

Giriş

Spinal kord stimulasyonu (SKS) ile nöromodülasyon son yıllarda kronik ağrı tedavisinde en heyecan verici gelişmelerden biridir. Özellikle dirençli nöropatik ağrıların tedavisinde yaklaşık 40 yıldır kullanılmaktadır. Tekniğin, Melzack ve Wall tarafından öne sürülen ağrının kapı kontrol teorisine dayanan omurilikteki geniş çaplı afferent sinir liflerini uyararak kronik ağrıyı engellediğine inanılmaktadır (1). İlk olarak 1967 yılında Shealy tarafından dorsal kolona yerleştirilen probalar ile elektrik stimulasyonu o dönem bu uyarının sadece dorsal kolonu etkilediği düşünülmüştür (2). Zamanla bu elektriskel uyarının omuriliğin her yerinde inhibisyon yaptığının anlaşılması üzerine dorsal kolon stimulasyon terimi spinal kord stimulasyonu olarak değişmiştir.

Teknolojideki gelişmeler ile birlikte bu yöntemin ağrı tedavisinde kullanımı zamanla artmıştır. İlk yıllarda, plaka tip lead'ler, laminektomi yoluyla doğrudan omurilik üzerine cerrahi olarak implante edilmiştir. Bu yöntem beyin omurilik sıvısı (BOS) kaçağı, lokalize fibrozis ve araknoidit gibi istenmeyen komplikasyonlara yol açmıştır. Bu tür komplikasyonlardan kaçınmak için daha sonraları elektrotlar epidural boşluğa epidural iğneler kullanılarak perkütan yerleştirilmiştir. Perkütan sistem, lead'in laminektomi olmadan yerleştirilmesine izin verir. Ayrıca perkütan teknik, kalıcı bir implant için uygunluğunu değerlendirmek için bir deneme stimülasyonuna kolayca izin verir. Şu anda, SKS implantasyonuna yönelik proto-

koller, harici bir puls üretici ile lead'lerin geçici olarak perkütan yerleştirilmesini kullanan bir tarama periyodunu şart koşturmaktadır. SKS'nun piyasaya sürülmesinden sonraki ilk on yılda, takip oranının azlığı, kötü hasta seçimi ve teknik zorluklar nedeniyle zamanla kullanımı azalmıştır. Son yıllarda perkütan teknik, doğru hasta seçimi ve takibi sayesinde özellikle dirençli nöropatik ağrılı hastalarda önemli bir alternatif olarak görülmüştür (3).

SKS sistemi elektrot kablosu, puls üretici ve bir programlayıcıdan oluşur. Hastalara kalıcı implantasyon öncesi deneme implantasyonu ile etkinlik ölçümü zorunludur. Deneme sırasında elektrot yerleşiminin konumu hastanın ağrısının konumuna uygun olmalıdır. İyi bir analjezi elde etmek için ortaya çıkan parestezinin ağrılı alanla örtüştüğünü doğrulamak önemlidir. Birkaç günden birkaç haftaya kadar sürebilen deneme süresi boyunca, olağan günlük aktivitelerle ağrının dindiği ve fonksiyonel iyileşme miktarı izlenir. Başarılı deneme için kabul edilen ölçüt, başlangıçtaki ağrıya en az %50 azalmadır (4). Hasta denemenin sonuçlarından memnun kalırsa kalıcı SKS sisteminin implantasyonu yapılır.

Etki Mekanizması

Spinal kord stimulasyonunun neden olduğu analjezi teorisini açıklayan çeşitli yayınlar olsada kesin etki mekanizması hala bilinmiyor. Spinal kord stimulasyonunun ortaya çıkışındaki ana bilimsel arka plan Melzack tarafından tanımlanan ağrının

¹ Dr Öğr. Üyesi, SBÜ Ankara Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim Araştırma Hastanesi, cumauz12@gmail.com

siyonel medikal tedavi ve SKS artı konvansiyonel medikal tedavi olarak 2 gruba ayrıldı.3 ve 6 aylık kontrollerde SKS artı konvansiyonel medikal tedavi alan grupta sadece konvansiyonel tedavi alan gruba göre ağrı skorlarında ciddi oranda azalma saptandı (42).

Komplikasyonlar

SKS de en sık görülen komplikasyonlar cihaza bağlı elektrot kırılması, elektrodun migrasyonu,-bağlantı kopması gibi mekanik sebeplerdir. Biyolojik komplikasyonlar ise enfeksiyon,alerjik reaksiyon,implant bölgesinde ağrı,seroma,epidural hematoma,dura yaralanmasını içerir.En sık görülen biyolojik komplikasyon enfeksiyon olup %3 ile %8 arasında sıklığı değişmektedir.Komplikasyonlardan korunmak için doktor ve hasta eğitimi, uygun hasta seçimi ve takibi önemlidir (43,44).

Sonuç

Ağrı özellikle de kronik ağrı hastaların günlük yaşam aktivitelerini ruhsal ve fiziksel açıdan etkileyen önemli bir klinik tablodur. Spinal kord stimülasyonu kronik ve özellikle dirençli ağrı tedavisinde son yıllarda önemli bir seçenek olarak ortaya çıkmıştır. Uygun hasta seçimi ve endikasyonlarla tedavi başarısı artmaktadır. Yapılan çalışmalar spinal kord stimülasyonunun güvenli,etkili ve kost-efektif olduğunu göstermiştir.Yapılacak çalışmalarla ağrı yönetiminde daha fazla endikasyonla önemli bir yer tutacaktır.

KAYNAKLAR

- Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965;150:971-9.
- Shealy CN, Mortimer JT, Reswick JB. Electrical inhibition of pain by stimulation of the dorsal columns: preliminary clinical report. *Anesth Analg* 1967;46:489-91.
- Jeon Y, Huh BK. Spinal cord stimulation for chronic pain. *Ann Acad Med Singap.* 2009;38(11):998-1003.
- Kemler MA, Barendse GA, van Kleef M et al. Spinal cord stimulation in patients with chronic refl ex sympathetic dystrophy. *N Engl J Med* 2000;343:618-24.
- Stiller CO, Cui JG, O'Connor WT et al. Release of gamma-aminobutyric acid in the dorsal horn and suppression of tactile allodynia by spinal cord stimulation in mononeuropathic rats. *Neurosurgery* 1996; 39: 367-74.
- Linderoth B, Gazelius B, Franck J, Brodin E. Dorsal column stimulation induces release of serotonin and substance P in the cat dorsal horn. *Neurosurgery* 1992; 31: 289-96.
- Ren B, Linderoth B, Meyerson BA. Effects of spinal cord stimulation on the flexor reflex and involvement of supraspinal mechanisms: an experimental study in mononeuropathic rats. *J Neurosurg* 1996; 84: 244- 9.
- Meyerson BA, Ren B, Herregodts P, Linderoth B. Spinal cord stimulation in animal models of mononeuropathy: effects on the withdrawal response and the flexor reflex. *Pain* 1995; 61: 229-43.
- Larson SJ, Sances A Jr, Riegel DH et al. Neurophysiological effects of dorsal column stimulation in man and monkey. *J Neurosurg* 1974; 41: 217- 23.
- Bantli H, Bloedel JR, Thienprasit P. Supraspinal interactions resulting from experimental dorsal column stimulation. *J Neurosurg* 1975; 42: 296-300 Oakley JC, Prager JP. Spinal cord stimulation: mechanisms of action.
- Spine* (Phila Pa 1976) 2002; 27: 2574-83.
- Linderoth B, Fedorcsak I, Meyerson BA. Peripheral vasodilatation after spinal cord stimulation: animal studies of putative effector mechanisms. *Neurosurgery* 1991; 28: 187-95.
- Hong A, Varshney V, Hare GMT et al. Spinal cord stimulation: a nonopioid alternative for chronic pain management. *CMAJ.* 2020;192(42): E1264-E1267. doi:10.1503/cmaj.200229
- Hord ED, Cohen SP, Cosgrove GR et al. The predictive value of sympathetic block for the success of spinal cord stimulation. *Neurosurgery.* 2003 Sep;53(3):626-32; discussion 632-3.
- Kumar K, Toth C, Nath RK, Laing P. Epidural spinal cord stimulation for treatment of chronic pain--some predictors of success. A 15-year experience. *Surg Neurol.* 1998 Aug;50(2):110-20; discussion 120-1
- Celestin J, Edwards RR, Jamison RN. Pretreatment psychosocial variables as predictors of outcomes following lumbar surgery and spinal cord stimulation: a systematic review and literature synthesis. *Pain Med.* 2009 May-Jun;10(4):639-53
- North RB, Kidd DH, Farrokhi F, et al. Spinal cord stimulation versus repeated lumbosacral spine

- surgery for chronic pain: a randomized, controlled trial. *Neurosurgery* 2005;56(1):98–106 [discussion: 106–7].
18. North RB, Ewend MG, Lawton MT, et al. Failed back surgery syndrome: 5-year follow-up after spinal cord stimulator implantation. *Neurosurgery* 1991;28(5):692–9.
 19. LeDoux MS, Langford KH. Spinal cord stimulation for the failed back syndrome. *Spine* 1993;18(2):191–4.
 20. North RB, Kidd DH, Lee MS, et al. A prospective, randomized study of spinal cord stimulation versus reoperation for failed back surgery syndrome: initial results. *Stereotact Funct Neurosurg* 1994; 62(1–4):267–72
 21. Kumar K, Taylor RS, Jacques L et al. Spinal cord stimulation versus conventional medical management for neuropathic pain: a multicentre randomized controlled trial in patients with failed back surgery syndrome. *Pain*. 2007 Nov;132(1-2):179-88.
 22. Özdemir İ, Akbaş M, Yeğin A et al. Spinal kord stimülasyonu uygulanan 62 hastanın retrospektif değerlendirilmesi [Spinal cord stimulation in 62 patients: Retrospective evaluation]. *Agri*. 2017;29(1):25- 32. doi:10.5505/agri.2016.08870
 23. Eckermann JM, Pilitsis JG, Vannaboutathong C et al. Systematic Literature Review of Spinal Cord Stimulation in Patients With Chronic Back Pain Without Prior Spine Surgery. *Neuromodulation*. 2021 Aug 18. doi: 10.1111/ner.13519
 24. Deer T, Slavin KV, Amirdelfan K et al. Success using neuromodulation with BURST (SUNBURST) study: results from a prospective, randomized controlled trial using a novel burst waveform. *Neuromodulation* 21(1):56– 66, 2018
 25. Kemler MA, De Vet HC, Barendse GA, et al. The effect of spinal cord stimulation in patients with chronic reflex sympathetic dystrophy: two years follow-up of the randomized controlled trial. *Ann Neurol* 2004;55(1):13–8.
 26. Calvillo O, Raczy G, Didie J et al. Neuroaugmentation in the treatment of complex regional pain syndrome of the upper extremity. *Acta Orthop Belg*. 2002;68:127-133.
 27. Oakley JC, Weiner RL. Spinal cord stimulation for complex regional pain syndrome: a prospective study of 19 patients at two centers. *Neuromodulation*. 1999;2(1):47-50
 28. Neri Serneri GG, Boddi M, Arata L et al. Silent ischemia in unstable angina is related to an altered cardiac norepinephrine handling. *Circulation* 1993; 87: 1928-37.
 29. McCance AJ, Thompson PA, Forfar JC. Increased cardiac sympathetic nervous activity in patients with unstable coronary heart disease. *Eur Heart J* 1993; 14: 751-7.
 30. Foreman RD, Linderoth B, Ardell JL, et al. Modulation of intrinsic cardiac neurons by spinal cord stimulation: implications for its therapeutic use in angina pectoris. *Cardiovasc Res* 2000; 47: 367-75.
 31. Murray S, Collins PD, James MA. Neurostimulation treatment for angina pectoris. *Heart* 2000; 83: 217-20.
 32. Murphy DF, Giles KE. Dorsal column stimulation for pain relief from intractable angina pectoris. *Pain* 1987; 28: 365-8
 33. Mannheimer C, Eliasson T, et al. Clinical outcome of patients treated with spinal cord stimulation for therapeutically refractory angina pectoris. The Working Group on Neurocardiology. *Heart* 1999; 82: 82-8.
 34. Eliasson T, Jern S, Augustinsson LE, et al. Safety aspects of spinal cord stimulation in severe angina pectoris. *Coron Artery Dis* 1994;5(10):845– 50.
 35. Fontana F, Bernardi P, Lanfranchi G, et al. Opioid peptide response to spinal cord stimulation in chronic critical limb ischemia. *Peptides* 2004; 25:571–5.
 36. Claeys LG. Effects of spinal cord stimulation on nutritional skin blood flow in patients with ischemic pain. *Neuromodulation* 2000;3:123–30.
 37. Hilton SM, Marshall JM. Dorsal root vasodilatation in cat skeletal muscle. *J Physiol* 1980;299:277–88.
 38. Naoum JJ, Arbid EJ. Spinal cord stimulation for chronic limb ischemia. *Methodist Debaquey Cardiovasc J* 2013;9:99–102.
 39. Horsch S, Claeys L. Epidural spinal cord stimulation in the treatment of severe peripheral arterial occlusive disease. *Ann Vasc Surg*. 1994;8:468–474.
 40. Petrakis IE, Sciacca V. Spinal cord stimulation in critical limb ischemia of the lower extremities: our experience. *J Neurosurg Sci*. 1999;43:285–293.
 41. Slagen R, Schaper CN, Faber GC, et al. Spinal cord stimulation and pain relief in painful diabetic peripheral neuropathy: a prospective two-center randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2014;37(11):3016– 3024.
 42. Petersen EA, Stauss TG, Scowcroft JA, et al. Effect of High-frequency (10-kHz) Spinal Cord Stimulation in Patients With Painful Diabetic Neuropathy: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol*. 2021;78(6):687- 698. doi:10.1001/jama-neurol.2021.0538

43. Deer TR, Mekhail N, Provenzano D, et al. The appropriate use of neurostimulation: avoidance and treatment of complications of neurostimulation therapies for the treatment of chronic pain. *Neuromodulation*. 2014;17(6):571–598
44. Verrills P, Sinclair C, Barnard A. A review of spinal cord stimulation systems for chronic pain. *J Pain Res*. 2016;9:481-492. Published 2016 Jul 1. doi:10.2147/JPR.S108884