

# Akut Solunum Sıkıntısı Sendromunda Ekstrakorporal Membran Oksijenasyonu (ECMO) Kullanımı: Klinik Deneyimlerimiz

## Clinical Experience Receiving ECMO for Acute Respiratory Distress Syndrome

Emel Eryüksel<sup>1</sup>, Aslıhan Yalçın<sup>1</sup>, Pınar Güven<sup>1</sup>, Can Turan<sup>1</sup>, Şehnaz Olgun Yıldızeli<sup>1</sup>, Selim İspir<sup>2</sup>, Koray Ak<sup>2</sup>, Sait Karakurt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Hastalıkları ve Yoğun Bakım Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

**Yazar Katkıları:** Fikir - E.E.; Tasarım - Ş.O.Y.; Denetleme - S.K.; Kaynaklar - C.T.; Malzemeler - P.G.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - A.Y., E.E.; Analiz ve/veya Yorum - K.A.; Literatür Taraması - A.Y.; Yazıyı Yazan - E.E.; Eleştirel İnceleme - S.İ., S.K.; Diğer - Ş.O.Y.

**Author Contributions:** Concept - E.E.; Design - Ş.O.Y.; Supervision - S.K.; Resources - C.T.; Materials - P.G.; Data Collection and/or Processing - A.Y., E.E.; Analysis and/or Interpretation - K.A.; Literature Search - A.Y.; Writing Manuscript - E.E.; Critical Review - S.İ., S.K.; Other - Ş.O.Y.

### Cite this article as:

Eryüksel E, Yalçın A, Güven P, Turan C, Olgun Yıldızeli Ş, İspir S, et al. Clinical Experience Receiving Ecmo for Acute Respiratory Distress Syndrome. *Yoğun Bakım Derg* 2017; 8: 6-9.

## Öz

Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu (ARDS) ani gelişen alveolokapiller membran geçirgenliğinde artışa bağlı pulmoner ödem, hipoksemi ve bilateral akciğer infiltrasyonlarıyla karakterize bir sendromdur. Yoğun bakım tedavilerindeki gelişmelere rağmen, ARDS'ye bağlı mortalite hala çok yüksektir. ARDS'de, altta yatan hastalığın tedavisi yanında, mekanik ventilasyon yöntemi olarak düşük tidal volümlü akciğer koruyucu ventilasyon önerilmektedir. Ancak, bu tedaviye rağmen, hedef oksijen değerine ulaşamayan hastalarda ya da düşük tidal volum uygulanmasına rağmen yüksek plato basınçlarının geliştiği, yüksek karbondioksit seviyeleri ve düşük Ph değerini tolere edemeyen hastalarda ECMO bir tedavi seçeneği olabilir. Bu yazıda, kliniğimizde 2013-2014 yılları arasında ARDS nedeniyle izlenen ve Ekstrakorporal membran oksijenasyonu (ECMO) kullanılan hastalar retrospektif olarak incelenmiş ve literatür eşliğinde tartışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** ARDS, ECMO, mekanik ventilasyon, hipoksi

**Geliş Tarihi:** 30.03.2017 **Kabul Tarihi:** 07.08.2017

**Etik Komite Onayı:** Çalışmanın retrospektif tasarımından dolayı etik komite onayı alınmamıştır.

**Hasta Onamı:** Çalışmanın retrospektif tasarımından dolayı hasta onamı alınmamıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

## Abstract

Acute respiratory distress syndrome (ARDS) is characterized by pulmonary edema caused by sudden increase in alveolocapillary membrane permeability, hypoxemia, and bilateral lung infiltration. Despite improvement in ICU treatment modalities, the mortality rate among ARDS patients is still considerably high. In the treatment of ARDS, in addition to the treatment of underlying cause, low-tidal volume, lung-protective mechanical ventilation is recommended. However, in patients who cannot attain target oxygen level or develop high plateau pressure despite low-tidal volume ventilation and who cannot tolerate high carbon dioxide and low pH levels, extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) may be considered as a good treatment option. In this article, cases of ARDS patients treated with ECMO in our clinic during 2013-14 have been retrospectively documented and discussed in line with the literature.

**Keywords:** ARDS, ECMO, mechanical ventilation, hypoxia

**Received:** 30.03.2017 **Accepted:** 07.08.2017

**Ethics Committee Approval:** No consent was taken due to retrospective design of the study.

**Informed Consent:** Due to the retrospective design of the study, informed consent was not taken.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** No conflict of interest was declared by the authors.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Giriş

Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu (ARDS; acute respiratory distress syndrome), ani gelişen alveolokapiller membran geçirgenliğinde artışa bağlı pulmoner ödem, hipoksemi ve bilateral akciğer infiltrasyonlarıyla karakterize bir sendromdur (1). Yoğun bakım tedavilerindeki gelişmelere rağmen, ARDS'ye bağlı mortalite hala çok yüksektir (22 to 41%) (2).

Hastaların yaklaşık %20'si ise ARDS'ye bağlı gelişen inatçı hipoksemi nedeniyle kaybedilir. (3) Oksijenasyonun, ARDS'de sağkalımlı ilişkisi

tam olarak net değilse de, PaO<sub>2</sub> (arteriel oksijen parsiyel basıncı) / FiO<sub>2</sub> (solunan havadaki oksijen yüzdesi) oranı düştükçe ölüm oranlarının arttığı klinik çalışmalarda gösterilmiştir (4).

ARDS'li hastalarda, hedef oksijen değerinin ne olması gerektiğiyle ilgili etik nedenlerden dolayı yapılmış çalışma yoktur. Bununla birlikte, olgu serilerinden edinilen deneyimler, ciddi hipoksemik seyreden hastalarda ilerleyen dönemlerde kognitif bozuklukların oluştuğunu göstermektedir. Günümüzde, mekanik ventilasyon desteği verilen olgularda hedef oksijen saturasyonu %88-92 olarak kabul görmektedir.

**Yazışma Adresi / Address for Correspondence:** Emel Eryüksel, e.posta: dreryuksel@gmail.com  
DOI: 10.5152/dcyogunbakim.2017.1418

©Telif Hakkı 2017 Türk Dahili ve Cerrahi Bilimler Yoğun Bakım Derneği - Makale metnine www.dcyogunbakim.org web sayfasından ulaşılabilir.  
©Copyright 2017 by Turkish Society of Medical and Surgical Intensive Care Medicine - Available online at www.dcyogunbakim.org

ARDS'de, altta yatan hastalığın tedavisi yanında, mekanik ventilasyon yöntemi olarak düşük tidal volümlü akciğer koruyucu ventilasyon önerilmektedir (2). Ancak, bu tedaviye rağmen, hedef oksijen değerine ulaşamayan hastalarda ya da düşük tidal volüm uygulanmasına rağmen yüksek plato basınçlarının geliştiği, yüksek karbondioksit seviyeleri ve düşük Ph değerini tolere edemeyen hastalarda Ekstrakorporal membran oksijenizasyonu (ECMO) bir tedavi seçeneği olabilir (5, 6).

Bu yazıda, kliniğimizde 2013-2014 yılları arasında ARDS nedeniyle izlenen ve ECMO kullanılan hastalar retrospektif olarak incelenmiş ve literatür eşliğinde tartışılmıştır.

## Gereç ve Yöntemler

Retrospektif olarak gerçekleştirilen bu çalışmaya ARDS nedeniyle yoğun bakım ünitesinde hospitalize edilen hastalar dahil edildi. Çalışma sekiz yataklı dahili yoğun bakım ünitesinde yapıldı. Retrospektif olarak planlanması nedeniyle hastalardan onay alınmadı. Çalışmamız Helsinki Deklerasyonuna uygundur.

Olguların demografik özellikleri, ilk yatıştaki vital bulgular, arteriyel kan gazı parametreleri (arteriyel pH, arteriyel karbondioksit parsiyel basıncı [PaCO<sub>2</sub>], arteriyel oksijen parsiyel basıncı [PaO<sub>2</sub>], bikarbonat düzeyi [HCO<sub>3</sub>], ve arteriyel oksijen satürasyonu değerleri [SaO<sub>2</sub>]) ve akciğer grafisi bulguları kaydedildi.

Yoğun bakım ünitemizde; bu çalışmaya dahil edilen hastalar-daki genel tanı tedavi yaklaşımları şu şekilde olmaktadır. ARDS tanısı konan olgulara sorumlu doktorun kararı ile yoğun bakım ekibi tarafından standart akciğer koruyucu mekanik ventilasyon tedavisi (düşük tidal volümlü ventilasyon, tidal volüm ideal vücut ağırlığı hesaplanarak 6ml / kg ve plato basıncı (Pplat) < 30 cm H<sub>2</sub>O olacak şekilde) ve gerekli olduğunda antibiotik ve diğer ek destek tedaviler uygulanmaktadır. Hastalara sedasyon için midazolam ve remifentanil infüzyonları yapılmaktadır. Yeterli sedasyon sağlanamayan hastalarda, kas gevşetici ajanlarla kürarizasyon yapılır. Hastalar, yaşamsal önemi olan organ perfüzyonlarını bozulmayacak şekilde, dikkatli bir şekilde kısıtlı sıvı tedavisi almaktadırlar.

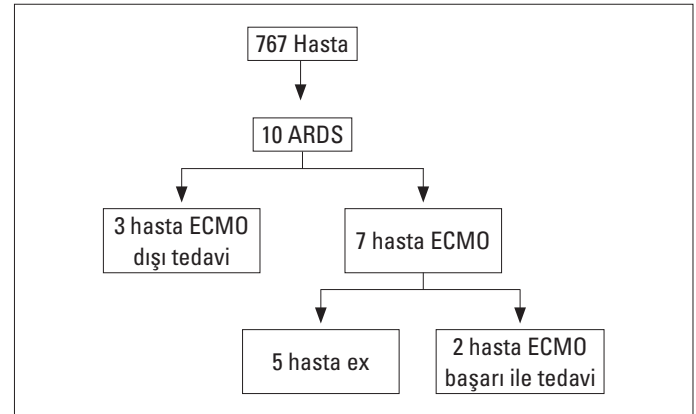
Düşük tidal volümlü akciğer ventilasyonu uygulanmasına rağmen Pao<sub>2</sub>/Fio<sub>2</sub> < 80 olduğunda ya da Paco<sub>2</sub> >80 mm Hg ya da Pplat >30 cm H<sub>2</sub>O olduğunda ECMO kararı alınmaktadır. Merkezimizde, ARDS hastalarına, kardiyak destek gereksinimleri yok ise venö-venöz ECMO uygulanmaktadır. ECMO kanülleri, internal juguler ven ve femoral vane kalp damar cerrahları

tarafından yerleştirilmekte ve hastaların takibi ünitemiz doktorları ve kalp damar cerrahisi kliniği ile ortaklaşa yapılmaktadır. ECMO'ya başlandıktan sonra uygun ventilasyon ayarı, basınç kontrollü ventilasyonda tepe inspiratuar basınç( Ppeak) 20 - 25 cm h<sub>2</sub>O olacak şekilde, 10 nefes/dk, Positive End Expiratory Pressure (ekspirasyon sonu pozitif basınç PEEP) 10 - 15 cm h<sub>2</sub>O ve FIO<sub>2</sub> 0.3 olacak şekilde ayarlanmaktadır. ECMO'dan ayırma sürecine, akciğer kompliansında, oksijenasyonda ya da akciğer grafisinde düzelme olunca başlanmaktadır.

## Bulgular

Çalışma için yoğun bakım ünitemizde Ocak 2013- Kasım 2014 tarihlerinde izlenen 767 hasta bilgilerine ulaşıldı. Bu süre içerisinde, 10 hastanın ağır ARDS nedeniyle izlendiği görüldü. 10 ARDS hastasından 3'ü destek tedavisi ve akciğer koruyucu mekanik ventilasyon yönteminden fayda gördüğünden ECMO tedavisi uygulanmadı. ECMO tedavisi gerekmeyen 3 hastanın ARDS nedenleri kolsisin zehirlenmesi (1 hasta), sepsis (1 hasta) ve akciğer operasyonu sonrası gelişen pnömoni (1 hasta) idi (Şekil 1).

ARDS nedeniyle ECMO tedavisi alan 7 hastanın demografik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Olguların 4'ü erkek ve 3 ü kadındı. Hastaların ARDS nedenleri 2 hastada sepsis, 5 hastada pnömoni idi. Yedi hastadan, 5'inde, ECMO tedavisi ARDS tanısı konduktan sonra ilk 24 saat içinde başlandı. Hastalardan birinde bu süre 2. gün iken diğerinde 8. gün olarak gerçekleşti. Bu hasta, merkezimize ARDS tanısı konduktan ancak 8. günde ECMO amaçlı transfer edilen hasta idi.



Şekil 1. Akış diagramı

Tablo 1. ECMO uygulanan hastaların genel özellikleri

Yaş (yıl)	27	50	60	38	18	54	54
Cinsiyet (K/E)	E	E	E	E	K	K	K
ARDS Nedeni	AML-Sepsis	PCP-Sepsis	Pnömoni-Sepsis	AML-PCP	AML-Sepsis	Pnömoni-Sepsis	Pnömoni
PO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub> başlangıç	58	43	58	60	97	55	82
ECMO başlangıç zamanı (gün)	1	8	2	1	1	1	1
Komplikasyon	-	Resirkülasyon	-	İntrakranial kanama	Katater yerinde kanama	Hematüri Hemoliz	Hemotoraks
ECMO süresi (gün)	8	11	1	10	5	7	4
Ölüm nedeni	Septik şok ve solunum yetmezliği	Septik şok ve solunum yetmezliği	Septik şok ve solunum yetmezliği		Septik şok ve solunum yetmezliği		Septik şok ve solunum yetmezliği
Mortalite	Exitus	Exitus	Exitus	Hayatta	Exitus	Hayatta	Exitus

AML: Akut myeloid lösemi; PCP: Pnömosistis Carinii Pnömonisi; K: kız; E: erkek

Hastalara ECMO uygulama süresi 1 gün, 4 gün, 5 gün, 7 gün, 8 gün, 10 ve 11 gün olarak gerçekleşti.

Bir hastada ECMO tedavisi sırasında resirkülasyon, 1 hastada intrakranial kanama, 1 hastada katater yerinde kanama, 1 hastada hemoliz ve hematüri ve 1 hastada da hemotoraks komplikasyonu gelişti. Beş hasta ECMO tedavisi sırasında ex oldu, 2 hasta ECMO'dan başarı ile ayrılabilirdi. Ancak, bu iki hasta, daha sonra farklı nedenlerle kaybedildi.

## Tartışma

ARDS günümüzde hala önemli bir mortalite ve morbidite nedenidir. ARDS'li bir hastada hasar tüm akciğerde aynı şiddette değildir. Gaz değişiminde ve kompliansda bölgesel değişiklikler vardır (7, 8). Pozitif basınçlı ventilasyon, her ne kadar potansiyel olarak hayat kurtarıcı olsa da, ARDS'li hastada daha kolay hasara neden olabilir (8, 9). Yüksek konsantrasyonda oksijen solunması akciğerde var olan hasarı artırabilir (9).

Akciğer koruyucu ventilasyon stratejileri, bu hasarı azaltabilir (2, 9). Akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerine rağmen hedef oksijen değerine ulaşılamayan ya da akciğer koruyucu ventilasyon stratejileri uygulanamayan hastalarda ECMO bir seçenek olabilir.

ECMO'nun ARDS'de kullanımı ile ilgili kanıtlar göreceli olarak yenidir. ARDS'de ECMO kullanımının araştırıldığı ilk çalışmalarda yaşam süresine olumlu bir etki gösterilememiştir (10, 11). Özellikle, 2009 yılında İnfluenza A (H1N1) salgınında ECMO'ya ilgi, ihtiyacın artması nedeniyle tekrar oluşmuştur. CESAR çalışması, ECMO teknolojisinin etkinliğinin araştırıldığı kontrollü bir çalışmadır ve bu çalışmada 180 solunum yetmezliği olan hasta geleneksel mekanik ventilasyon ya da ECMO tedavisine alınarak ECMO etkinliği araştırılmıştır (5). Çalışmanın birincil sonlanım noktası olan 6 ay içinde ölüm ya da ciddi maluliyet ECMO grubunda %37 hastada oluşurken geleneksel mekanik ventilasyon yöntemleri uygulanan grupta %53 hastada oluşmuştur ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0.03).

ECMO ile kan oksijenlendirilir ve karbondioksit kandan uzaklaştırılabilir. ECMO işlemi santral venlere katater yerleştirilerek yapılır. Femoral vene yerleştirilen bir kanul yardımıyla, kan cihaza pompalanır. Cihazda oksijenlenen ve karbondioksiti uzaklaştırılan kan internal juguler vene yerleştirilen başka bir kanul yardımıyla sistemik dolaşıma verilir. Bu iki venöz girişli sistemde, oksijenlenmiş kanın bir kısmı fenoral venden, sistemik kana karışmadan direkt cihaza pompalanabilir. Resirküle olan kan sistemik dolaşıma geçmediğinden doku oksijenlenmesine bir faydası olmaz. Bu durumu engellemek, gereksiz olarak iki ana damar girişini azaltmak ve hasta hareketliliğini arttırmak için dual lumenli kataterler geliştirilmiştir (12).

ECMO endikasyonları; potansiyel olarak geri dönüşümlü bir nedene bağlı olarak gelişen ciddi hipoksemi ( $PaO_2 / FiO_2 < 80$ , PEEP 15–20 cm  $H_2O$  uygulanmasına rağmen), kompanse edilemeyen hiperkapni ( $pH < 7.15$ ) ve uygun ventilatör stratejileri uygulanmasına rağmen hastanın Pplat > 35-40 cm su altına düşürülemediği durumlardır (13). Bizim hastalarımızın 6'sında, ECMO başlama nedeninin uygun ventilatör stratejilerine rağmen düzeltilemeyen ciddi hipoksemi, bir hastamızda ise oksijenasyonu artırıcı ventilatör stratejilerini uygulanmasını engelleyen ciddi hiperkarbi ve asidoz olduğu görülmüştür.

ECMO uygulanmasında nispi kontrendikasyonlar; hastanın 7 günden daha uzun bir süre Pplat >30 cm su seviyesinde seyretmesi, 7 günden daha uzun bir süre %80'den daha fazla oksijen solunması ve potansiyel olarak geri dönüşümlü olmayan ciddi bir hastalığın varlığıdır. Bu hastalarda ECMO'nun belirgin yararı gösterilememiştir (14). Bizim hastalarımızdan sadece biri dış merkezde 7 günden daha uzun bir süre yüksek konsantrasyonda oksijen solunmuştu. Yine de hastanın genç

olması ve Pneumocystis carinii pnömonisi (PCP) gibi bir nedenle solunum yetmezliği gelişmesi nedeni ile ECMO uygulanmasına karar verildiği tespit edildi. Hastalarımızın 3 tanesinde hematolojik malinite tedavisi sırasında gelişen solunum yetmezliği 3'ünde de akciğer kanseri sonrası gelişen solunum yetmezliği mevcuttu. Ancak, hastaların malinite tanılarını yeni olması ve geri dönüşümü olmayan yaygın maliniteleri olmaması nedeniyle ECMO tedavilerinin başlandığı görüldü.

ECMO sırasında antikoagülasyon yapıldığından, antikoagülasyonun uygulanmasının sakıncalı olduğu durumlar ECMO için kesin kontrendikasyon oluşturmaktadır. Sistemik antikoagülasyon, ECMO devresinde trombus oluşumunun engellenmesi için gereklidir. Başlangıç bolüs, kanülasyonun hemen öncesinde verilir. Sonrasında ise aktive parsiyel tromboplastin zamanı 40-60 sn olacak şekilde doz ayarı önerilmektedir. Bu sınırdaki kanama komplikasyonlarının en az düzeyde olduğu bildirilmektedir (6). Bununla birlikte, antikoagülasyon için hedef değer merkezler arasında farklılık gösterebilir. Bizim merkezimizde de bu sınır uygulanmıştır.

ECMO uygulanması sırasında ECMO devresi ile ilgili mekanik komplikasyonlar olabilir. Buna bağlı olarak resirkülasyon sonucu hastanın hipoksemisi düzelmeyebilir (12). Çalışma periyodunda bizim 1 hastamızda resirkülasyon olduğu tespit edildi.

ECMO uygulanması sırasında kanama komplikasyonları antikoagülasyon gerekliliği nedeniyle kolaylıkla oluşabilmektedir (15). Kannülasyon yerinde kanama %17 sıklıkla, cerrahi girişim yerinde kanama ise yaklaşık %20 oranında görülebilmektedir. Bizim hastalarımızdan birinde katater giriş yerinde kanama ve hematoma bir diğer hastamızda ise, torakoskopi sonrası uygulanan ECMO sırasında hemotoraks gelişti ve tüp takılması gerektiği saptandı. Antikoagülasyona bağlı olarak görülebilen diğer komplikasyonlar gastrointestinal sistem ve pulmoner sistem kanamaları, intrakranial kanama ve hemolizdir (15). Biz, hastalarımızdan birinde hemoliz, birinde hematüri birinde de intrakranial kanama tespit ettik. Hemoliz ve hematüri nedeniyle ciddi bir hemogram düşüşü tespit edilmediği saptandı.

ECMO bağlandıktan sonra, ciddi ARDS hastasının mekanik ventilatörde nasıl ventile edilmesi gerektiği tam olarak bilinmemektedir. Bizim merkezimizde, CESAR çalışması sırasında uygulandığı şekilde bir uygulama yapılmaktadır (5). Bu çalışmada hastalar basınç kontrollü ventilasyonda ventile edilmişlerdir. Ppeak değerleri 20-25 cm  $H_2O$  olarak ayarlanmıştır.  $FiO_2$  değerleri 0,3 olarak ayarlanarak oksijen toksitesi oluşması engellenmiştir. Solunum sayısı 10 / dakikaya ve PEEP değerleri de 10-15 cm  $H_2O$  olarak ayarlanmıştır. Uygun olan erken dönemde, ventilatör ilişkili akciğer hasarının engellenmesi için tidal volümün 4mL / kg olması sağlanmıştır.

ECMO hastalarında, hemodinamik izlem ECMO altında olmayan hastalardan farklı değildir. Bizim gözlemimiz, diğer merkezlerin gözlemleriyle uyumlu olarak ECMO ya alınan şok hastalarının vasopressör ihtiyacının azalabileceği yönündedir (6).

ARDS'li bir hastada ECMO tedavisi altında akciğer kompliansında arteriel oksijenasyonda ve akciğer grafisindeki bulgularda düzelmeye başladığında ECMO'nun sonlandırılmaya başlanması düşünülmelidir. ECMO desteği kademeli olarak azaltılmaya başlanır. Hasta, mekanik ventilasyonu tolere eder hale geldiğinde ECMO sonlandırılır (6). Hasta ventilatör ayarlarında Pplat <30 cm  $H_2O$ ,  $FiO_2 < \%60$  olacak şekilde yeterli ventilasyon ve oksijenasyon sağlandığında hasta ECMO'dan ayrılmak için uygun bir durumdadır. Genel olarak ARDS nedeniyle ECMO tedavisi gereken hastalar yaklaşık 7-10 gün ECMO'da kalmaktadır. Bununla birlikte, gerekirse hastalar daha uzun süre de ECMO da kalabilirler. ECMO da kalış süresi uzadığında komplikasyonlar da artmaktadır. Bizim hastalarımızda ortalama ECMO da kalış süresi 6,5 gün olarak gerçekleşmiştir (1-11 gün).

Türkiye’de VA ECMO, erişkin ve pediatrik kalp cerrahi merkezlerinde ve bazı pediatrik yoğun bakım ünitelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (16-17). VV ve VA ECMO’nun, dahili yoğun bakım ünitelerinde ARDS’li hastalarda kullanımı nispeten yenidir (18). Ünitimizde ise 2013 yılından beri ECMO kullanımı başlamıştır. Ünitimize dış ünitelerden ECMO uygulanması için hasta kabul edilmektedir. Genel olarak bu hastalarda, ECMO uygulanması için gerekli koşulların olması, ECMO uygulanması için kontrendikasyon olan durumların olmaması ve hastaların güvenli transferi için bir sakınca olmaması şartları aranmaktadır.

Sonuç olarak; yoğun bakım tedavilerindeki gelişmelere rağmen, ARDS’ye bağlı mortalite hala çok yüksektir. Hastaların yaklaşık %20’si ise ARDS’ye bağlı gelişen inatçı hipoksemi nedeniyle ölür. Akciğer koruyucu ventilasyon tedavisine rağmen hedef oksijen değerine ulaşılamayan hastalarda ya da düşük tidal volum uygulanmasına rağmen yüksek plato basınçlarının geliştiği, yüksek karbondioksit seviyeleri ve düşük pH değerini tolere edemeyen hastalarda ECMO bir tedavi seçeneği olabilir.

## Kaynaklar

- Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, et al. Report of the American-European conference on acute respiratory distress syndrome: definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *J Crit Care* 1994; 9: 72-81. [\[CrossRef\]](#)
- The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000; 342: 1301-8. [\[CrossRef\]](#)
- Stapleton RD, Wang BM, Hudson LD, et al. Causes and timing of death in patients with ARDS. *Chest* 2005; 128: 525-32. [\[CrossRef\]](#)
- Pipelng MR, Fan E. Therapies for refractory hypoxemia in acute respiratory distress syndrome. *JAMA* 2010; 304: 2521-7. [\[CrossRef\]](#)
- Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2009; 374: 1351-63. [\[CrossRef\]](#)
- Brodie D, Bacchetta M. Extracorporeal membrane oxygenation for ARDS in adults. *N Engl J Med* 2011; 365: 1905-14. [\[CrossRef\]](#)
- Rubinfeld GD, Caldwell E, Peabody E, et al. Incidence and outcomes of acute lung injury. *N Engl J Med* 2005; 353: 1685-93. [\[CrossRef\]](#)
- Piantadosi CA, Schwartz DA. The acute respiratory distress syndrome. *Ann Intern Med* 2004; 141: 460-70. [\[CrossRef\]](#)
- International consensus conferences in intensive care medicine: ventilator-associated lung injury in ARDS: this official conference report was cosponsored by the American Thoracic Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and was approved by the ATS Board of Directors, July 1999. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160: 2118-24.
- Zapol WM, Snider MT, Hill JD, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure: a randomized prospective study. *JAMA* 1979; 242: 2193-6. [\[CrossRef\]](#)
- Morris AH, Wallace CJ, Menlove RL, et al. Randomized clinical trial of pressure-controlled inverse ratio ventilation and extracorporeal CO2 removal for adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 295-305. [\[CrossRef\]](#)
- Wang D, Zhou X, Liu X, et al. Wang-Zwicke double lumen cannula - toward a percutaneous and ambulatory paracorporeal artificial lung. *ASAIO J* 2008; 54: 606-11. [\[CrossRef\]](#)
- Extracorporeal Life Support Organization. Patient specific guidelines: a supplement to the ELSO general guidelines. April 2009: 15-19.
- Mols G, Loop T, Geiger K, et al. Extracorporeal membrane oxygenation: a ten-year experience. *Am J Surg* 2000; 180: 144-54. [\[CrossRef\]](#)
- Extracorporeal Life Support Organization. ECLS registry report, international summary. January 2011.
- Erek E, Haydin S, Onan B, et al. Extracorporeal life support experiences of a new congenital heart center in Turkey. *Artif Organs* 2013; 37: E29-34. [\[CrossRef\]](#)
- Öztürk MN, Ak K, Erkek N, et al. Early extracorporeal life support experiences in 2 tertiary pediatric intensive care units in Turkey. *Turk J Med Sci* 2014; 44: 769-74. [\[CrossRef\]](#)
- Yüksel A, Tecimer ME, Özgöz HM, et al. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: our single-center experience. *Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2017; 25: 61-7. [\[CrossRef\]](#)