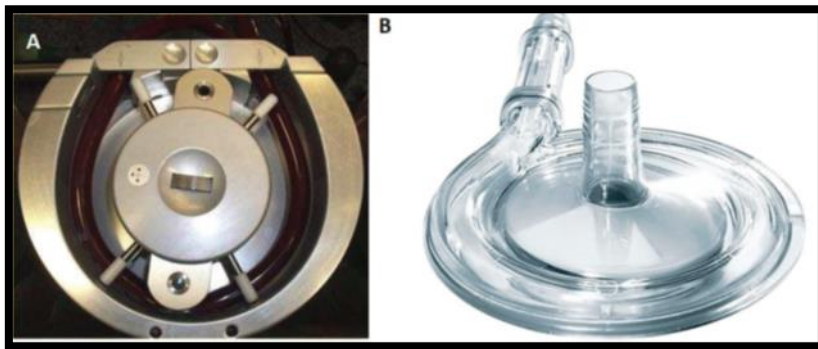
### **1.1. ECMO Ekipmanları**

Standart bir ECMO devresi mekanik bir kan pompası, gaz değişim cihazı (membran oksijenat¼r) ve bir ısı değiştiriciden oluşur. Bu bileşenlerin hepsi birbirine bağlıdır ve her ECMO sisteminde standarttır. Ancak, bazı sistemler bu devre ¼zerine klinik ihtiyaa g¼re eklenebilir. ¼rneęin renal replasman tedavisi gereken bir hastaya hemofiltrasyon sistemi eklenebilir. İntraven¼z tedavi için inf¼zyon pompa sistemleri, akış ve basınc monit¼rleri, s¼rekli oksihemoglobin sat¼rasyon monit¼rleri, devrenin ven¼z ve arteriyel hattını birbirine bağlayan bir k¼pr¼ hattı içerebilir. Bununla birlikte devre ne kadar basit olursa y¼netimi o kadar kolay olur. Devrede fazla ekipman ve t¼p seti bulunması, hastanın sistem içinde dolaşan kan vol¼m¼n¼n temas ettiği y¼zey alanını arttıracadından, ısı kaybı, trombotik kaskadın aktivasyonu ve yabancı y¼zeye temas nedeni ile aktive olan enflamatuvar prosesin daha fazla aktivasyonu ile sonuçlanır. Bu nedenle ECMO tedavisinde olabildiğince az ekipman ile, sade bir sistem tercih edilmelidir (şekil 2).



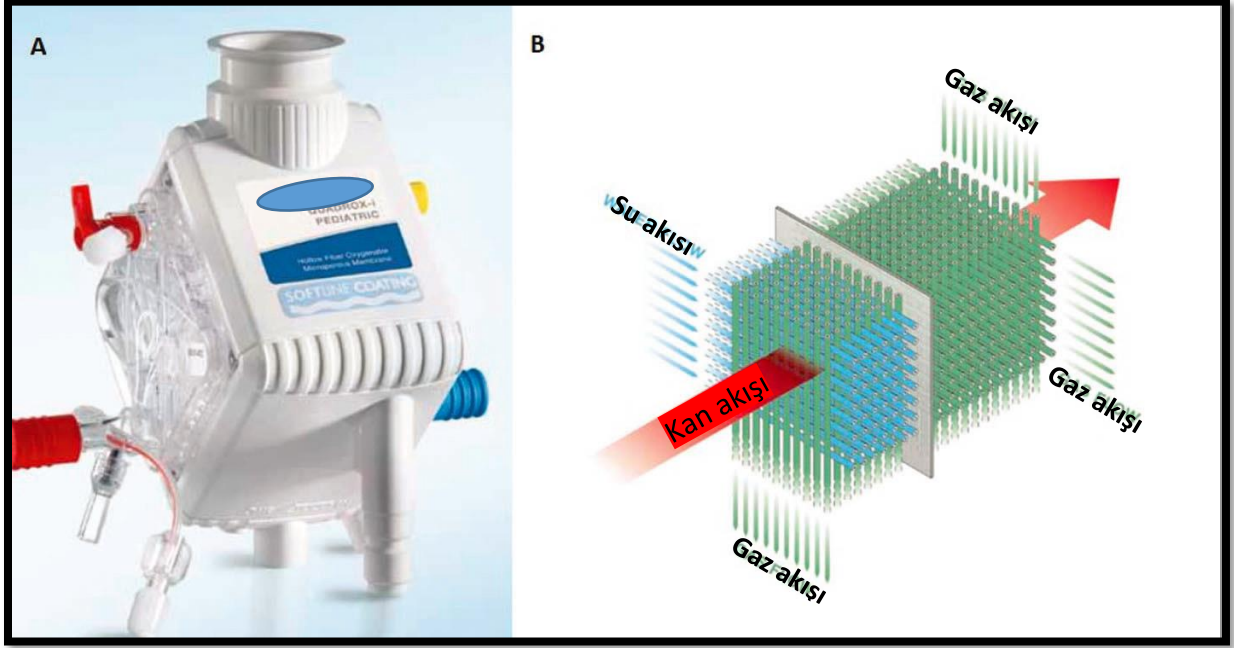
Œekil 2. ECMO sistemi: A. pompa BaŒlıđı B. oksijenat¼r C. Isı eŒanj¼r¼ D. Akım kontrol paneli

**1.1.1. Pompa:** Sentrifugal ve roller tip olmak ¼zere iki eŒit pompa mevcuttur (Œekil 3). Her iki pompa sisteminde de hemoliz ve kavitasyon oluŒumu gibi istenmeyen durumlar g¼r¼lebilsede; daha g¼venli, fizyolojik ve uzun ¼m¼rl¼ olmaları sebebi ile yaygın olarak sentrifugal pompalar kullanılmaktadır. Son yıllarda hız kazanan geliŒtirme çabaları daha çok sentrifugal pompalar ¼zerine yođunlaŒmıŒtır.



Œekil 3. ECMO pompa sistemleri: A. sentrifugal pompa B. roller pompa (Mercan İ ve ark, 2021)

**1.1.2. Oksijenat¼r:** ECMO sisteminde kandan karbondioksiti uzaklaştıran ve kana oksijen ekleyen ekipmandır. Malzeme olarak silikon kauçuk, kısa s¼reli kullanım için “polipropilen hollow fiber”, sıkıştırılmış y¼zeyli polimetil penten (PMP) ve ayrıca polivinil klor¼r, poli¼retan ve paslanmaz elik dahil olmak ¼zere birkaç farklı biyomateryal içerebilir. G¼n¼m¼zde en çok “polipropilen hollow fiber” membranlar (PPM) tercih edilmekte olup, daha çok gaz değişimine olanak tanıyarak plazma sızıntısını ¼nlemekte ve daha az hemolize sebep olmaktadır (şekil 4).



**şekil 4. ECMO Oksijenat¼r¼** A. Oksijenat¼r ve ısı eřanj¼r¼ sistemi B. Oksijenat¼r i sirk¼lasyonunun ¼ boyutlu g¼r¼n¼m¼; mikropor polipropilen yapıdaki gaz fiberlerde gaz değişimi olur iken, poli¼retandan yapılmış ısı değişim sistemine doğru olan suyun akışı g¼r¼lmektedir. Sistemde dolaşan suyun ısısı ayarlanarak, sistemde dolaşan kanın ısısı reg¼le edilmektedir. (Mercan İ ve ark, 2021)

**1.1.3. Kan¼ller ve T¼p Hattı:** Kan¼llerin çođ¼ trombosit aktivasyonunu ve kan-kan¼l aray¼z¼ndeki enflamatuvar yanıtı azaltabilen heparin veya heparin olmayan polimerlerle kaplanabilen biyoyumlu poli¼retandan ¼retilir. Kurulacak sistemin t¼r¼ne, hastanın ağırlığına g¼re uygun kan¼l seçimi oldukça ¼nemlidir.

**1.1.4. Isı Değiştirici ¼nite:** ECMO sisteminin çalışmaya başlaması ile birlikte ciddi ısı kaybı meydana gelir. Bu olay ¼zellikle yenidoğanlar ve k¼¼k s¼t çocuklarında çok hızlı bir şekilde hipotermi gelişmesine yol açabilir. Hastalarda normoterminin devamını sağlayabilmek için bir ısı değiştirici ¼nite ECMO sistemine entegre edilir. Bu ¼nite sayesinde oksijenat¼r içindeki kan tekrar ısıtılır ve hastaya geri verilir.

### 1.2. Veno-arteriyel ECMO (VA-ECMO)

Bu prosed¼rde amaç hem gaz değişimi sağlamak, hem de organ perf¼zyonuna destek vermektir. VA-ECMO hastanın kalp ve akciğerini bypass eder. VA-ECMO'da drenaj kan¼l¼ femoral ven ya da internal juguler ven yolu ile sağ atriyuma doğru yerleştirilir. Arteriyel kan¼l¼ ise genellikle femoral ya da karotis artere yerleştirilir. Ancak kardiyak cerrahi sonrası kardiyopulmoner bypass pompasından ayrılamayan hastalarda asendan aortaya santral ECMO kan¼lasyonu da yapılabilir.

### 1.3. Veno-ven¼z ECMO (VV-ECMO)

Bu prosed¼rde hastadan ven¼z kan drene edici kan¼l¼ aracılığıyla ile alınır, gaz değişimi yapılarak (karbondioksit uzaklaştırılır, oksijenlendirilir) tekrar ven¼z sisteme kazandırılır. Sadece respiratuvar sistemi destekler. Klasik olarak VV-ECMO'da iki b¼y¼k venden (femoral ve juguler ven) kan¼lasyon yapılır. Ancak çift l¼menli kan¼l¼n kullanıma girmesinden sonra tek kan¼l¼ uygulaması daha kullanışlı bulunmaktadır. Çift l¼menli ven¼z kan¼ller (double lumen venous cannulae); daha çok yenidoğanlar ve k¼ç¼k infantlarda b¼y¼k damarlara erişim zor ve kısıtlı olduğu için ¼retilmiřtir. Tek l¼menli olan çoklu kateterler ise daha b¼y¼k çocuklar, ad¼lesanlar ve erişkinlerde solunum yetmezliğinde kullanılır. Fakat çalışmalarda çift l¼menli kan¼llerle yapılan VV-ECMO uygulamalarında fatalite oranlarının her yaş grubunda tek l¼menli çoklu kateterlerle yapılan uygulamalara g¼re daha d¼ř¼k olduğunun saptanmasıyla g¼n¼m¼zde her yaş grubu için kullanılabilen çift l¼menli ECMO kan¼lleri ¼retilmiřtir.

## 2. ECMO Kullanılan Hastalarda Enfeksiyonların ¼nlenmesi ve Kontrol¼

Solunum ve/veya kardiyak yetmezliği olan hastalarda yaşam destek tekniği olarak kullanılan ECMO ile en sık g¼r¼len komplikasyonlar kanama, renal yetmezlik ve enfeksiyonlardır. Sağlık hizmeti ile ilişkili enfeksiyonlar ECMO desteğindeki hastalarda ¼nemli bir morbidite ve mortalite nedenidir.

Kullanılan kateterlerin kolonizasyonu, bakterilerin poli¼retan y¼zeylere kolayca bağlanması, kritik hastalıkta saptanan g¼rece imm¼n baskılanma, mekanik ventilasyon gibi fakt¼rler bu hastaları enfeksiyona yatkın hale getiren başlıca fakt¼rlerdir. En sık enfekte olan yerler kullanılan kan¼ller, kan¼l¼ giriş yerleri ve ECMO devresine ait parçalarıdır.

Eskiden sepsis gelişmesi hastalarda ECMO'yu sonlandırmak için bir kriter olarak kabul edilse de g¼n¼m¼zde sepsis ve septik şok gelişen hastalarda ECMO desteğine devam edilebilir. Hatta VV ECMO'da sepsise bağlı hemodinamik instabilite gelişmesi halinde ekstra bir arteriyel kan¼l¼

ile VA ECMO uygulamasına geçilebilir. G¼n¼m¼zde katekolamin dirençli septik Őokun tedavisinde en ¼st basamakta ECMO uygulaması bulunmaktadır.

Bu hastalarda enfeksiyon tanısı koymada CRP ve prokalsitonin gibi enfeksiyon belirteçlerinin g¼venilirlięi fazla değildir. ECMO uygulanan enfekte hastalarda prokalsitoninin paradoksik olarak d¼Ő¼k saptanabileğine dair çalışmalar mevcuttur.

### **2.1. ECMO Kullanılan Hastalarda Sağlık Hizmeti ile İlişkili Enfeksiyonların Sıklığı**

Sağlık hizmeti ile ilişkili enfeksiyonların prevalansı ECMO kullanılan hastalarda %10-12 olarak bildirilmektedir. Bu enfeksiyonların çoğu yenidoğan ve ocuk hasta grubuna aittir. Erişkin yaş grubunda ise prevalans %21'e kadar çıkabilmektedir. Tek merkezli retrospektif çalışmalarda erişkin yaş grubunda enfeksiyon insidansı 1000 ECMO g¼n¼ başına 12 ile 75 ve prevalansı %9 ile 65 arasında değişmektedir. Bu çalışmalarda saptanan b¼y¼k orandaki değişkenlik çalışma tasarımları ("enfeksiyon" tanımı ve tipindeki farklılıklar), hasta pop¼lasyonu (kardiyak ve solunum tutulumu olan hastalar, cerrahi veya dahili kliniklere kabul edilen hastalar) ve hasta y¼netimindeki (mikrobiyolojik s¼rveyans, profilaksi stratejileri, enfeksiyon kontrol politikaları gibi) farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Erişkin yaş grubunda ECMO uygulanması sırasında kan dolaşımı enfeksiyonlarının prevalansı %3-18, insidansı 1000 ECMO g¼n¼ başına 3.0 ila 20.6 arasında değişebilmektedir. Neonatal ve pediatrik yaş grubunda ise prevalans %6-18 arasında bildirilmektedir. Alt solunum yolu enfeksiyonlarının insidansı erişkinlerde 1000 ECMO g¼n¼nde 24.4'e varan oldukça y¼ksek d¼zeyde bildirilmektedir. Neonatal yaş grubunda ise prevalans %1-3, pediatrik yaş grubunda %5 iken, insidans sırasıyla 1.5-4.5 ve 5.5 /1000 ECMO g¼n¼ olarak bildirilmiştir. ECMO sırasında gelişen ¼riner sistem enfeksiyonları ise daha d¼Ő¼k bir paya sahip olup bildirilen prevalans %1-2 ve insidans 1000 ECMO g¼n¼ başına 1-13.8 arasında değişmektedir.

### **2.2. Enfeksiyonların Morbidite ve Mortalite ¼zerine Etkisi**

Enfeksiy¼z komplikasyonlar ECMO kullanılan hastalarda y¼ksek morbidite ve mortalite ile ilişkilidir. Sağlık hizmeti ile ilişkili enfeksiyonlar ¼l¼m riskini %38-63 oranında artırmaktadır. Kan dolaşımı enfeksiyonları ECMO kullanılan hastalarda ¼l¼m açısından bağımsız bir risk fakt¼r¼d¼r.

Sağlık hizmeti ile ilişkili enfeksiyonlar ECMO'ya bağlama sayısını, diğer komplikasyonların sıklığını, yoğun bakım ¼nitesi (YB¼) ve hastanede kalış s¼resini ve solunum desteği s¼resini artırmaktadır. ECMO devresinin mekanik disfonksiyonu ile enfeksiy¼z komplikasyonlar arasında ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Enfeksiyonlar pıhtılaşma sisteminin aktivasyonunu

tetikleyerek devrenin pıhtı ile tıkanmasına yol ağar. Oksijenat¼rde pıhtıların varlığı, sistemin direncini arttırır, kan akışını, dolayısıyla oksijen sat¼rasyonunu azaltır ve son olarak devrenin değiştirilmesini gerektirir.

### **2.3. ECMO Kullanımı ile İlişkili Enfeksiyonlar İçin Risk Fakt¼rleri**

Yaşın artışı ile birlikte ECMO kullanılan hastalarda enfeksiyon riskinde hafif artış g¼zlenmekte ve yenidoğanlarda pediatrik ve erişkin hasta grubuna g¼re daha d¼ř¼k enfeksiyon riski olduğu bildirilmektedir. Ayrıca ileri doğum yaşının da yenidoğanlarda riski arttırdığı g¼sterilmiřtir. Pek ęok ęalıřmada ise en ¼nemli risk fakt¼r¼ ECMO kullanımının s¼resi olarak belirlenmiştir. Erişkin hasta gruplarında kan¼lasyon ¼ncesi SOFA skoru b¼t¼n enfeksiy¼z komplikasyonlar için ve kan dolaşımı enfeksiyonları için bağımsız risk fakt¼r¼ olarak bulunmuştur. Otoimm¼n hastalıklar ve altta yatan hastalığın ciddiyeti de y¼ksek riskle ilişkilendirilmiştir.

### **2.4. ECMO Devresi Konfig¼rasyonu ve Kan¼lasyon Teknikleri**

Erişkin yaş grubu, pediatrik grup ve yenidoğanlarda VA-ECMO modeli, VV-ECMO modeline g¼re artmış enfeksiy¼z komplikasyon riski ile ilişkili bulunmuştur. VV-ECMO uygulanan hastalardaki daha y¼ksek enfeksiyon riski hasta grubunun altta yatan hastalıklarının ağırlığı ile ilişkili olabilir.

Kardiyak ECMO endikasyonları, venoarteriyel kan¼lasyon gerektirmesi ve artmış enfeksiyon riski ile ilgili ¼nemli bir başka bir fakt¼rd¼r. VA-ECMO uygulamasındaki y¼ksek enfeksiyon riski cerrahi santral kan¼lasyon tekniği, ¼zellikle ağık kardiyak cerrahiye takiben yapılması, ile ağıklanabilir. Bu durumda, sadece kan dolaşımı enfeksiyonu değil, mediastinit riski de dikkate alınmalıdır. ECMO desteği sırasında veya ¼ncesinde cerrahinin etkisi kardiyak cerrahiye ¼zel analiz edilmemiş, genel olarak bir risk fakt¼r¼ olarak tanımlanmıştır.

Erişkin hastalarda ęift l¼menli juguler kan¼lasyon daha d¼ř¼k enfeksiyon riski ile ilişkilendirilmiştir. Femoral yolla yapılan kan¼lasyon ile uygulanan ECMO'da kateter ilişkili kan dolaşımı enfeksiyonu riski daha y¼ksektir.

### **2.5. ECMO S¼resi**

Enfeksiyonlar ECMO'dan ayrılmayı geciktirdiği gibi, uzayan ECMO s¼resi de enfeksiyon gelişimi için risk oluşturur. Enfeksiyonların enfeksiyon gelişmemiş hastalardaki ortalama ECMO s¼resinden daha sonra geliştiği, daha uzun s¼reli ECMO ile izlenen hastalarda enfeksiyon sıklığının daha fazla olduğu g¼r¼lm¼řt¼r.

## 2.6. Enfeksiyonlarda Etkenler

Koag¼laz negatif stafilokoklar en sık g¼r¼len etkenler olup, bunu *Candida* spp, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacteriaceae* spp, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus* spp izlemektedir. Koag¼laz negatif stafilokoklar 2006'ya kadar bildirilen raporlarda ECMO'daki hastalarda gelişen kan dolaşımı enfeksiyonu etkenlerinin %37'sini oluşturmaktadır. Gram pozitif bakteriler daha sonraki yıllarda azalmakla birlikte en ¼nde gelen etken olma ¼zellięini korumaktadır. Isıtıcı-soğutucu cihazlar ile ilişkili *M. chimaera* enfeksiyonları bildirilmiştir. Ayrıca ¼zellikle kontamine distile su gibi sol¼syonlara bağlı *Sphingomonas paucimobilis* gibi non-fermentatif evre bakterileri ile salgınlar rapor edilmiştir. Ancak her hastane epidemiyolojik verileri ile ECMO kullanılan hastalarda enfeksiyonların ¼nlenmesi ve kontrol¼ konusunda hareket etmelidir.

## 2.7. Yoğun Bakımdaki Diğer Hastalara G¼re Enfeksiyon Riski

Yoğun bakımdaki diğer hastalar gibi ECMO uygulaması yapılan hastalarda da damar içi kateter, ¼riner kateter, ent¼basyon t¼p¼ mevcuttur. Yoğun bakımdaki diğer hastalara g¼re enfeksiyon riskinin daha y¼ksek olmasından damar içi kateter sayısının fazlalığı, kan dolaşımı enfeksiyonları için risk oluşturan fakt¼rlerin bu hastalarda daha sık olması, renal yetmezlik, gelişen anemi ve trombositopeni nedeni ile kan ve kan ¼r¼nlerinin daha sık transf¼zyon ihtiyaı, koag¼lasyon sisteminin homeostatik dengesizliğinin kateter y¼zeyine bakteri adezyonunu kolaylaştırması gibi fakt¼rler sorumludur. Membran oksijenat¼r¼n¼n, ECMO kan¼l¼n¼n bakteriyel kolonizasyonu, barsak mukozal bariyer b¼t¼nl¼ę¼n¼n kaybı ve permeabilite değişikliği de diğer nedenler arasındadır.

## 2.8. ECMO Uygulamasında Enfeksiyon Kontrol¼

ECMO kullanımını sırasında genel enfeksiyon kontrol ¼nlemlerine tam uyum sağlanmalıdır. Bu amaçla Ekstrakorporeal Yaşam Destek Organizasyonu'nun (ELSO) ¼nerileri dikkate alınmalıdır.

### 2.8.1. Genel Enfeksiyon Kontrol ¼nlemleri

ECMO uygulamasında enfeksiyon kontrol ¼nlemlerinin temelini el hijyeni oluşturmaktadır. ECMO hastasına ya da devreye m¼dahale ederken el hijyeni kurallarına en y¼ksek d¼zeyde uyulmalıdır.

Kontamine yarası olan ya da ciddi enfeksiyonu olan ya da çoklu ilaca dirençli kolonizasyonu olan hastalar ECMO hastasından sıkı bir şekilde izole edilmelidir. Gereksiz santral kateter ve invaziv işlemlerden kaçınılmalıdır.



### 2.8.2. ECMO Devre Y¼netimi

- ✓ ECMO devresine her giriş-çıkış enfeksiyon riskini arttıracadığından, devrenin b¼t¼nl¼ę¼ korunmalı ve m¼mk¼n olduğunca gereksiz erişimlerden kaçınılmalıdır. Kan gazı ¼rneęi almak veya tedavi uygulamaları için ECMO içindeki “line”lar kullanılmamalı, t¼m bağlantılar ve giriş yerleri için steril uygulamalar benimsenmelidir.
- ✓ Devreye erişim gerektiğinde iğnesiz giriş yeri sistemleri kullanılmalıdır. Üç yollu musluk kullanılacak ise her giriş çıkış işleminde üç yollu musluk girişleri en az 30 saniye boyunca steril %70 alkol + %2 klorheksidin içeren mendiller ile silinmeli, kuruması beklenmeli, kullanılan kapaklar atılmalı ve yeni, steril olan kapaklar ile değiştirilmelidir. Luer-Lock enjekt¼rler ile devre erişiminden kaçınılmalıdır.
- ✓ Spesifik alerji veya kontrendikasyon olmadığı s¼rece sadece alkol veya povidon-iyot içeren sol¼syonlar yerine %70 alkol + %2’lik klorheksidin preparatları kullanılmalıdır.
- ✓ Devre yoluyla yalnızca heparin, inotropolar, vazopress¼rler ve sedasyon amaçlı medikal tedaviler gibi s¼rekli inf¼zyon yolu ile verilecek ilaçlar uygulanabilir. Bu uygulamaların yapılmasında temel ilke antisepsi ilkelerine uyularak yapılması koşuludur. İlaç uygulamaları nedeniyle devrenin sık sık bağlantılarının değiştirilmesi gerekli değildir.
- ✓ Devrenin ilk bağlanması veya hatların değiştirilmesi işlemleri sırasında steril tekniğe üst d¼zeyde uyumun sağlanması, iğnesiz hubların (giriş yeri sistemlerinin) ve klorheksidin içeren sol¼syonların kullanılması gereklidir.
- ✓ ECMO devrelerinin hat bağlantılarını y¼neten, devrelere erişim sağlayan personelin el hijyeni uygulamasını eksiksiz yerine getirmesi çok ¼nemlidir.

### 2.8.3. Antibiyotik Profilaksisi

Genel olarak ECMO uygulayan merkezlerde antibiyotik profilaksisi eğilimi saptanmış olmakla birlikte etkinliğine dair çalışmalar çok nadirdir. ECMO uygulaması ¼ncesi herhangi bir nedenle antibiyotik verilmesi çoğunlukla daha d¼ř¼k enfeksiyon riski ile ilişkilendirilmemiştir. Kan dolaşımı enfeksiyonlarına ait yapılan bir değerlendirmede kullanılan antibiyotik rejimin ne olduğundan bağımsız olarak enfeksiyon gelişimini ¼nlemeye katkı sağlamadığı g¼sterilmiřtir. ECMO desteği sırasında enfeksiy¼z komplikasyonların ¼nlenmesi için profilaktik amaçla antibiyotik kullanımı ¼nerilmemektedir. Aık g¼ę¼s cerrahisi yolu ile transtorasik kan¼lasyon uygulanan hastalarda mediastinit riski y¼ksekse, izleyen hekimin kararına g¼re hastaya ait diğer fakt¼rler (imm¼n sistem, hastanın nutrisyonel durumu, çok ilaç dirençli mikroorganizma kolonizasyonu, yara kontaminasyonu gibi durumlar) değerlendirilerek cerrahi profilaksi rehberleri ile uyumlu olarak tek doz olarak antibiyotik verilmesi d¼ř¼n¼lebilir.

#### 2.8.4. Sistemik Enfeksiyonların Önlenmesi

- ✓ Ventilatör ilişkili pnömoninin önlenmesi amacı ile ilgili rehber önerilerinin invaziv alet ilişkili enfeksiyonların önlenmesine yönelik demet uygulamalardan taviz verilmemelidir. Erişkin hastalarda birkaç günü geçecek ECMO uygulamalarında erken trakeostomi düşünölmelidir.
- ✓ Mümkün olan en erken zamanda translokasyonu engellemek, barsak mukozasını korumak, hiperalimentasyondan ve sebep olduğu enfeksiyonu engellemek için enteral nutrisyona geçilmelidir.
- ✓ Eğer hastaya hiperalimentasyon uygulanacaksa yüksek glukoz düzeyinden dolayı enfeksiyona zemin gelişmesini engellemek amacı ile tercihen direk temiz ve bunun için tanımlanmış olan hat kullanılarak uygulanmalı, devre bu amaçla kullanılmamalıdır.
- ✓ Sınırlı santral erişimden dolayı hiperalimentasyon devre kullanılarak uygulanacaksa bu uygulama diğer infüzyonlarla karıştırılmaksızın tanımlı bir alandan yapılmalıdır. Steril teknikten taviz verilmemelidir.
- ✓ ECMO'da stabil durum sağlanınca gereksiz tüm hat, erişim ve aletlerin hastadan çıkartılması gereklidir.
- ✓ Periferik IV hatlar ilaçların ve kan ürünlerinin aralıklı bolus uygulanması için kullanılmalıdır.
- ✓ Gereksiz santral kateterlerin çıkartılmasında antikoag¼lan tedavi alıyor olmak uzun süreli umblikal kateterler dahil olmak üzere kontrendike değildir. Kan dolaşımı enfeksiyonu ve sepsis riski, özellikle ECMO'daki enfeksiyonların yüksek morbidite ve mortalitesi nedeni ile düşük düzey antikoag¼lan tedavilerden kaynaklanacak kanama riskinden ağır basar.
- ✓ Damar içi kateterlere yapılacak her tür uygulamada (değişim, erişim vb.) steril, aseptik teknik esastır.
- ✓ ECMO'nun kesilmesi öncesi, ECMO döngüsünün bitmesine yakın spesifik basınç izlemi (Swan-Ganz gibi) gerekli olduğunda, tüm hatları yerinde bırakmak yerine gerektiğinde yeni temiz hatlar yerleştirmelidir.
- ✓ Hatların yerleştirmesi sırasında uygun el hijyeni tekniği kullanılması enfeksiyon riskini çok düşürmektedir.
- ✓ Hematom oluşumu ve takip eden enfeksiyon riski nedeniyle ECMO'dayken yeni kalıcı uzun süreli IV erişim hattının (tünelli veya kafalı kateterler) yerleştirmesinden kaçınılmalıdır.
- ✓ Enfeksiyon geliştiğine dair herhangi bir ş¼phe varsa, uzun süreli erişimi çıkartmak için düşük bir eşik konulmalıdır.

### **2.8.5. ECMO Kanülünün Bakteriyel Kolonizasyonu ve Kan Dolaşımı Enfeksiyonlarının Önlenmesine Yönelik Uygulamalar**

Bir hastaya invaziv kateter takılmasını takiben kanül giriş yeri cilt florası ile kolonize olmaya başlamaktadır. Kanül ile ilişkili kan dolaşımı enfeksiyonlarının önlenmesine yönelik uygulamalar ile bu kolonizasyon azaltılabilir. ECMO devre bağlantılarının %2'lik klorheksidin ile dezenfekte edilmesine, hastaların boyun ve göğüs bölgelerinin %70 alkol ve %2'lik klorheksidin veya %2'lik klorheksidin ile silinmesi de dahil edilerek uygulamanın kan dolaşımı enfeksiyonlarını azalttığı bildirilmiştir. Sağlık hizmeti ile ilişkili enfeksiyonların azaltılmasında; kanül veya kateter yerleştirilmesi, bakımı ve izlemine yönelik personelin eğitimi, hastaya her temas öncesi ve sonrasında el hijyeni uygulamalarına uyumun sağlanması, cilt floradaki mikroorganizma kolonizasyonunu azaltmak için günlük vücut temizliği yapılması, kateter/kanül giriş yerinin günlük izlemi ve pansumanı, kanül/kateter yerleştirilmeden önce, takılırken ve pansuman esnasında cilt temizliğinin %70 alkol ve %2 klorheksidin içeren solüsyonlar (2 aylıktan küçük çocuklarda klorheksidin kullanımı ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır) ile en az 30 saniye süresince silinip kuruması beklenerek yapılan cilt hazırlığı ve maksimum bariyer önlemlerine uyum bu enfeksiyonların önlenmesinde kanıt düzeyi yüksek uygulamalar arasındadır.

### **2.8.6. ECMO Uygulanan Hastalarda Çok İlaça Dirençli Mikroorganizmalara Yönelik Enfeksiyon Kontrolü**

ECMO uygulanan 56 hastayla yapılan bir çalışmada enfeksiyon etkenlerinin büyük çoğunluğunun Gram negatif bakteriler (*Acinetobacter baumannii* ve *Klebsiella pneumoniae*) ve mantarlar olduğu gösterilmiştir. Ayrıca *A. baumannii*'nin antibiyotiklerin çoğuna karşı direnç oranının %65'ten fazla ve karbapenemlere direnç oranının %80 olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada ECMO uygulaması sonrası enfeksiyon gelişimi açısından ECMO tedavi süresi (4-5 günden uzun olması), hastanede kalış süresi, antibakteriyel ilaç kullanım süresi, ventilatör kullanım süresi, ECMO kanül süresi ve santral kateter yerleşim süresinin risk faktörü olduğu bulunmuştur.

ECMO tedavisi alan 112 (122 oksijenatör, 1196 ECMO günü) hastanın ileriye yönelik izlendiği bir çalışmada, oksijenatörlerin %11.6 (n=13)'sında pozitif kültür saptanmış ve en sık etkenler *K.pneumoniae*, *A.baumannii* ve *S.epidermidis* olarak saptanmıştır. Bu 13 hastanın dokuzunda (%69) aynı mikroorganizma ile kateter kolonizasyonu ve beş (%38) kan dolaşımı enfeksiyonu görülmüştür. Bu mikroorganizmaların çoğunun çok ilaca dirençli olduğu tespit edilmiştir.

### 3. ECMO Dekontaminasyonu

#### 3.1. Genel Kurallar

- Cihaz ¼reticisi tarafından ¼nerilen temizlik ve dezenfeksiyon talimatlarına kesinlikle uyulmalıdır. Talimatlara aykırı yapılan uygulamaların cihaza zarar vereceği unutulmamalıdır.
- Sadece cihaz ¼reticisinin kullanım kılavuzunda ¼nerilen temizlik ¼r¼nleri ve dezenfektanları ve sadece ¼nerilen konsantrasyonlarda kullanılmalıdır.
- Sadece steril su veya  $\leq 0,22$   $\mu\text{m}$  filtreden geçirilmiş su kullanılmalıdır. Deiyonize veya ters ozmozlu su devrelerde korozyona yol açabileceği için kullanılmamalıdır.
- ECMO dekontaminasyonu ile ilgili bir Standart Uygulama Prosed¼r¼ ve kalite kontrol programı oluşturulmalıdır.
- Yapılan her dekontaminasyon işlemi dok¼mante edilmelidir.
- Cihazın hizmet alım y¼ntemi ile sağlanması durumunda kullanım ¼ncesi ve iade ¼ncesi cihaz y¼zeyi dezenfeksiyonu ve su devresi temizlik ve dezenfeksiyon prosed¼r¼ ve eğer gerekli ise su devresi kireç giderme prosed¼r¼ uygulanmalıdır.
- Cihazın devamlı kullanılması durumunda ¼retici talimatlarında yazılı olan ve/veya enfeksiyon kontrol komitesi tarafından ¼nerilen aralıklarla cihaz y¼zeyi dezenfeksiyonu ve su devresi kireç giderme, temizlik ve dezenfeksiyon prosed¼r¼ uygulanmalıdır.
- Cihaz dekontaminasyonu sırasında kişisel g¼venlik ¼nlemlerine uyulmalı ve tek kullanımlık eldiven, tek kullanımlık ¼nl¼k, cerrahi maske ve g¼z koruyucudan oluşan kişisel koruyucu ekipmanlar giyilmelidir.

#### 3.2. Uygulama

##### 3.2.1. Her Kullanımdan Sonra Cihazın Y¼zey Temizliği ve Dezenfeksiyonu

- Y¼zey temizliğinden ¼nce cihaz kapatılmalı ve harici g¼ kaynağından ayrılmalıdır.
- Kirleri veya kan artıklarını gidermek için cihazı ve kabloları her kullanımdan sonra temizlenmelidir.
- Dezenfeksiyon ¼ncesi mekanik temizlik yapılmalıdır.
- Sadece kullanım talimatında belirtilen sıvılar ve maddeler kullanılmalıdır. Herhangi bir ¼neri yoksa kuaterner amonyum veya %70 alkol ile ıslatılmış bez ya da tercihen hazır dezenfektanlı (kuaterner amonyum veya alkol) tek kullanımlık bezler kullanılmalıdır. Y¼zeyde kan veya v¼cut sıvıları olması durumunda fiksasyon etkisi nedeniyle alkol tercih edilmemelidir.
- Eter, aseton gibi kimyasal ¼z¼c¼ler kullanılmamalıdır.

- Cihazın içine sıvı kaçmamasına dikkat edilmelidir.
- İşlem dok¼mante edilmelidir.

### 3.2.2. Su Devresinin Kirecinin Giderilmesi

- Dezenfeksiyon ve kireç giderme iki farklı işlemdir. Bunlar birbirlerinin yerini tutmaz ve eř zamanlı olarak gerçekleştirilemez.
- Cihaz ¼reticisi veya enfeksiyon kontrol komitesinin farklı bir ¼nerisi yoksa kireç giderme işlemi 6 ayda bir kez yapılmalı ve dok¼mante edilmelidir. Hizmet alımı durumunda firmadan periyodik kireç giderme işleminin kaydı istenmelidir.
- Kireç giderme ve dezenfeksiyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekiyorsa, kireç giderme işlemi dezenfeksiyondan ¼nce gerçekleştirilmelidir.
- ¼ncelikle su devresi boşaltılmalıdır.
- Kireç giderme işlemi için sadece kullanım talimatında belirtilen maddeler ve y¼ntem kullanılmalıdır.
- Kireç giderme işlemi sonrası cihaz 3 kez filtre edilmiş su ile durulanmalıdır.

### 3.2.3. Su Devresinin Dezenfeksiyonu

- Su devresinin dezenfeksiyonu kullanıcının sorumluluğundadır. Hizmet alımı durumunda dezenfeksiyon beyanı olsa dahi kullanım ¼ncesi dezenfeksiyon işlemi tekrar edilmeli ve dok¼mante edilmelidir.
- Cihaz d¼zenli olarak kullanıldığında cihaz ¼reticisi ve/veya enfeksiyon kontrol komitesinin ¼nerdięi aralıktaki, eğer ¼neri yoksa her 7 g¼nde bir ve her kullanımdan sonra su devresi dezenfekte edilmelidir.
- ¼ncelikle su devresi boşaltılmalıdır.
- Cihaz ¼reticisinin ¼nerdięi dezenfektanlar ¼nerilen konsantrasyon ve temas s¼relerine uyarak kullanılmalıdır.
- Konsantre dezenfektan kullanıldığı durumlarda sulandırma işlemi filtrasyonla steril edilmiş su ile yapılmalıdır.
- Dezenfeksiyon işlemi sonrası su devresi 3 kez filtrasyonla steril edilmiş su ile durulanmalıdır.

### **3.2.4 Y¼ksek D¼zey Dezenfeksiyon ve Biyofilm Giderme**

- Su sisteminde atipik mikobakterilerin bulunması durumunda y¼ksek d¼zey dezenfeksiyon ve biyofilm giderme işlemi yapılmalı ve dok¼mante edilmelidir.
- Öncelikle su devresi boşaltılmalıdır.
- Cihaz üreticisinin önerdiği y¼ksek d¼zey dezenfektan önerilen konsantrasyon ve temas sürelerine uyarak kullanılmalıdır.
- Konsantre dezenfektan kullanıldığı durumlarda sulandırma işlemini filtrasyonla steril edilmiş su ile yapılmalıdır.
- Dezenfeksiyon işlemi sonrası su devresi 3 kez filtrasyonla steril edilmiş su ile durulanmalıdır.

## **Kaynaklar**

- 1) Aubron C, Cheng A, Pilcher D, et al. Infections acquired by adults who receive extracorporeal membrane oxygenation: risk factors and outcome. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34:24-30.
- 2) Barlett RH, Conrad SA. The Physiology of Extracorporeal Life Support. In: Brogan TV, et al ed. *Extracorporeal Life Support: The ELSO Red Book.* 5th ed. Michigan: 2017. p.31-47.
- 3) Biffi S, Di Bella S, Scaravilli V, et al. Infections during extracorporeal membrane oxygenation: epidemiology, risk factors, pathogenesis and prevention. *Int J Antimicrob Agents.* 2017;50:9-16.
- 4) Bizzarro M, Conrad S, Kaufman D, Rycus P. Infections acquired during extracorporeal membrane oxygenation in neonates, children, and adults. *Pediatr Crit Care Med.* 2011;12:277-81.
- 5) Brogan TV, Anich G, Ellis WC et al. *ECMO Specialist Training Manuel* 4th Eddition. 2018;151-62.
- 6) Brown KL, Ridout D, Shaw M, et al. Healthcare-associated infection in pediatric patients on extracorporeal life support: the role of multidisciplinary surveillance. *Pediatr Crit Care Med.* 2006;7:546-50.
- 7) Burket JS, Bartlett R, Vander Hyde K, Chenoweth C. Nosocomial infections in adult patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Infect Dis.* 1999;28:828-33.
- 8) Chalice Medical LTD, ParaTherm Hypo/Hyperthermia Unit for Extracorporeal Bypass Cleaning and Disinfectant Instruction Appendix 1. Drayton Court, Manton Wood Enterprise Park, Worksop, Nottinghamshire, S80 2RS, United Kingdom.
- 9) Coffin S, Bell L, Manning M, Polin R. Nosocomial infections in neonates receiving extracorporeal membrane oxygenation. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1997; 18: 93-96.
- 10) Douglass BH, Keenan AL, Purohit DM. Bacterial and fungal infection in neonates undergoing venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: an analysis of the registry data of the Extracorporeal Life Support Organization. *Artif Organs.* 1996;20:202–8.
- 11) ELSO Guidelines for Cardiopulmonary Extracorporeal Life Support Extracorporeal Life Support Organization, Version 1.4 August 2017. Ann Arbor, MI, USA. [www.elseo.org](http://www.elseo.org).
- 12) Groom RC, Fitzgerald D, Gutsche JT et al. Extracorporeal Devices Including Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Kaplan's Essentials of Cardiac Anesthesia for Cardiac Surgery.* 2018;26:664-84.

- 13) Hara Y, Yatabe T, Kikkawa K, Nakamura T, Kuriyama N, Nishida O. Current status of antimicrobial prophylaxis during extracorporeal membrane oxygenation in Japan: a national survey. *J Artif Organs*. 2021;1-4.
- 14) Heater Unit HU35. Revised instructions for use—cleaning, descaling, disinfection. 1.0.XX.01. Maquet Cardiopulmonary GmbH.
- 15) Hsu MS, Chiu KM, Huang Y, Kao K, Chu S, Liao C. Risk factors for nosocomial infection during extracorporeal membrane oxygenation. *J Hosp Infect*. 2009;73:210-6.
- 16) <https://www.else.org/Portals/0/Files/ELSO-ID-Task-Force-Recommendations-Summary.pdf>
- 17) Jenks CL, Raman L, Dalton H. Pediatric extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Clin*. 2017;33:825-41.
- 18) Kim T, Cho WH, Kim D, Jeon D, Kim YS, Yeo HJ. Microbial Colonization of Oxygenator and Clinical Outcomes in Extracorporeal Membrane Oxygenation. *ASAIO J*. 2021;67(8):930-4.
- 19) Kondo Y, Ohbe H, Aso S, et al. Efficacy of Prophylactic Antibiotics during Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Nationwide Cohort Study [published online ahead of print, 2021 Mar 25]. *Ann Am Thorac Soc*. 2021;10.1513/AnnalsATS.202008-974OC.
- 20) Li ZJ, Zhang DF, Zhang WH. Analysis of Nosocomial Infection and Risk Factors in Patients with ECMO Treatment. *Infect Drug Resist*. 2021;14:2403-10.
- 21) Mercan İ, Aky¼z M, Işık O. Ekstrakorporeal membran oksijenizasyonu (ECMO) ekipman, kan¼lasyon ve dekan¼lasyon. Anıl AB, edit¼r. *Pediyatrik Kardiyak Yoğun Bakım*. 1. Baskı. Ankara: T¼rkiye Klinikleri; 2021. p.93-100.
- 22) MacLaren G, Schlapbach LJ, Aiken AM. Nosocomial Infections During Extracorporeal Membrane Oxygenation in Neonatal, Pediatric, and Adult Patients: A Comprehensive Narrative Review. *Pediatr Crit Care Med*. 2020;21(3):283-90.
- 23) Meyer DM, Jessen ME, Eberhart RC. Neonatal extracorporeal membrane oxygenation complicated by sepsis. *Ann Thorac Surg*. 1995;59:975–80.
- 24) Montgomery V, Strotman J, Ross M. Impact of multiple organ system dysfunction and nosocomial infections on survival of children treated with extracorporeal membrane oxygenation after heart surgery. *Crit Care Med*. 2000;28:526-31.
- 25) Morris JA, Pollock R, Zwischenberger BA, et al. The story of ECLS: History and future. *Extracorporeal life support for adults*. Schmidt GA (Ed). Springer, New York 2016;233-260.



- 26) O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. Clin Infect Dis. 2002;35:1281–307.
- 27) O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Summary of recommendations: Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections. Clin Infect Dis. 2011;52:1087-99.
- 28) O'Horo JC, Cawcutt KA, De Moraes AG, Sampathkumar P, Schears GJ. The Evidence Base for Prophylactic Antibiotics in Patients Receiving Extracorporeal Membrane Oxygenation. ASAIO J. 2016;62(1):6-10.
- 29) O'Neill J, Schutze G, Heulitt M, Simpson P, Taylor B. Nosocomial infections during extracorporeal membrane oxygenation. Intensive Care Med. 2001;27:1247-53.
- 30) Pieri M, Agracheva N, Fumagalli L, Greco T, De Bonis M, Calabrese M. Infections occurring in adult patients receiving mechanical circulatory support: the two-year experience of an Italian national referral tertiary care center. Med Intensiva. 2013;37:468-75.
- 31) Ryan MP, Adley CC. *Sphingomonas paucimobilis*: a persistent Gram-negative nosocomial infectious organism. J Hosp Infect. 2010;75(3):153-7.
- 32) Rupp ME, Majorant D. Prevention of Vascular Catheter-Related Bloodstream Infections. Infect Dis Clin North Am. 2016;30:853-68.
- 33) Schmidt M, Bréchet N, Hariri S, et al. Nosocomial infections in adult cardiogenic shock patients supported by venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. Clin Infect Dis 2012;55:1633-41.
- 34) Schreiber PW, Kuster SP, Hasse B, et al. Reemergence of Mycobacterium chimaera in Heater-Cooler Units despite Intensified Cleaning and Disinfection Protocol. Emerg Infect Dis. 2016;22(10):1830-3.
- 35) Schutze G, Heulitt MJ. Infections during extracorporeal life support. J Pediatr Surg. 1995;30:809-12.
- 36) Sommerstein R, Merz T, Jakob S, Takala J, Marschall J. Decontamination of Extracorporeal Membrane Oxygenator Devices With an Intensified Disinfection Protocol: How Strict Is Too Strict? Infect Control Hosp Epidemiol. 2018;39(3):366-7.
- 37) Stefano B, Stefano Di B, Vittorio S et al. Infections during extracorporeal membrane oxygenation: epidemiology, risk factors, pathogenesis and prevention. Int J Antimicrob Agents. 2017;50:9–16.

- 38) Steiner CK, Stewart D, Bond S, Hornung CA, McKay VJ. Predictors of acquiring a nosocomial bloodstream infection on extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr Surg.* 2001;36:487-92.
- 39) Sun H-Y, Ko W-J, Tsai P, et al. Infections occurring during extracorporeal membrane oxygenation use in adult patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140:1125-32.
- 40) ŐimŐek Yavuz S. Aık Kalp Cerrahisi UygulanmıŐ Hastalarda Kontamine Isıtıcı-Soğutucu Cihazlarla İlişkili Mycobacterium chimaera İnfeksiyonları: K¼resel Bir Salgın. *Klinik.* 2017;30(2):49-58.
- 41) Thiagarajan RR, Brediger S, Larsen S, Thompson FF. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Children. In: Brogan TV, et al ed. *Extracorporeal Life Support: The ELSO Red Book.* 5th ed. Michigan: 2017. p.321-330.
- 42) Tse-Chang A, Midodzi W, Joffe A, Robinson J. Infections in children receiving extracorporeal life support. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2011;32:115-20.
- 43) Vogel A, Lew D, Kao L, Lally KP. Defining risk for infectious complications on extracorporeal life support. *J Pediatr Surg.* 2011;46:2260-4.
- 44) Walker J, Moore G, Collins S, et al. Microbiological problems and biofilms associated with Mycobacterium chimaera in heater-cooler units used for cardiopulmonary bypass. *J Hosp Infect.* 2017;96(3):209-20.
- 45) Yeo HJ, Kim D, Ha M, et al. Chlorhexidine bathing of the exposed circuits in extracorporeal membrane oxygenation: an uncontrolled before-and-after study. *Crit Care.* 2020;24:595.
- 46) Zangrillo A, Landoni G, Biondi-Zoccai G, et al. A meta-analysis of complications and mortality of extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Resusc.* 2013;15:172–8.