



## 26. Bölüm

### YOĞUN BAKIMDA PRONE POZİSYONU VE EKSTRAKORPOREAL MEMBRAN OKSİJENİZASYONU (ECMO)

Hüseyin Oğuz YILMAZ<sup>1</sup>

#### GİRİŞ

Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19) insanlarda başlıca solunum sistemi ve vasküler sistem olmak üzere birçok organ sistemi tutulumu ile seyreder. Klinik olarak asemptomatik olgulardan ağır akut solunum yetmezliği (ARDS) ve ölüme kadar ilerleyen geniş bir spektrumda hastalığa yol açar.<sup>1</sup> Yoğun bakıma yatış ve ölümün temel sebebi akut solunum yetmezliği ve ARDS'dir. Erken dönem çalışmalarda doğrulanmış vakaların yaklaşık % 26'sında ciddi hastalık ortaya çıkarken, hastaların % 10'unun yoğun bakıma ihtiyaç duyduğu ve yaklaşık % 5,6'sının öldüğü bildirilmiştir.<sup>2</sup> Mortalite oranı ülkelere, tedavi merkezlerine ve eşlik eden hastalıklara göre değişkenlik gösterir ve zamanla gerilemektedir. Dünya sağlık örgütü (WHO) nün güncel verilerine göre dünya genelinde pandemi başından beri bildirilen pozitif vakalarda ortalama mortalite % 2,1<sup>3</sup> iken, Türkiye'den bildirilen mortalite % 0,88'dir.<sup>4</sup> ARDS gelişen hastalarda mortalite oranı %30-40 tır. Henüz hastalığı tamamen ortadan kaldıran bir ajan yoktur, tedavi genel olarak semptomatik ve destekleyicidir.

Solunum yetmezliği ve ARDS nedeniyle yoğun bakım ihtiyacı duyan COVID-19 hastalarının konvansiyonel tedavisi diğer ARDS durumlarından belirgin bir farklılık göstermez. Hipokseminin ciddiyetine göre sırasıyla düşük

akımlı oksijen, yüksek akımlı nazal oksijen, non-invaziv mekanik ventilasyon, akciğer koruyucu invaziv mekanik ventilasyon, peep titrasyonu ve rekrutment manevraları, nöromusküler bloker ve inhale nitrik oksit uygulamalarını içerir.<sup>5</sup> Uygun tedaviye rağmen yeterli oksijenasyonu ve/veya ventilasyonu sağlayamayan hastalarda kurtarıcı yöntemler olarak prone pozisyonu ve yeterli tecrübeye ve kaynağa sahip merkezlerde ekstrakorporeal membran oksijenasyonu (ECMO) kullanımı önerilmektedir.<sup>5-7</sup>

Bu bölümde COVID-19 nedeniyle ciddi solunum yetmezliği gelişen ve konvansiyonel tedavi ile yeterli iyileşme sağlayamayan hastalarda kurtarıcı yöntemler olan prone pozisyonu ve ECMO kullanımı anlatılacaktır.

#### PRONE POZİSYONU

Prone pozisyona alınan ARDS hastalarında oksijenasyon iyileşir. Ortaya konulan mekanizmalar: 1. Dorsal ve ventral transpulmoner basınç farkının azalarak ventilasyonun daha homojen hale gelmesi, böylece alveoler aşırı gerilme ve sıklık atelektazi dolayısıyla ventilatör ilişkili alveolar hasarının azalması. 2. Kalp ve diyaframın oluşturduğu akciğer kompresyonunun azalması sonucunda ventilasyonun iyileşmesi. 3. Dependan/nondepanndan alanların değişimiyle, depandan akciğer hacminin azalması ve ventilasyon

<sup>1</sup> Uzm. Dr. Hüseyin Oğuz YILMAZ, Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yoğun Bakım Bölümü, dr.hoyilmaz@gmail.com

meli, hastanın kardiyak debisinin azaltılması göz önüne alınmalıdır.

### ECMO'dan ayırma (weaning)

- ECMO'dan ayırma için kurumsal protokoller oluşturulmalıdır. ELSO rehberleri kullanılabilir.<sup>44</sup>

### ECMO akışı azaltılarak ayırma

- Optimal mekanik ventilasyon ayarları sağlandıktan sonra ecmo akışı kademeli olarak 0,5 litre azaltılarak 2 L/dak ya kadar düşürülerek oksijenasyonun yeterli olup olmadığı değerlendirilebilir. Pıhtılaşma riski artacağından akımın daha fazla düşürülmesinden kaçınılmalıdır.
- Destek 8-10 saat daha sürdürülerek hastanın ayrılabilirliğinden emin olunur. Sonra dekanülasyona geçilebilir.

### ECMO akışı korunarak ayırma

- Alternatif olarak ecmo akışı korunarak ecmo  $\text{FiO}_2$  si azaltılabilir. Bu yaklaşım ELSO tarafından protokolize edilmiştir.
- Hazırlık kriterleri: 1.  $\text{FiO}_2 < \%60$ , 2. Süpürücü gaz  $< 8\text{ml/dk}$ , 3. VCV:  $\text{Vt} > 4.5\text{ ml/kg}$  iken  $\text{Pplat} < 24\text{ cmH}_2\text{O}$  veya BIPAP/APRV:  $\text{VT} > 4.4\text{ ml/kg}$  iken sürücü basınç  $< 14\text{ cmH}_2\text{O}$ , 4. aşırı solunum işi olmadan kan gazında kabul edilebilir pH ve  $\text{PaCO}_2$ , 5. akciğer grafisinde düzelme sık sık kontrol edilmeli karşılanıyorsa ayırma için işlemlere başlanmalıdır.
- Ventilasyon manevrası: Tidal hacim 1 ml/kg artışlarla 6 ml/kg a kadar çıkılır, plato basıncı  $< 28\text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $\text{FiO}_2 < \%60$ , PEEP 6-14  $\text{cmH}_2\text{O}$  olmalıdır. Bu esnada aşırı solunum işinden kaçınılmalıdır.
- ECMO  $\text{FiO}_2$  kademeli olarak % 0.21 e düşürülürken  $\text{SpO}_2 > \%92$ ,  $\text{PaO}_2 > 70\text{ mmHg}$  olmalıdır.
- Süpürücü gaz kademeli olarak 0.5-1 L/dak kadar düşülür. pH ve klinik durum izlenir.
- Süpürücü gaz tamamen kapatılır. 2-3 saat boyunca hastanın oksijenasyon, ventilasyon ve klinik durumunda bozulma olmamalıdır.

Tüm şartları sağlıyorsa dekanülasyon yapılabilir.

### Dekanülasyon

- Süpürücü gaz kapalıyken  $\text{PaO}_2 > \%70$ , kabul edilebilir pH, aşırı solunum işinin olmaması ve klinik durumun uygun olduğu tekrar doğrulanır.
- Enteral beslenme durdurulur. Sedasyon düzeyi artırılır.
- Aşırı kanama durumunda verilmek üzer kan hazırlığı yapılır. En az 1 saat önce heparin infüzyonu stoplanır.
- Juguler kanül varsa trandelenburg pozisyonu verilir.
- Kanül çekildikten sonra 30 dakika kompresyon yapılır. kanülasyon alanı sutur ve pansuman ile kapatılır.
- Derin ven trombozu açısından 24 saat sonra kontrol edilir.

## SONUÇ

Geniş çaplı meta-analizlerde tek başına akciğer koruyucu mekanik ventilasyon ile karşılaştırıldığında orta ve ağır ARDS olgularında prone pozisyonu, ağır ARDS olgularında ECMO uygulamasının 28 günlük mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir.<sup>11</sup> COVID-19 hastalarında da ciddi solunum yetmezliğinde kurtarıcı tedavi bu şekilde kabul edilmiştir. ECMO yönetimi karmaşıktır çok fazla zaman ve kaynak gerektirir. Bu nedenle ecmo tecrübeli merkezlerde yapılmalıdır

## KAYNAKLAR

1. KARACA B. Erişkin Yaş Grubunda COVID-19 Klinik Bulguları. *J Biotechnol Strateg Heal Res*. Published online April 30, 2020. doi:10.34084/bshr.724904
2. Li J, Huang DQ, Zou B, et al. Epidemiology of COVID-19: A systematic review and meta-analysis of clinical characteristics, risk factors, and outcomes. *J Med Virol*. 2021;93(3):1449-1458. doi:10.1002/jmv.26424
3. WHO. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Accessed August 29, 2021. <https://COVID19.who.int/table>
4. TC Sağlık Bakanlığı. Haftalık COVID-19 tablosu. Accessed August 29, 2021. <https://COVID19.saglik.gov.tr/>

5. Alhazzani W, Möller MH, Arabi YM, et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Med.* 2020;46(5):854-887. doi:10.1007/s00134-020-06022-5
6. Badulak J, Antonini MV, Stead CM, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for COVID-19: Updated 2021 Guidelines from the Extracorporeal Life Support Organization. *ASAIO J.* 2021;67(5):485-495. doi:10.1097/MAT.0000000000001422
7. WHO. Clinical management Clinical management Living guidance COVID-19. World Health Organization. Published 2021. Accessed September 2, 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-clinical-2021-1>
8. Kallet RH. A Comprehensive Review of Prone Position in ARDS. *Respir Care.* 2015;60(11):1660-1687. doi:10.4187/RESPCARE.04271
9. Guérin C, Reignier J, Richard J-C, et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med.* 2013;368(23):2159-2168. doi:10.1056/NEJMoa1214103
10. Munshi L, Del Sorbo L, Adhikari NKJ, et al. Prone Position for Acute Respiratory Distress Syndrome. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Am Thorac Soc.* 2017;14(Supplement\_4):S280-S288. doi:10.1513/AnnalsATS.201704-343OT
11. Aoyama H, Uchida K, Aoyama K, et al. Assessment of Therapeutic Interventions and Lung Protective Ventilation in Patients With Moderate to Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *JAMA Netw Open.* 2019;2(7):e198116. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.8116
12. Behesht Aeen F, Pakzad R, Goudarzi Rad M, Abdi F, Zaheri F, Mirzadeh N. Effect of prone position on respiratory parameters, intubation and death rate in COVID-19 patients: systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2021;11(1):1-16. doi:10.1038/s41598-021-93739-y
13. Touchon F, Trigui Y, Prud'homme E, et al. Awake prone positioning for hypoxaemic respiratory failure: past, COVID-19 and perspectives. *Eur Respir Rev.* 2021;30(160):210022. doi:10.1183/16000617.0022-2021
14. Atul Malhotra M. Prone ventilation for adult patients with acute respiratory distress syndrome - UpToDate. Published 2021. Accessed September 10, 2021. [https://www.uptodate.com/contents/prone-ventilation-for-adult-patients-with-acute-respiratory-distress-syndrome?search=prone position COVID19&topic=Ref=127419&source=see\\_link#H1026448171](https://www.uptodate.com/contents/prone-ventilation-for-adult-patients-with-acute-respiratory-distress-syndrome?search=prone%20position%20COVID19&topic=Ref=127419&source=see_link#H1026448171)
15. Deniz Özsoy S, Ak HY. Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Kosuyolu Hear J.* 2018;21(3):236-244. doi:10.5578/khj.59769
16. Tonetti T, Vasques F, Rapetti F, et al. Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention. *Ann Transl Med.* 2017;5(14). doi:10.21037/ATM.2017.07.08
17. Desai M, Dalton HJ. Half-empty or half-full?-interpretation of the EOLIA trial and thoughts for the future. *J Thorac Dis.* 2018;10(Suppl 26):S3248-S3251. doi:10.21037/jtd.2018.08.112
18. Del Sorbo L, Slutsky AS. Acute respiratory distress syndrome and multiple organ failure. *Curr Opin Crit Care.* 2011;17(1):1-6. doi:10.1097/MCC.0b013e3283427295
19. Greyson CR. Pathophysiology of right ventricular failure. *Crit Care Med.* 2008;36(Suppl):S57-S65. doi:10.1097/01.CCM.0000296265.52518.70
20. Giani M, Redaelli S, Siragusa A, Fumagalli B, Rona R, Foti G. Extracorporeal Gas Exchange for Acute Respiratory Distress Syndrome: Open Questions, Controversies and Future Directions. *Membranes (Basel).* 2021;11(3):172. doi:10.3390/membranes11030172
21. Combes A, Schmidt M, Hodgson CL, et al. Extracorporeal life support for adults with acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med.* 2020;46(12):2464-2476. doi:10.1007/s00134-020-06290-1
22. D RM, R van T, D B, J B. Right ventricular unloading after initiation of venovenous extracorporeal membrane oxygenation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2015;191(3):346-348. doi:10.1164/RCCM.201408-1404LE
23. Noah MA, Peek GJ, Finney SJ, et al. Referral to an Extracorporeal Membrane Oxygenation Center and Mortality Among Patients With Severe 2009 Influenza A(H1N1). *JAMA.* 2011;306(15):1659. doi:10.1001/jama.2011.1471
24. Pham T, Combes A, Rozé H, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Pandemic Influenza A(H1N1)-induced Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;187(3):276-285. doi:10.1164/rccm.201205-0815OC
25. Tsai H-C, Chang C-H, Tsai F-C, et al. Acute Respiratory Distress Syndrome With and Without Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Score Matched Study. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(2):458-464. doi:10.1016/j.athoracsurg.2015.03.092
26. Park PK, Dalton HJ, Bartlett RH. Point: Efficacy of Extracorporeal Membrane Oxygenation in 2009 Influenza A(H1N1). *Chest.* 2010;138(4):776-778. doi:10.1378/chest.10-1791
27. Randolph AG, Vaughn F, Sullivan R, et al. Critically Ill Children During the 2009-2010 Influenza Pandemic in the United States. *Pediatrics.* 2011;128(6):e1450-e1458. doi:10.1542/peds.2011-0774
28. 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(9698):1351-1363. doi:10.1016/S0140-6736(09)61069-2
29. Combes A, Hajage D, Capellier G, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med.* 2018;378(21):1965-1975. doi:10.1056/NEJMoa1800385
30. Goligher EC, Tomlinson G, Hajage D, et al. Extracorporeal

- real Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome and Posterior Probability of Mortality Benefit in a Post Hoc Bayesian Analysis of a Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2018;320(21):2251-2259. doi:10.1001/JAMA.2018.14276
31. Gattinoni L, Vasques F, Quintel M. Use of ECMO in ARDS: Does the EOLIA trial really help? [Comment on Combes, et al., 2018, "Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome {EOLIA}"]. *Crit Care*. 2018;22(1):0-1.
  32. Munshi L, Walkey A, Goligher E, Pham T, Uleryk EM, Fan E. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med*. 2019;7(2):163-172. doi:10.1016/S2213-2600(18)30452-1
  33. Henry BM, Lippi G. Poor survival with extracorporeal membrane oxygenation in acute respiratory distress syndrome (ARDS) due to coronavirus disease 2019 (COVID-19): Pooled analysis of early reports. *J Crit Care*. 2020;58:27-28. doi:10.1016/j.jcrc.2020.03.011
  34. Schmidt M, Hajage D, Lebreton G, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome associated with COVID-19: a retrospective cohort study. *Lancet Respir Med*. 2020;8(11):1121-1131. doi:10.1016/S2213-2600(20)30328-3
  35. Nguyen NT, Sullivan B, Sagebin F, Hohmann SF, Amin A, Nahmias J. Analysis of COVID-19 Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome Managed With Extracorporeal Membrane Oxygenation at US Academic Centers. *Ann Surg*. 2021;274(1):40-44. doi:10.1097/SLA.0000000000004870
  36. Barbaro RP, MacLaren G, Boonstra PS, et al. Extracorporeal membrane oxygenation support in COVID-19: an international cohort study of the Extracorporeal Life Support Organization registry. *Lancet*. 2020;396(10257):1071-1078. doi:10.1016/S0140-6736(20)32008-0
  37. ELSO. Full COVID-19 Registry Dashboard. Accessed September 4, 2021. <https://www.else.org/Registry/Full-COVID-19RegistryDashboard.aspx>
  38. Ramanathan K, Antognini D, Combes A, et al. Planning and provision of ECMO services for severe ARDS during the COVID-19 pandemic and other outbreaks of emerging infectious diseases. *Lancet Respir Med*. 2020;8(5):518-526. doi:10.1016/S2213-2600(20)30121-1
  39. MacLaren G, Combes A, Brodie D. What's new in ECMO for COVID-19? *Intensive Care Med*. 2021;47(1):107-109. doi:10.1007/s00134-020-06284-z
  40. Lequier L, Horton SB, McMullan DM, Bartlett RH. Extracorporeal Membrane Oxygenation Circuitry. *Pediatr Crit Care Med*. 2013;14:S7-S12. doi:10.1097/PCC.0b013e318292dd10
  41. Ficial B, Vasques F, Zhang J, et al. Physiological basis of extracorporeal membrane oxygenation and extracorporeal carbon dioxide removal in respiratory failure. *Membranes (Basel)*. 2021;11(3):NA. doi:10.3390/membranes11030225
  42. Betit P. Technical advances in the field of ecmo. *Respir Care*. 2018;63(9):1162-1173. doi:10.4187/respcare.06320
  43. Strunina S, Hozman J, Ostadal P. The peripheral canulas in extracorporeal life support. *Biomed Eng / Biomed Tech*. 2019;64(2):127-133. doi:10.1515/bmt-2017-0107
  44. Tonna JE, Abrams D, Brodie D, et al. Management of Adult Patients Supported with Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation (VV ECMO): Guideline from the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO). *ASAIO J*. Published online 2021:601-610. doi:10.1097/MAT.0000000000001432
  45. Maciej S. Roller Versus Centrifugal Pumps - Perfusion | Perfusion Education. Accessed September 4, 2021. <https://perfusioneducation.com/videos/roller-versus-centrifugal-pumps-perfusion/>
  46. Chaves RC de F, Rabello Filho R, Timenetsky KT, et al. Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura. *Rev Bras Ter intensiva*. 2019;31(3):410-424. doi:10.5935/0103-507X.20190063
  47. Turan S. ECMO, İLA ve Diğer Ekstrakorporeal Tedaviler. In: Yamanel L, ed. *Yoğun Bakım ve COVID-19*. 1st ed. Türkiye Klinikleri; 2020:50-54.
  48. Fierro MA, Daneshmand MA, Bartz RR. Perioperative Management of the Adult Patient on Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation Requiring Non-cardiac Surgery. *Anesthesiology*. 2018;128(1):181-201. doi:10.1097/ALN.0000000000001887
  49. Combes A, Brodie D, Bartlett R, et al. Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190(5):488-496. doi:10.1164/rccm.201404-0630CP
  50. Nardo M Di, Ore AD, Starr J, Cecchetti C, Amodeo A, Testa G. Ethics and extracorporeal membrane oxygenation during coronavirus disease 2019 outbreak: <https://doi.org/10.1177/0267659120937545>. 2020;35(6):562-564. doi:10.1177/0267659120937545
  51. Shekar K, Badulak J, Peek G, et al. Extracorporeal Life Support Organization COVID-19 Interim Guidelines. *ASAIO J*. 2020;Publish Ah:707-721.
  52. Clerkin KJ, Fried JA, Raikhelkar J, et al. COVID-19 and Cardiovascular Disease. *Circulation*. 2020;141:1648-1655. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046941
  53. ELSO. *ELSO Adult Cardiac Failure Supplement to the ELSO General Guidelines Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) Guidelines for Adult Cardiac Failure*; 2013. Accessed September 5, 2021. <https://www.else.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/e76ef78eabcusersshyerddocumentselsoguidelinesforadultcardiacfailure1.3.pdf>
  54. Murray JF, Matthay MA, Luce JM, Flick MR. An Expanded Definition of the Adult Respiratory Distress Syndrome. *Am Rev Respir Dis*. 1988;138(3):720-723. doi:10.1164/ajrccm/138.3.720
  55. Giraud R, Legouis D, Assouline B, et al. Timing of VV-ECMO therapy implementation influences prog-

- nosis of COVID-19 patients. *Physiol Rep*. 2021;9(3). doi:10.14814/phy2.14715
56. *ELSO Anticoagulation Guideline*. ELSO; 2014. Accessed September 7, 2021. <https://www.else.org/Portals/0/Files/elseanticoagulationguideline8-2014-table-contents.pdf>
  57. Sidebotham D, McGeorge A, McGuinness S, Edwards M, Willcox T, Beca J. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Treating Severe Cardiac and Respiratory Failure in Adults: Part 2—Technical Considerations. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2010;24(1):164-172. doi:10.1053/j.jvca.2009.08.002
  58. Extracorporeal Life Support Organization. General Guidelines for all ECLS Cases. *Extracorporeal Life Support Organ*. 2017;(August):1-26. <https://www.else.org/Resources/Guidelines.aspx>
  59. Greenwood J. VenoVenous ECMO Initial Cannulation - ED ECMO. Accessed September 6, 2021. <https://edecmo.org/logistics/vv-ecmo/>
  60. Lucchini A, De Felippis C, Pelucchi G, et al. Application of prone position in hypoxaemic patients supported by veno-venous ECMO. *Intensive Crit Care Nurs*. 2018;48:61-68. doi:10.1016/j.iccn.2018.04.002
  61. Franchineau G, Bréchet N, Hekimian G, et al. Prone positioning monitored by electrical impedance tomography in patients with severe acute respiratory distress syndrome on veno-venous ECMO. *Ann Intensive Care* 2020 101. 2020;10(1):1-9. doi:10.1186/S13613-020-0633-5
  62. Guervilly C, Prud'homme E, Pauly V, et al. Prone positioning and extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome: time for a randomized trial? *Intensive Care Med*. 2019;45:1040-1042. doi:10.1007/s00134-019-05570-9
  63. Giani M, Martucci G, Madotto F, et al. Prone Positioning during Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation in Acute Respiratory Distress Syndrome. A Multicenter Cohort Study and Propensity-matched Analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2021;18(3):495-501. doi:10.1513/AnnalsATS.202006-625OC