



## Derleme

# Servikal Spinal Kord Stimülasyonu

## Cervical Spinal Cord Stimulation

Hüseyin CANAZ<sup>1</sup>, Gökhan CANAZ<sup>2</sup>, Sabri AYDIN<sup>1</sup><sup>1</sup>Demiroğlu Bilim Üniversitesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye<sup>2</sup>Arnavutköy Devlet Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

Yazışma adresi: Hüseyin CANAZ ✉ drcanaz@gmail.com

## ÖZ

Spinal kord stimülasyonu, bilimsel olarak yararını ispatlanmış bir tedavidir. Uzun dönemde hem hasta memnuniyetinin yüksek olması hem de maliyetinin diğer yöntemlere göre daha düşük olması nedeni ile tercih edilen bir tedavi yöntemi haline gelmiştir. 30 yılı aşkın bir süredir özellikle dorsal bölgeye uygulanan spinal kord stimülasyonu, son 10 yıldır servikal bölgede de artan sıklıkta kullanılmaya başlanmıştır. Servikal spinal kord stimülasyonunun günümüzde başlıca kullanım alanları kompleks rejyonel ağrı sendromları, başarısız boyun cerrahisi sendromu, brakial pleksus hasarına bağlı nöropatik ağrı ve Raynaud sendromudur. Servikal spinal kord stimülasyonunun etkinlik prensipleri torakal dorsal stimülasyon ile benzer olsa da teknik açıdan bazı farklılıklar içermektedir. Ek olarak literatürde henüz geniş olgu serileri bulunmamaktadır. Servikal spinal kord stimülasyonunun kullanımının artabilmesi için daha büyük serilere ve randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Spinal kord stimülasyonu, Servikal, Nöromodülasyon, Kompleks rejyonel ağrı sendromu, Brakial pleksus yaralanması

## ABSTRACT

The benefits of spinal cord stimulation are scientifically proven. It is a preferred treatment method for many clinical conditions due to high patient satisfaction and cost-effectiveness in the long term. It has been used in the thoracal levels for more than 30 years. Cervical spinal cord stimulation has been used with increasing frequency in the last 10 years. The most frequent indications for cervical spinal cord stimulation are complex regional pain syndromes, failed neck surgery syndrome, pain due to brachial plexus injury and Raynaud syndrome. Although the basic principles are similar to thoracal spinal cord stimulation, there are some technical differences. Additionally, there is no large case series in the literature yet. Randomized controlled studies and larger series are needed to widen the usage of cervical spinal cord stimulation.

**KEYWORDS:** Spinal cord stimulation, Cervical, Neuromodulation, Complex regional pain syndrome, Brachial plexus injury

## ■ GİRİŞ

Spinal kord stimülasyonu (SKS) günümüzde kronik ağrı kontrolünde kullanım yaygınlığı giderek artmakta olan bir nöromodülasyon yöntemidir. SKS'nin doğru seçilmiş kronik ağrılı hastalarda diğer tedavi yöntemleri ile karşılaştırıldığında, daha iyi ağrı kontrolü sağladığı, hayat kalitesi, fonksiyonel kapasite ve hasta memnuniyetini daha fazla artırdığı ve uzun dönemde ağrı kontrolü için yapılan

harcamaları azalttığı birçok çalışmada gösterilmiştir (9, 18, 35). SKS otuz yıldan daha uzun süredir bel ve alt ekstremitelerdeki çeşitli ağrıların kontrolü için kullanılmasına rağmen boyun ve üst ekstremitelere yönelik kullanımı özellikle son on yıldır yaygınlaşmaktadır. Servikal spinal kord stimülasyonu (SSKS) ile ilgili çalışma sayısı daha az olmakla birlikte, ağrı kontrolü yönünden başarı oranlarının dorsal SKS'ye paralel olduğu bildirilmektedir (9,12,35).

SKS elektrotları için uygun seviye ağrının lokalizasyonuna göre değişmektedir. Bel ve alt ekstremitte ağrıları için uygun seviye T8-L1 aralığı iken, boyun ve üst ekstremitte ağrıları hedeflendiğinde orta veya üst torakal seviyeden giriş yapılarak elektrotlar servikal bölgeye yerleştirilir (11). Ağrı lokalizasyonu ile elektrot seviyesi arasındaki ilişkiyi genel olarak şu şekilde sıralayabiliriz:

Boyun ----- C3 üzeri

Omuz ----- C5 üzeri

El ----- C5-C6

Uyluk ----- ön yüz T7-T8, arka yüz T11-L1

Ayak ----- L1

Bel ----- T9-T10

SSKS, dorsal stimülasyon ile aynı genel prensipleri içerse de biyomekanik, nörofizyolojik ve cerrahi açılardan bazı farklılıklar içermektedir. Dorsal stimülasyondan farklı olarak, SSKS sonrası jeneratörün programlanması ve farklı programların sonuçlara etkisi konusunda henüz yeteri kadar bilgi mevcut değildir (35).

## ■ TARTIŞMA

Önceleri SKS'nun spinal kordun arka boynuzundaki bir kapı kontrol mekanizması aracılığı ile etki ettiği düşünülüyordu. Spinal kord stimülatörlerine dorsal kolon stimülatörü denmesinin sebebi budur. Kapı kontrol teorisine göre arka boynuzdaki substantia gelatinosa ağrıyı modüle eden fonksiyonel bir kapı kontrol birimidir. A delta, C lifleri (ağrı lifleri) ve A beta lifleri bu kapıda sinaps yaparlar. A beta liflerinin aktive olması ağrı duyusu taşıyan A delta ve C liflerinin inhibe olmasına ve ağrı duyusunun kaybolmasına yol açar (25). Buna karşın hayvanlarda yapılan son laboratuvar çalışmaları gamma amino bütirik asid ve kolinerjik sistemi içeren daha karmaşık mekanizmaların varlığını göstermektedir (24,31).

SSKS bazı açılardan dorsal stimülasyondan ayrılmaktadır. İlk olarak servikal bölgenin daha mobil olmasından dolayı SSKS'na bağlı paresteziler sıklıkla değişkenlik gösterir. Ancak literatürde bu konuyu ayrıntılı inceleyen bir çalışma henüz bulunmamaktadır. İkinci olarak dorsal kolonun farklı anatomisine bağlı olarak gövde ve alt ekstremitelerde istenmeyen paresteziler görülebilir (32). SSKS uygulanan bazı hastalarda rahatsız edici tüm vücut stimülasyonu hissi olmaktadır. Bu yakınmanın neden bazı hastalarda olmadığı sorusuna yanıt olarak Feirabend ve ark.nın dorsal kolonun morfometrik analizini yaptıkları çalışma gösterilebilir (15). Bu çalışmada dorsal kolonda lif yoğunluğunun mediyalden laterale doğru arttığı gösterilmiştir. Buna göre daha düşük yoğunluklu stimülasyon uygulandığında daha çok lateral lifler etkilenmekte ve etki üst ekstremitelerde görülmektedir. Buna karşın daha kuvvetli stimülasyon uygulandığında medial liflerde etkilendiğinden gövde ve alt ekstremitelerde stimülasyonun etkileri ortaya çıkmaktadır (15).

Herhangi bir endikasyonla SSKS planlanan hastanın ayrıntılı değerlendirmesi işlemin başarısı ve komplikasyonların önlen-

mesi açısından hayati önem taşımaktadır. Ağır trombositopeni veya kontrolsüz koagülopati SSKS için kontrendikasyon teşkil ettiğinden işlem öncesi sorgulanmalı ve araştırılmalıdır. Sistemik veya lokal aktif enfeksiyon mevcudiyeti yine kontrendikasyon teşkil ederken, HIV pozitifliği SSKS için engel değildir. Literatürde HIV ilişkili polinöropatili hastalarda SKS'nun etkililiğini gösteren çalışmalar vardır (21). Kardiyak pacemaker ya da defibrilatörü olan hastalar işlem öncesi kardioloji ile konsülte edilerek cihazların birbirinden etkilenmeyeceği teyit edilmelidir (3). Servikal MR görüntülemelerde servikal spinal dar kanal ve büyük ekstremitte disk hernisi ekarte edilmelidir. SSKS planlanan hastalar mutlaka psikolojik değerlendirmeden geçirilmeli ve depresyon, anksiyete, somatizasyon ve hipokondriyazis tanıları ekarte edilmelidir. Bu tablolar kesin kontrendikasyon oluşturmayıp herhangi bir invaziv girişim öncesi tedavi edilmeleri gerekmekte ve sonrasında psikiyatri ile görüşerek birlikte karar verilmelidir (8). Hastaların sorgulanması gereken diğer önemli bir konu da ağrının ne kadar süredir devam ettiğidir. Yapılan çalışmalar iki yıldan daha kısa süredir ağrısı olan hastalarda başarı oranları %85'lerde iken, süre on yılı geçtiğinde bu oranın %9'lara kadar gerilediğini bildirmektedir (22).

SSKS'nun kullanıldığı başlıca endikasyonlar arasında kompleks rejyonel ağrı sendromu (KRAS-CRPS), başarısız boyun cerrahisi sendromu, servikal dejeneratif disk hastalığı, brakial pleksus hasarı (BPH), üst ekstremitenin fantom ağrıları ve Raynaud sendromu sayılabilir (9,12).

SSKS ile ilgili literatürün büyük çoğunluğu KRAS yönetimindeki rolüne odaklanmıştır. Üst ekstremitede görülen KRAS olgularının SKS'na çok iyi cevap verdiği birçok yayında bildirilmektedir (4,16,19). Buna karşın bu serilerde hem SSKS ve hem de dorsal stimülasyon uygulanan hastalar mevcut olup, bu gruplar ayrı olarak incelenmemiştir. Bu çalışmalarda SKS'nun başarısı %45,3 ile %78,9 arasında değişmektedir.

Değişik serilerde başarısız boyun cerrahisi sonrası SSKS'nun hastaların %41,4 ila %56,2'sinde ağrı azalma sağladığı bildirilmiştir (10,12,32). Bu hastalarda üst ekstremitte ağrısının boyun ağrısına göre daha fazla rahatladığı bildirilmiştir. Yine aynı çalışmalarda önceden geçirilen cerrahinin anterior veya posterior olması ile SSKS başarısı arasında bir ilişki saptanmamıştır.

SSKS'nun kullanım alanlarından biri de BPH'lı hastalarda ağrı tedavisidir. Literatürde BPH sonrası SSKS kullanımının yararlı olduğunu bildiren çeşitli yayınlar mevcuttur (1,6,23,26). Servikal kök avulsiyonunun eşlik ettiği BPH'da SSKS endikasyonu halen tartışılmakla birlikte bu hastalarda da sonuçların iyi olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur. Özellikle bu hastalarda en üst kontak C2 seviyesine gelecek şekilde 7 kontaklı elektrot kullanımının yararlı olduğu bildirilmektedir (6,26).

Francaviglia ve ark. progresif sistemik sklerodermaya sekonder Raynaud fenomeni olgularında Raynaud atakları, ülserler, ağrı, vasküler skleroz ve el fonksiyonlarına olan yararlı etkilerinden dolayı SSKS'nun etkin bir tedavi metodu olduğunu bildirmişlerdir (17). Vazospastik hastalıklar için uygulanan SSKS olgularını içeren takip eden yayınlarda da benzer sonuçlar bildirilmiştir (5,29,30,34).

Henüz az sayıda olgu olmakla birlikte post-herpetik nöralji, trigeminal nöralji, kronik boyun ağrısı ve esansiyel tremorlu hastalarda SSKS ile alınan olumlu sonuçlar bildirilmeye başlanmış olup, gelecekte daha yaygın kullanılacağı tahmin edilmektedir (9,12,28,33). Buna karşın geçmişte ilk denendiği hasta gruplarından biri olan spastisite hastalarında SSKS'na amaçlandığı ölçüde olumlu yanıt alınamamıştır (7,20).

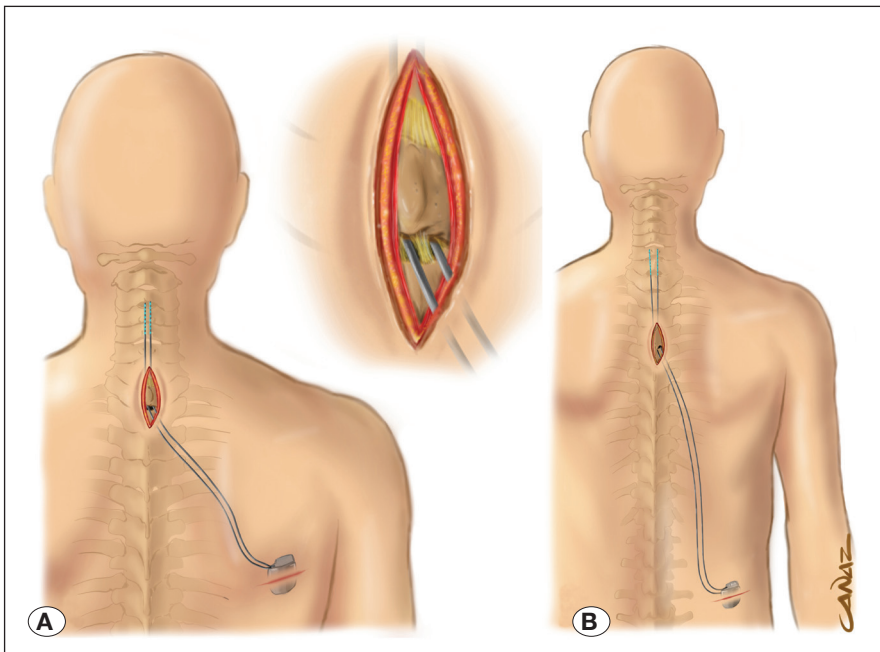
SSKS için yeni kullanım alanları halen araştırılmakta ve bu konuda yeni çalışmalar yayınlanmaktadır. Bunların en ilginç



**Şekil 1:** Servikal spinal kord stimülasyonu elektrodu hedeflenen organa göre C3 veya C6 seviyelerine yerleştirilebilir.

olanlarından biri Xu ve ark. tarafından 12 vejetatif durumdaki bakım hastasında yapılan çalışmadır (36). Travmatik beyin hasarı, iskemi, anoksi ve intraserebral hematoma gibi nedenlerle vejetatif durumda olan 12 hastanın genel koma skorları SSKS uygulaması sonrası artmış, hastaların 5 tanesinde uyarılara değişen derecelerde cevap alınmaya başlanmıştır (36).

Operasyon tekniği, SSKS uygulanan merkezlere göre farklılıklar gösterebilmektedir. Çoğunlukla baş çivili başlıkla fiske halde prone pozisyon kullanılırken, oturur pozisyonu tercih eden merkezler de vardır (2,9,10). Biz, prone pozisyonda çivili başlıkta ameliyat yapıyoruz. C3 ve daha üst seviyeler hedeflendiğinde T1-T2 aralığından giriş yapılırken, C4 ve daha alt seviyeler için T3-T4 veya T4-T5 aralıkları kullanılabilir (Şekil 1; 2A, B). Laminotomi yapmadan çift olarak perkütan elektrotlar yerleştirilebileceği gibi laminotomiyi takiben kürek tarzı tek elektrot da kullanılabilir (2,9). Her iki durumda da dorsal stimülasyonda olduğu gibi skopi kontrolü altında elektrotlar hedeflenen seviyeye yerleştirilir. Servikal bölge için elektrot çeşitleri ve operasyon tekniklerinin uzun dönem sonuçları açısından geniş gruplarda karşılaştırmalı bir çalışması literatürde bulunmamaktadır. Operasyon, gelişebilecek parestezi ve olası yaralanmaları takip edebilmek için lokal anestezi altında yapılabileceği gibi genel anestezi altında da gerçekleştirilebilir. Genel anestezi altında gerçekleştirilen işlemlerde olası sinir hasarını ve kapsanan dermatomu tespit edebilmek için nöromonitörizasyon kullanımı yararlıdır. Uyanık ve genel anestezi altında yerleştirilen spinal kord stimülatörlerinin karşılaştırmalı kohort analizi sonucu genel anestezi altında yapılan işlemlerde hatanın ve buna bağlı tekrar operasyon oranlarının daha az olduğu bildirilmiştir (13,14). Elektrotlar yerleştirildikten sonra yine ortalama 3-7 gün eksternal jeneratöre bağlanarak hasta değerlendirilir. Stimülasyondan yarar gören hastalarda elektrotlar internal jeneratöre bağlanır ve jeneratör T1-T2 aralığından giriş yapılan hastalarda subscapular ya da sub aksiller



**Şekil 2:** Servikal spinal kord stimülasyonu elektrotları yerleştirildikleri seviyeye göre epidural mesafeye T1-T2 veya T4-T5 aralıklarından yerleştirilebilir.

bölgeye, T4-T5 seviyesinden giriş yapılan olgularda supra iliak bölgeye yerleştirilir (Şekil 2A, B).

Değişik serilerde SSKS sonrası en sık karşılaşılan komplikasyon olarak donanımla ilgili sorunlar bildirilmiştir (12,35). Bunlar arasında donanımın çalışmaması, elektrot migrasyonu ve buna bağlı olarak elektrotun kırılması ve/veya etkinliğinin azalması sayılabilir. Karşılaşılabilecek başlıca diğer komplikasyonlar jeneratörün yerleştirildiği yerde ağrı olması, enfeksiyon, BOS fistülüdür (9). Bu komplikasyonlar mevcut az sayıda seride çeşitlilik ve sıklık olarak varyasyon gösterdiğinden literatürde henüz genelleme yapmaya yetecek veri bulunmamaktadır. Bunun yanında Rosenow ve ark. SSKS sonrası revizyon oranının dorsal stimülasyon sonrası revizyon oranına göre %41,7'ye karşılık %63 şeklinde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (27). Bizim tecrübemizde sistem ile ilgili sorun olasılığı bu kadar yüksek değildir.

## ■ SONUÇ

SKS son yıllarda nöropatik ağrı ile seyreden çeşitli klinik tablolarda ana tedavi yöntemi haline gelmiştir. SSKS uygulanan hastalarda da benzer olumlu sonuçlar elde edilmeye başlanmakla beraber olgu serileri henüz daha kısıtlı sayıdadır. SSKS ile dorsal stimülasyon arasında cerrahi teknik ve nörofizyolojik açıdan bazı farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle değişik endikasyonlarla SSKS kullanımına dair daha geniş olgu serileriyle randomize kontrollü çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışmaların ardından, SSKS'nin başka tedavi yöntemleri ile tatmin edici sonuçlar elde edilemeyen birçok klinik tablonun çözümü için asıl tedavi seçeneği olacağı inancındayız.

## ■ KAYNAKLAR

1. Abdel-Aziz S, Ghaleb AH: Cervical spinal cord stimulation for the management of pain from brachial plexus avulsion. *Pain medicine* 15:712-714, 2014
2. Ali R, Chon J, Mathews L, Yu H, Konrad P: Novel technique for insertion of cervical spinal cord stimulator percutaneous leads: Technical note and institutional experience. *World Neurosurgery* 119:118-122, 2018
3. Andrell P, Yu W, Gersbach P, Gillberg L, Pehrsson K, Hardy I, Stahle A, Andersen C, Mannheimer C: Long-term effects of spinal cord stimulation on angina symptoms and quality of life in patients with refractory angina pectoris-results from the European Angina Registry Link Study (EARL). *Heart* 96:1132-1136, 2010
4. Bennett DS, Alo KM, Oakley J, Feler CA: Spinal cord stimulation for complex regional pain syndrome I [RSD]: A retrospective multicenter experience from 1995 to 1998 of 101 patients. *Neuromodulation* 2:202-210, 1999
5. Benyamin R, Kramer J, Vallejo R: A case of spinal cord stimulation in Raynaud's Phenomenon: Can subthreshold sensory stimulation have an effect? *Pain Physician* 10:473-478, 2007
6. Brill S, Aryeh IG: Neuromodulation in the management of pain from brachial plexus injury. *Pain Physician* 11:81-85, 2008
7. Broseta J, Garcia-March G, Sanchez-Ledesma MJ, Barbera J, Gonzalez-Darder J: High-frequency cervical spinal cord stimulation in spasticity and motor disorders. *Acta neurochirurgica. Acta Neurochir Suppl (Wien)* 39:106-111, 1987
8. 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 Medicine* 10:639-653, 2009
9. Chivukula S, Tempel ZJ, Weiner GM, Gande AV, Chen CJ, Ding D, Moossy JJ: Cervical and cervicomedullary spinal cord stimulation for chronic pain: Efficacy and outcomes. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 127:33-41, 2014
10. Chivukula S, Tomycz ND, Moossy JJ: Paddle lead cervical spinal cord stimulation for failed neck surgery syndrome. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 115:2254-2256, 2013
11. Deer TR, Mekhail N, Provenzano D, Pope J, Krames E, Leong M, Levy RM, Abejon D, Buchser E, Burton A, Buvanendran A, Candido K, Caraway D, Cousins M, DeJongste M, Diwan S, Eldabe S, Gatzinsky K, Foreman RD, Hayek S, Kim P, Kinfe T, Klothe D, Kumar K, Rizvi S, Lad SP, Liem L, Linderoth B, Mackey S, McDowell G, McRoberts P, Poree L, Prager J, Raso L, Rauck R, Russo M, Simpson B, Slavin K, Staats P, Stanton-Hicks M, Verrills P, Wellington J, Williams K, North R, Neuromodulation Appropriateness Consensus C: The appropriate use of neurostimulation of the spinal cord and peripheral nervous system for the treatment of chronic pain and ischemic diseases. The Neuromodulation Appropriateness Consensus Committee. *Neuromodulation* 17:515-550, 2014
12. Deer TR, Skaribas IM, Haider N, Salmon J, Kim C, Nelson C, Tracy J, Espinet A, Lininger TE, Tiso R, Archacki MA, Washburn SN: Effectiveness of cervical spinal cord stimulation for the management of chronic pain. *Neuromodulation* 17:265-271, 2014
13. Falowski SM, Celii A, Sestokas AK, Schwartz DM, Matsumoto C, Sharan A: Awake vs. asleep placement of spinal cord stimulators: A cohort analysis of complications associated with placement. *Neuromodulation* 14:130-134, 2011
14. Falowski SM, Sharan A, McInerney J, Jacobs D, Venkatesan L, Agnesi F: Nonawake vs awake placement of spinal cord stimulators: A prospective, multicenter study comparing safety and efficacy. *Neurosurgery* 84:198-205, 2019
15. Feirabend HK, Choufoer H, Ploeger S, Holsheimer J, van Gool JD: Morphometry of human superficial dorsal and dorsolateral column fibres: Significance to spinal cord stimulation. *Brain* 125:1137-1149, 2002
16. Forouzanfar T, Kemler MA, Weber WE, Kessels AG, van Kleef M: Spinal cord stimulation in complex regional pain syndrome: Cervical and lumbar devices are comparably effective. *British Journal of Anaesthesia* 92:348-353, 2004
17. Francaviglia N, Silvestro C, Maiello M, Bragazzi R, Bernucci C: Spinal cord stimulation for the treatment of progressive systemic sclerosis and Raynaud's syndrome. *British Journal of Neurosurgery* 8:567-571, 1994
18. Guan Y: Spinal cord stimulation: Neurophysiological and neurochemical mechanisms of action. *Current Pain and Headache Reports* 16:217-225, 2012

19. Harke H, Gretenkort P, Ladleif HU, Rahman S: Spinal cord stimulation in sympathetically maintained complex regional pain syndrome type I with severe disability. A prospective clinical study. *European Journal of Pain* 9:363-373, 2005
20. Hugenholtz H, Humphreys P, McIntyre WM, Spasoff RA, Steel K: Cervical spinal cord stimulation for spasticity in cerebral palsy. *Neurosurgery* 22:707-714, 1988
21. Knezevic NN, Candido KD, Rana S, Knezevic I: The use of spinal cord neuromodulation in the management of HIV-related polyneuropathy. *Pain Physician* 18:E643-650, 2015
22. Kumar K, Hunter G, Demeria D: Spinal cord stimulation in treatment of chronic benign pain: Challenges in treatment planning and present status, a 22-year experience. *Neurosurgery* 58:481-496, 2006
23. Lai HY, Lee CY, Lee ST: High cervical spinal cord stimulation after failed dorsal root entry zone surgery for brachial plexus avulsion pain. *Surgical Neurology* 72:286-289, 2009
24. Linderth B, Foreman RD: Conventional and novel spinal stimulation algorithms: Hypothetical mechanisms of action and comments on outcomes. *Neuromodulation* 20:525-533, 2017
25. Melzack R, Wall PD: Pain mechanisms: A new theory. *Science* 150:971-979, 1965
26. Piva B, Shaladi A, Saltari R, Gilli G: Spinal cord stimulation in the management of pain from brachial plexus avulsion. *Neuromodulation* 6:27-31, 2003
27. Rosenow JM, Stanton-Hicks M, Rezai AR, Henderson JM: Failure modes of spinal cord stimulation hardware. *Journal of Neurosurgery. J Neurosurg Spine* 5:183-190, 2006
28. Russo M, Santarelli DM, Smith U: Cervical spinal cord stimulation for the treatment of essential tremor. *BMJ Case Rep* 2018: 2018
29. Sibell DM, Colantonio AJ, Stacey BR: Successful use of spinal cord stimulation in the treatment of severe Raynaud's disease of the hands. *Anesthesiology* 102:225-227, 2005
30. Slavin KV, Vannemreddy PS, Goellner E, Alaraj AM, Aydin S, Eboli P, Mlinarevich N, Watson KS, Walters LE, Amin-Hanjani S, Deveshwar R, Aletich V, Charbel FT: Use of cervical spinal cord stimulation in treatment and prevention of arterial vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. Technical details. *Neuroradiology Journal* 24:131-135, 2011
31. Song Z, Ultenius C, Meyerson BA, Linderth B: Pain relief by spinal cord stimulation involves serotonergic mechanisms: An experimental study in a rat model of mononeuropathy. *Pain* 147:241-248, 2009
32. Vallejo R, Kramer J, Benyamin R: Neuromodulation of the cervical spinal cord in the treatment of chronic intractable neck and upper extremity pain: A case series and review of the literature. *Pain Physician* 10:305-311, 2007
33. Velasquez C, Tambirajoo K, Franceschini P, Eldridge PR, Farah JO: Upper cervical spinal cord stimulation as an alternative treatment in trigeminal neuropathy. *World Neurosurgery* 114:e641-e646, 2018
34. Wolter T, Kieselbach K: Spinal cord stimulation for Raynaud's syndrome: Long-term alleviation of bilateral pain with a single cervical lead. *Neuromodulation* 14:229-233, 2011
35. Wolter T, Kieselbach K: Cervical spinal cord stimulation: An analysis of 23 patients with long-term follow-up. *Pain Physician* 15:203-212, 2012
36. Xu Y, Li P, Zhang S, Wang Y, Zhao X, Wang X, Wang W: Cervical spinal cord stimulation for the vegetative state: A preliminary result of 12 cases. *Neuromodulation* 22(3):347-354, 2019