

# BÖLÜM 11

## UYARILMIŞ POTANSİYELLER, OLAY İLİŞKİLİ POTANSİYELLER VE MAGNETOENSEFALOGRAFI

Ceren HASANOĞLU<sup>1</sup>  
Selda KAÇAR<sup>2</sup>  
Özgür DUMAN<sup>3</sup>

### UYARILMIŞ POTANSİYELLER

#### Giriş

Uyarılmış potansiyeller (evoked potentials: UP) dış uyarana karşı, merkezi sinir sistemi (MSS)'nde meydana gelen elektriksel sinyaller olarak tanımlanabilir. Uyarılmış potansiyel çalışmaları, MSS monitörizasyon tetkikleri içinde en efektif metodlardan biridir. Beynin spontan elektriksel aktivitesini yansıtan elektroensefalografi (EEG)'nin aksine; uyarılmış potansiyeller, MSS'nin spesifik bir dış uyarana (eksternal stimulus) verdiği yanıtın kayıtlanması prensibine dayanır. Teorik olarak, periferik, sensöriyel veya mikst sinirlerde depolarizasyon yaratabilen herhangi bir stimulus, MSS'nde nöro-elektriksel potansiyelleri uyarmak için kullanılabilir. Klinik pratikte ise en çok kullanılanlar, görsel uyarılmış potansiyeller (visual evoked potentials=VEP), somatosensöriyel uyandırılmış potansiyeller (somatosensory evoked potentials=SEP) ve beyinsapı işitsel uyarılmış potansiyelleri (brainstem auditory evoked potentials=BAEP)'dir. Bir diğer yöntem ise kafa derisinden kaydedilen, istemli kas hareketlerinin kortikal motor nöronlardaki elektriksel aktivitesini yansıtan motor uya-

rılmış potansiyel (motor evoked potentials = MEP)'dir.<sup>1-4</sup>

Uyarılmış potansiyel teknikleriyle sinir sistemine bir uyarın uygulanır ve bu "uyartılmış" cevap, bize sistemin ne kadar uygun çalıştığı hakkında bilgi verir. Klinik pratikte, uyarılmış potansiyel çalışmaları nörolojik muayenenin bir uzantısı olarak görülebilir. 1950'lerden beri uygulanmakla birlikte, 1970'lerden itibaren demiyelinizan hastalıklar başta olmak üzere çeşitli nörolojik hastalıklarda klinik kullanıma girmiştir. Uyarılmış potansiyel çalışmaları, duyu ve motor sistem ilişkili anormallikleri ortaya koyan objektif fizyolojik işaretçiler olmakla birlikte, çevresel ve kişisel birçok durumdan da etkilenmektedirler. Klinikte en sık kullanım alanları:

1. Nörolojik muayenenin hassasiyeti ve güvenilirliğini azaltan durumlarda (infantlar, koma veya genel anestezi altındaki hastalarda olduğu gibi) ilgili duyu sistem işleyişini göstermek.
2. Lokalizasyon olarak demiyelinizan hastalık ilişkili olduğu net ispatlanamayan MSS semptomlarında (uyuşma, karıncalanma gibi), duyu sistemdeki bozukluğu objektif olarak ortaya koymaya yardımcı olmak.

<sup>1</sup> Uzm. Dr., Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi; Çocuk Nörolojisi BD., cerenoktay07@gmail.com

<sup>2</sup> Uzm. Dr., Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi; Çocuk Nörolojisi BD., seldakacar@yahoo.com

<sup>3</sup> Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi; Çocuk Nörolojisi BD., oduman@akdeniz.edu.tr

## KAYNAKLAR

1. Chiappa KH. Evoked Potentials in Clinical Medicine: Lippincott-Raven.1997.
2. Legatt AD. Evoked Potentials. Encyclopedia of the Neurological Sciences (Second Edition). M. J. Aminoff and R. B. Daroff. Oxford, Academic Press; 2014.p. 228-231.
3. Greenberg RP, Ducker TB. Evoked potentials in the clinical neurosciences. Journal of neurosurgery.1982, 56.1: 1-18.
4. Quiroga RQ. Evoked potentials. Encyclopedia of medical devices and instrumentation; 2006.p.233-246.
5. Koht A, Sloan TB. Evoked response monitoring. In: Neuromonitoring Techniques. Academic Press, 2018. p. 147-177.
6. Galik J. Evoked potentials: principles and techniques. Kopf Carrier, 1997, 48: 1-5.
7. Oken BS, Phillips T. Evoked potentials: clinical. In: Encyclopedia of neuroscience. Elsevier Ltd; 2009. p. 19-28.
8. Hahn CD, Emerson RG. Electroencephalography and evoked potentials. Bradley's neurology in clinical practice. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2016.
9. Fulton AB, Hansen, RM, & Moskowitz, A. Assessment of vision in infants and young children. In: Handbook of Clinical Neurophysiology. Elsevier; 2005. p. 203-230.
10. Emmerson-Hanover R, Shearer DE, Creel DJ, & Dustman RE. Pattern reversal evoked potentials: gender differences and age-related changes in amplitude and latency. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section, 1994, 92.2: 93-101.
11. Barga GA. Chirp-evoked auditory brainstem response in children: a review. American journal of audiology, 2015, 24.4: 573-583.
12. Jewett DL, Williston JS. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. Brain, 1971, 94.4: 681-696.
13. Biacabe B, Chevallier JM, Avan P, Bonfils P. Functional anatomy of auditory brainstem nuclei: application to the anatomical basis of brainstem auditory evoked potentials. Auris Nasus Larynx, 2001, 28.1: 85-94.
14. Legatt AD, Arezzo JC, Vaughan HG. The Anatomie and Physiologie Bases of Brain Stem Auditory Evoked Potentials. Neurologic Clinics, 1988, 6.4: 681-704.
15. Melcher JR, Guinan Jr JJ, Knudson IM, Kiang NY. Generators of the brainstem auditory evoked potential in cat. II. Correlating lesion sites with waveform changes. Hearing research, 1996, 93.1-2: 28-51.
16. Rowe DP and O'Leary SJ. Auditory System, Peripheral. Encyclopedia of the Neurological Sciences (Second Edition). M. J. Aminoff and R. B. Daroff. Oxford, Academic Press; 2014. p. 329-334.
17. Ching TY, Day J, Van Buynder P, et al. Language and speech perception of young children with bimodal fitting or bilateral cochlear implants. Cochlear implants international; 2014.15.sup1.p.43-46.
18. Xu ZM, Cheng WX, & Yang XL. Performance of two hearing screening protocols in NICU in Shanghai. International journal of pediatric otorhinolaryngology, 2011, 75.10: 1225-1229.
19. Prager DA, Stone DA, Rose DN. Hearing loss screening in the neonatal intensive care unit: auditory brain stem response versus Crib-O-Gram; a cost-effectiveness analysis. 1987, 8.4: 213-216.
20. Harrison RV, Gordon KA, Mount RJ. Is there a critical period for cochlear implantation in congenitally deaf children? Analyses of hearing and speech perception performance after implantation. Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology, 2005, 46.3: 252-261.
21. Cullington HE, Bele D, Brinton JC, et al. United Kingdom national paediatric bilateral project: Demographics and results of localization and speech perception testing. Cochlear Implants International, 2017, 18.1: 2-22.
22. Olusanya B, Davis A, Hoffman H. Hearing loss grades and the International classification of functioning, disability and health. Bulletin of the World Health Organization. 2019;97:725-8.
23. Stevens G, Flaxman S, Brunskill E, et al. Global and regional hearing impairment prevalence: an analysis of 42 studies in 29 countries. Eur J Public Health. 2013;23(1):146-152. doi:10.1093/eurpub/ckr176
24. Davies RA. Audiometry and other hearing tests. Handbook of clinical neurology, 2016, 137: 157-176.
25. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. Arch Otolaryngol 1970; 92: 311-324
26. Muzyka IM, & Estephan B. Somatosensory evoked potentials. Handbook of clinical neurology, 2019, 160: 523-540.
27. Szmulewicz DJ, Seiderer L, Halmagyi GM, Storey E, Roberts L. Neurophysiological evidence for generalized sensory neuronopathy in cerebellar ataxia with neuropathy and bilateral vestibular areflexia syndrome. Muscle & nerve, 2015, 51.4: 600-603.
28. Nardone R, Höller Y, Brigo F, et al. The contribution of neurophysiology in the diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy: a review. Spinal Cord, 2015, 51.4: 600-603.
29. Brugman F, Veldink JH, Franssen H, et al. Differentiation of hereditary spastic paraparesis from primary lateral sclerosis in sporadic adult-onset upper motor neuron syndromes. Archives of neurology, 2009, 66.4: 509-514.
30. Cruccu G, Aminoff MJ, Curio G, et al. Recommendations for the clinical use of somatosensory-evoked potentials. Clinical neurophysiology, 2008, 119.8: 1705-1719.
31. Chistyakov AV, Soustiel JF, Hafner H, Kaplan B, Feinsod M. The value of motor and somatosensory evoked potentials in evaluation of cervical myelopathy in the presence of peripheral neuropathy. Spine, 2004, 29.12: E239-E247.
32. Treede RD, Lorenz J, Baumgärtner U. Clinical usefulness of laser-evoked potentials. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, 2003, 33.6: 303-314.
33. Legatt AD. Motor evoked potentials. In: Encyclopedia of the Neurological Sciences. Elsevier Inc., 2014. p. 111-114.
34. Rossini PM, Rossi S. Clinical applications of motor evoked potentials. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 1998, 106.3: 180-194.

**P500**

Ters çevrilmiş yüz tanıma çalışmalarında elde edilen olay ilişkili potansiyel komponentlerinden biri olan P500, 400 ila 800. ms'ler arasında elde edilen bir dalga formudur. Araştırmacılar, yüzlerin ters çevrilmiş görüntüleri ile yapılan eşleşme çalışmalarında, yüzler birbiri ile eşleşmiyorsa, sağlıklı bireylerde p500 adlı bir geç dalganın oluştuğunu gözlemişler, aynı dalganın Williams Sendromu'ndan müzdarip hastalarda oluşmadığını fark etmişlerdir. Bu da yüz tanıma yollarında farklı santral mekanizmaların söz konusu olabileceğini gündeme getirmiştir.<sup>10</sup>

**KAYNAKLAR**

1. Chiappa KH. Evoked Potentials in Clinical Medicine: Lippincott-Raven; 1997.
2. Quiroga RQ. Evoked potentials. Encyclopedia of medical devices and instrumentation; 2006. P.233-246.
3. Legatt AD. Evoked Potentials. Encyclopedia of the Neurological Sciences (Second Edition). M. J. Aminoff and R. B. Daroff. Oxford, Academic Press; 2014.p. 228-231.
4. Goodin DS. Chapter 10 – Event-Related Potentials. Aminoff's Electrodiagnosis in Clinical Neurology (Sixth Edition). M. J. Aminoff. London, W.B. Saunders; 2010.p. 633-650.
5. Hillyard SA. Event-related potentials (ERPs) and cognitive processing. Encyclopedia of Neuroscience, 2009, 1: 13-18.
6. Rugg MD. Event-related potentials (ERPs). Encyclopedia of Neuroscience, 2009, 1: 7-12.
7. Sowndhararajan K, Kim M, Deepa P, Park SJ, Kim S. Application of the P300 event-related potential in the diagnosis of epilepsy disorder: A review. Scientia pharmaceutica, 2018, 86.2: 10.
8. Riggins T, Scott LS. P300 development from infancy to adolescence. Psychophysiology, 2020, 57.7: e13346
9. Nelson CA, McCleery JP. Use of event-related potentials in the study of typical and atypical development. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 2008, 47.11: 1252-1261.
10. Marks TK, Mills DL, Makeig S, et al. ICA Provides New Insights into ERP Data: Face Processing in Williams Syndrome; 2000.p.56-63.

**Magnetoensefelografi (MEG)**

Magnetoensefelografi (MEG), elektroserebral aktivitenin yarattığı manyetik alanın kayıtlanması prensibine dayanır. Aslında elektroensefalografi (EEG) ile benzer olarak düşünülse de; MEG, doğası gereği, daha kesin ve distorsiyona daha az uğrayan bir yöntemdir. EEG'de kullanılan elektriksel potansiyeller, BOS, dura ve kafatası tarafından büyük ölçüde bozulmaya uğrarken, manyetik dalgalar bu dokulardan pek de etkilenmemesiyle, derin epileptik odakların lokalizasyon tayinine izin verebilmektedir.<sup>1,2</sup>

MEG kayıtlaması da, büyük ölçüde EEG'de kine benzemekle birlikte, sabit geometri ve paternleri nedeniyle, analizi EEG'den daha kolaydır. MEG ile aynı EEG deki gibi alfa ritmi, uyku içcikleri, diken dalga gibi anormal aktiviteler gösterilebilir. Lakin ekipmanları oldukça karışık ve maliyetlidir, genellikle yalnızca dördüncü basamak epilepsi cerrahi merkezlerinde kullanılmaktadır. Belli bir büyüklükte manyetik alan odalarında kurulan, hareket kabiliyeti olmayan büyük cihazlar gerektirmektedir. MEG yönteminin en büyük yararı epilepsi cerrahisi öncesi değerlendirme olup, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile eş zamanlı uygulanarak yüzeysel EEG ile tespiti zor hatta imkansız olan epileptojenik bölgenin tespiti, iktal aktivite odak bölgesinin doğrulanması, invaziv değerlendirme gerektiğinde intakranial elektrotların yerleşimi için rehber olması gibi avantajlara sahiptir. Lokalizasyon tespitini sağlayan temel metot, dipol modelidir.<sup>2-4</sup>

MEG yöntemi pek çok avantaja sahip gibi gözükmesine rağmen, yüzeysel EEG'ye üstün bir teknik olarak görülmemelidir. Her iki yöntem aslında farklı duyarlılıkları ile birbirinin tamamlayıcısıdır. Teorik olarak EEG, MRG eşlikli kayıta izin vermiyor oluşu ve uzamsal lokalizasyon tayininde daha az başarılı gibi gö-

rülse de, bazı avantajlara sahiptir. Rutin olarak tüm kapsamlı epilepsi merkezlerinde uygulanabilen, kolay ulaşılabilir, ucuz bir tekniktir. Sadece dalgaların distorsiyona daha çok uğraması nedeniyle, yorumlaması daha güç olabilir. Uzun kayıtlama, hastanın eş zamanlı hareket edebilmesi, uyku-uyanıklık geçişlerinin gözlemlenmesi EEG’de epileptik bir aktivitenin daha kolay tespitine izin verebilir. MEG de cihazın yeri değiştirilemezken, EEG yoğun bakım ve ameliyathane şartlarında dahi kullanılabilir. Kısaca, tek başına EEG veya MEG’in kullanılmasındansa, doğru lokalizasyon tayini için iki yöntemin kombinasyonu en doğru sonucu vermektedir.<sup>2,4</sup>

#### KAYNAKLAR

1. Hahn CD, Emerson RG. Electroencephalography and evoked potentials. Bradley’s neurology in clinical practice. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2016.
2. Sutherling WW. Chapter 10 - Magnetoencephalography. Aminoff’s Electrodiagnosis in Clinical Neurology (Sixth Edition). M. J. Aminoff. London, W.B. Saunders; 2012.p. 219-229.
3. Baillet S. Magnetoencephalography for brain electrophysiology and imaging. Nature neuroscience, 2017, 20.3: 327-339.
4. Burgess RC. Motor Evoked Potentials. Encyclopedia of the Neurological Sciences, Elsevier Inc., 2014. p. 984-988.