

## İNFAHTLARDA VE ÇOCUKLARDA BEYİN ÖLÜMÜ

Arzu EKİCİ<sup>1</sup>  
Mehmet Ali EKİCİ<sup>2</sup>

### GİRİŞ

Beyin ölümü, ölümü belirlemek için evrensel olarak kabul edilen tıbbi ve yasal bir standarttır. Yoğun bakım ünitelerindeki mekanik ventilatör başta olmak üzere teknolojik gelişmeler sonucunda hayati işlevleri uzun süre boyunca sürdürmek mümkün hale gelmiştir. 1950'lerde organ transplantasyonunun yapılmaya başlamasıyla hangi koşullar altında organ transplantasyonunun gerçekleştirilebileceğini belirlemek için, kardiyopulmoner fonksiyonun korunduğu durumlarda beynin ölümünün açık ve kesin bir tanımına ihtiyaç duyulmuştur.<sup>1</sup> Nörolojik kriterlere göre beyin ölümü/ölüm ilk kez 1959'da Mollaret ve Goulon tarafından "coma dépassé" olarak tanımlanmıştır.<sup>2</sup> 1968'de Harvard Beyin Ölümü Kriterleri olarak da bilinen ilk klinik tanımı ile "beyin ölümü" tanımlanması yapılmıştır.<sup>3</sup> 1980 yılında ABD'de yasal ve tıbben ölüm, dolaşım, solunum ve tüm beyin (beyin sapı dahil) işlevlerinin geri dönüşümsüz durması olarak tanımlanmıştır.<sup>4</sup> O zamandan beri, birçok başka kılavuz ve protokol yayınlanmış ve revize edilmiştir.

İlk pediatrik beyin ölümü kılavuzu 1987'de Amerikan Pediatri Akademisi tarafından yayınlanmış ve 2011'de Çocuk Nöroloji Derneği tarafından revize edilmiştir.<sup>5,6</sup> Gelişmiş ülkelerde pediatrik ölümlerin çoğu yoğun bakım ünitelerinde meydana gelmektedir.<sup>7</sup> ABD'de pediatrik yoğun bakım ünitelerinde (PICU'lar) yapılan iki çalışmaya dayalı olarak, çocuklarda beyin ölümünün tahmini prevalansı yaklaşık %15'dir.<sup>8,9</sup> Çocuk yoğun bakım ünitelerinde ölen 15344 hastanın ulusal bir veri tabanı çalışmasında, pediatrik ölümlerin %20,7'sinde beyin ölümü meydana geldiği belirtilmiştir.<sup>10</sup>

### ETYOLOJİ

Yetişkinlerde ve çocuklarda intrakranial ve ekstrakraniyal nedenler beyin ölümüne neden olabilir. Yetişkinlerde beyin ölümüne yol açan en sık intrakranial neden travmatik beyin hasarı ve subaraknoid kanamadır. Çocuklarda ise en sık neden travmalardır. Beyin ölümünün ekstrakraniyal en sık nedeni ise yetersiz kardiyopulmoner resüsitasyon ve kardiyopulmoner arresttir.<sup>11</sup> Beyin ölümüne yol açabilen ciddi beyin hasarı nedenleri Tablo 1'de verilmiştir.<sup>10,12</sup>

<sup>1</sup> Doç. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği drarzu ekici@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr., Prof. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Tıp Fakültesi, Bursa Şehir Hastanesi SUAM, mehmetali.ekici@gmail.com

noid internal karotid arterler seviyesindedir, ancak bazı kontrastların olması nadir değildir.<sup>28,29</sup> Verilen kontrast maddenin perivasküler ekstrasvaze olursa, yalancı pozitif yorumlamaya neden olabilir.<sup>30</sup> Önemli kafatası defekti olan hastalarda beyin ölümü kriterlerine karşılmasına rağmen yanlış negatif serebral anjiyografi saptanan vakalar bildirilmiştir.<sup>31</sup> Hem intravenöz hem de intraarteriyel kontrast enjeksiyonunu kullanarak güvenilirliği artırılabilir.<sup>32</sup>

### Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografisi

Bilgisayarlı tomografi anjiyografisi (BTA) hızlı, invaziv olmayan ve beyin kanını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Beyin ölümünde kontrast madde sonrası intrakranial arterlerde kontrastlanma izlenmez.<sup>33</sup> İnternal serebral arterlerin kontrastlanma olmaması en önemli anjiyografik kriter olarak değerlendirilmektedir.<sup>34</sup>

### Radyonüklid Görüntüleme

Günümüzde lipofilik ve beyin parankimine iyi penetre olan Tc 99m heksametilpropilenamin oksim ve Tc 99m etilen sistein dietilester radyozotoplar kullanılmaktadır. Beyin perfüzyonunun olmadığını gösteren beyin dokusunda radyoaktif madde tutulumunun olmaması beyin ölümü tanısı koydurur. Boş bir kutu görünümü (empty skull sign) oluşur.<sup>33</sup> Talamus ve posterior fossada rezidüel beyin perfüzyonu görülebilir. Özgüllük iyi değerlendirilmemiş olsa da, yanlış pozitiflik çok nadiren görülmektedir.<sup>33,35</sup>

### Transkraniyal Doppler Ultrasonografi

Transkraniyal Doppler ultrasonografi (TKD) beyin kan akışını hızla değerlendirmek için kullanılabilen noninvaziv, kolaylıkla tekrarlanabilen ve santral sinir sistemini baskılayan ilaçlardan etkilenmeyen bir tetkiktir. Yapan kişinin deneyimli olması gerekmektedir.<sup>36,37</sup> TKD ses dalgalarının kafatasından kolaylıkla geçebildiği akustik pencerelerden (kafatası kemiğinin en ince olduğu transorbital, trans-

temporal ve suboksipital bölgeler) yapılması gerekmektedir.<sup>38</sup>

Hastaların %10'unda akustik pencere yetersizdir. Monteiro ve ark.<sup>39</sup> klinik muayene ile karşılaştırıldığında, TKD'nin %89 duyarlılığa ve %99 özgüllüğe sahip olduğu bildirilmiştir.

### Beyin Ölümü Beyanı

İki klinik değerlendirme ve apne testi, gerekli halde yardımcı testler sonrası beyin ölümü teyit edilirse beyan edilir. Tüm bulgular kayıt altına alınmalıdır.

### KAYNAKLAR

1. Corey R.Fehnel, AlaNozari, Lee H.Schwamm, FAHA Critical Care Secrets (Fifth Edition), 2013 Pages 428-433 Chapter 60 brain death.
2. Mollaret P, Goulon M. Le coma depasse. Rev Neurol (Paris). 1959;101:3-15.
3. A definition of irreversible coma: report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death. JAMA. 1968;205(6):337-340.
4. Uniform Determination of Death Act, 12 uniform laws annotated 589; West 1993 and West suppl 1997.
5. American Academy of Pediatrics Task Force on Brain Death in Children. Report of special Task Force. Guidelines for the determination of brain death in children. Pediatrics. 1987;80(2):298-300.
6. Nakagawa TA, Ashwal S, Mathur M, Mysore M; Society of Critical Care Medicine, Section on Critical Care and Section on Neurology of American Academy of Pediatrics; Child Neurology Society. Clinical Report-Guidelines for the Determination of Brain Death in Infants and Children: An Update of the 1987 Task Force Recommendations. Pediatrics. 2011; 128(3):e720-e740.
7. Launes C, Cambra FJ, Jordan I, et al. Withholding or withdrawing life-sustaining treatments: An 8-yr retrospective review in a Spanish pediatric intensive care unit. Pediatr Crit Care Med. 2011;12:e383-e385.
8. Meert KL, Keele L, Morrison W, et al. ; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network. End-of-life practices among tertiary care PICUs in the United States: a multicenter study. Pediatr Crit Care Med. 2015;16(7):e231-e238.
9. Burns JP, Sellers DE, Meyer EC, Lewis-Newby M, Truog RD. Epidemiology of death in the PICU at five U.S. teaching hospitals. Crit Care Med. 2014;42(9):2101-2108.
10. Kirschen MP, Francoeur C, Murphy M, et al. Epidemiology of Brain Death in Pediatric Intensi-

- ve Care Units in the United States JAMA Pediatr. 2019;173(5):469-476.
11. Drake M, Bernard A, Hessel E. Brain Death. Surg Clin North Am. 2017;97(6):1255-1273
  12. Mudrit Mathur, MD, FAAP1 Stephen Ashwal, Pediatric Brain Death Determination. Semin Neurol. 2015;35:116-124.
  13. Kramer AH, Zygun DA, Doig CJ, Zuege DJ. Incidence of neurologic death among patients with brain injury: a cohort study in a Canadian health region. CMAJ. 2013;185(18):E838-45.
  14. Spinello IM. Brain Death Determination. J Intensive Care Med. 2015;30(6):326-337.
  15. Machado C, Korein J. Neuropathology of brain death in the modern transplant era. Neurology. 2009;72(11):1028; author reply 1028.
  16. Citerio G, Crippa IA, Bronco A, Vargiolu A, Smith M. Variability in brain death determination in Europe: looking for a solution. Neurocrit Care. 2014;21(3):376-382.
  17. Empey PE, Miller TM, Philbrick AH, Melick JA, Kochanek PM, Poloyac SM. Mild hypothermia decreases fentanyl and midazolam steady-state clearance in a rat model of cardiac arrest. Crit Care Med. 2012;40(4):1221-1228.
  18. Saposnik G, Basile VS, Young GB. Movements in brain death: a systematic review. Can J Neurol Sci. 2009;36(2):154-160.
  19. Kramer AH. Ancillary testing in brain death. Semin Neurol. 2015;35(2):125-138.
  20. Greer DM, Shemie SD, Lewis A, et al. Determination of Brain Death/Death by Neurologic Criteria: The World Brain Death Project. JAMA. 2020;324(11):1078-1097.
  21. American Clinical Neurophysiology Society. Guideline 3: Minimum Technical Standards for EEG Recording in Suspected Cerebral Death. Available at: <http://www.acns.org/pdf/guidelines/Guideline-3.pdf>. Accessed November 18, 2014
  22. Scher MS, Barabas RE, Barmada MA: Clinical examination findings in neonates with the absence of electrocerebral activity: an acute or chronic encephalopathic state? J Perinatol. 1996;16:455-460.
  23. Ruiz-Garcia M, Gonzalez-Astiazaran A, Collado-Corona MA, et al.: Brain death in children: clinical, neurophysiologic and radioisotopic angiography findings in 125 patients. Childs Nerv System. 2000;16:40-45.
  24. Niedermeyer E (ed) (1991) Coma and brain death. In: Electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields, Chap. 26. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD.
  25. Wagner W, Ungersbock K, Perneczky A: Preserved cortical somatosensory evoked potentials in apnoeic coma with loss of brain-stem reflexes: case report. J Neurol. 1993;240:243-248.
  26. Erben A, Erben G, Cataltepe O, Topcu M, Erbas B, Aras T. Brain death: determination with brain stem evoked potentials and radionuclide isotope studies. Acta Neurochir (Wien). 1991;112(3-4):118-125.
  27. Riishede J, Ethelberg S. Angiographic changes in sudden and severe herniation of brain stem through tentorial incisure; report of five cases. AMA Arch Neurol Psychiatry. 1953;70(3):399-409.
  28. Kricheff II, Pinto RS, George AE, Braunstein P, Korein J. Angiographic findings in brain death. Ann N Y Acad Sci. 1978;315:168-183.
  29. Braum M, Ducrocq X, Huot JC, Audibert G, Anxi-onnat R, Picard L. Intravenous angiography in brain death: report of 140 patients. Neuroradiology. 1997;39(6):400-405.
  30. Vatne K, Nakstad P, Lundar T. Digital subtraction angiography (DSA) in the evaluation of brain death. A comparison of conventional cerebral angiography with intravenous and arterial DSA. Neuroradiology. 1985;27:155-157.
  31. Alvarez LA, Lipton RB, Hirschfeld A, Salamon O, Lantos G. Brain death determination by angiography in the setting of a skull defect. Arch Neurol. 1988;45(2):225-227.
  32. Gomes AS, Hallinan JM. Intravenous digital subtraction angiography in the diagnosis of brain death. AJNR Am J Neuroradiol. 1983;4(1):21-24.
  33. Kramer AH. Ancillary testing in brain death. Semin Neurol. 2015;35(2):125-138.
  34. Kramer AH, Roberts DJ. Computed tomography angiography in the diagnosis of brain death: a systematic review and meta-analysis. Neurocrit Care. 2014;21(3):539-550.
  35. Flowers WM Jr, Patel BR. Radionuclide angiography as a confirmatory test for brain death: a review of 229 studies in 219 patients. South Med J. 1997;90(11):1091-1096.
  36. Soldatos T, Karakitsos D, Wachtel M, et al. The value of transcranial Doppler sonography with a transorbital approach in the confirmation of cerebral circulatory arrest. Transplant Proc. 2010;42(5):1502-1506.
  37. Monteiro LM, Bollen CW, van Huffelen AC, Ackerstaff RGA, Jansen NJG, van Vught Aj. Transcranial Doppler ultrasonography to confirm brain death: a meta-analysis. Intensive Care Med. 2006;32(12):1937-1944.
  38. Purkayastha S, Sorond F. Transcranial Doppler ultrasound: technique and application. Semin Neurol. 2012;32:411-420.
  39. Monteiro LM, Bollen CW, van Huffelen AC, Ackerstaff RGA, Jansen NJG, van Vught Aj. Transcranial Doppler ultrasonography to confirm brain death: a meta-analysis. Intensive Care Med. 2006;32(12):1937-1944.