

# Postlaminektomi Sendromlu İki Hastada Oktad Elektrot ile Spinal Kord Stimülasyonu Uygulaması

## Spinal Cord Stimulation with Octad Electrode in Two Postlaminectomy Syndrome Patients: Case Report

Dr. M Arif YEĞİN,<sup>a</sup>  
Dr. Mert AKBAŞ,<sup>a</sup>  
Dr. Canan SALMAN<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD,  
Algoloji BD,  
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Antalya

<sup>b</sup>Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,  
Tavşanlı 82. Yıl Devlet Hastanesi,  
Kütahya

Geliş Tarihi/Received: 04.08.2008  
Kabul Tarihi/Accepted: 05.11.2008

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Dr. Mert AKBAŞ  
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD,  
Algoloji BD,  
Antalya,  
TÜRKİYE/TURKEY  
akbasmert@akdeniz.edu.tr

**ÖZET** Spinal kord stimülasyonu son yıllarda kronik bel ağrısı tedavisinde daha sık uygulanmakta olan bir nöromodülasyon yöntemidir. En sık kullanım endikasyonu ise başarısız bel cerrahisi sendromu olarak da adlandırılan postlaminektomi sendromudur. Postlaminektomi sendromu klinik olarak cerrahi tedavi sonrasında geçmeyen veya tekrar ortaya çıkan bel ve bacak ağrıları ile seyreder. Lomber disk hernisi nedeni ile cerrahi tedavi geçirmiş iki hastamızda gelişen postlaminektomi sendromu nedeni ile kliniğimizde ilk kez uyguladığımız spinal kord stimülasyonunu tartışmayı amaçladık. Elde ettiğimiz başarılı sonuçların yanı sıra, spinal kord stimülasyonunun cerrahi tedaviye göre daha az invaziv bir girişimle yapılabilmesi ve reversibl geri dönüşebilir olması, analjezik kullanımını azaltması, ağrı yoğunluğu ve sıklığını azaltması, fiziksel aktiviteyi ve en önemlisi de yaşam kalitesini artırması açısından tercih edilebilecek bir tedavi seçeneği olduğunu düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Spinal kord stimülasyonu; elektrot, implante; postlaminektomi sendromu

**ABSTRACT** Spinal cord stimulation which has been performed frequently in the last years is a neuromodulation technique for the treatment of chronic low back pain. Failed back surgery syndrome or postlaminectomy syndrome is the most common indication for spinal cord stimulation. Postlaminectomy syndrome is characterized with low back pain or pain radiating to leg even after a surgical treatment. The aim of this case report is to discuss the spinal cord stimulation which we performed in two post laminectomy patients for the first time in our clinic. Together with our successful results, the most important advantages of spinal cord stimulation are; relatively easiness to perform with minimal invasive surgery and reversibility. Spinal cord stimulation is an alternative treatment in chronic low back pain following other invasive modalities in terms of reducing the analgesic use, pain intensity and frequency, increasing the physical activity and life quality.

**Key Words:** Spinal cord; electrodes, implanted; laminectomy

**Türkiye Klinikleri J Anest Reanim 2009;7(1):49-54**

Lomber disk hernisi nedeni ile oluşan bel ağrısına yönelik yapılan tedaviler, sağlık harcamaları içinde önemli bir yer tutmaktadır. Tedavi seçenekleri arasında konservatif yöntemler ve ilaç tedavilerinden, invaziv girişimler ve cerrahi yöntemlere kadar geniş bir spektrum söz konusudur. İlk kez 1908 yılında Oppenheim ve Krause tarafından yapılan lomber intervertebral disk operasyonu, günümüzde birçok cerrahi merkezinde uygulanabilmektedir.<sup>1</sup> Lomber disk cerrahisi nedeni ile yapılan ameliyatların %80-85'inde sonuç mükemmeldir. Bu oranlara bakınca sonuç tatmin edici görünse de, %15-20 oranında hastanın günlük yaşama devam eden semp-

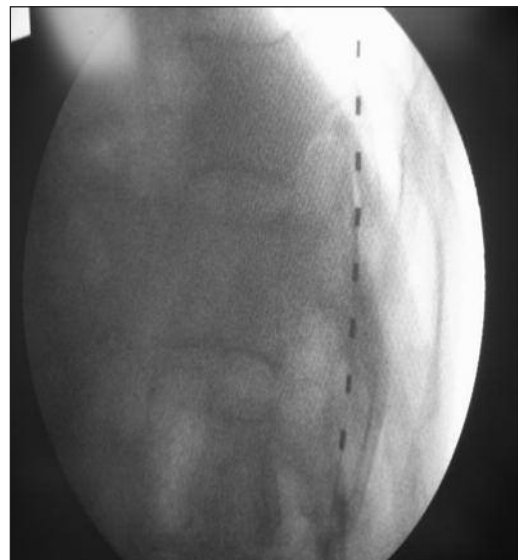
tomlar ile dönmesi önemli bir sorundur.<sup>2</sup> Bu operasyonların sık görülen komplikasyonlarından biri de postlaminektomi sendromudur. Başarısız bel cerrahisi sendromu olarak da adlandırılan bu durumda, cerrahi tedavi sonrasında geçmeyen veya tekrar ortaya çıkan bel ve bacak ağrıları mevcuttur. Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl bel cerrahisi geçiren 200.000 hastanın %20-40'ında başarısız bel cerrahisi sendromu geliştiği bildirilmektedir.<sup>3</sup> Yapılan çalışmalarda, bu hastalarda spinal kord stimülasyonu uygulamasının, yeniden yapılacak bir cerrahi operasyona göre daha avantajlı olduğu belirtilmektedir.<sup>4</sup>

Spinal kord stimülasyonu; başarısız bel cerrahisi sendromu, nöropatik ağrı, kompleks rejyonel ağrı sendromu, periferik vasküler hastalık, iskemik kalp hastalığı gibi birçok kronik ağrılı durumda uygulanan bir nöromodülasyon yöntemidir.<sup>5-8</sup> Yapılan çalışmalar, kronik ağrı tedavisinde spinal kord stimülasyonu uygulamasının güvenli ve efektif olduğunu göstermiştir.<sup>9,10</sup> Bu çalışmada, lomber disk hernisi nedeni ile operasyon geçiren ve sonrasında postlaminektomi sendromu gelişen, yaptığımız invaziv girişimlere rağmen geçmeyen ağrıları olan iki hastamıza yeni geliştirilen oktad elektrot kullanarak kliniğimizde ilk kez uyguladığımız spinal kord uygulamalarından ve elde ettiğimiz başarılı sonuçlardan söz edilmiştir.

## OLGU SUNUMLARI

### OLGU 1

Otuz yedi yaşındaki kadın hasta, belden başlayıp sol kalça ve bacağı yayılan ağrı şikayeti ile Haziran 2005 tarihinde algoloji polikliniğimize başvurdu. 2003 yılında lomber disk hernisi nedeni ile operasyon geçiren hastaya cerrahi olarak sol L4 hemilaminektomi, L4-L5 diskektomi ve foraminotomi uygulanmıştı. Operasyon sonrası ağrıları devam eden hastaya fizik tedavi de uygulanmış, ancak ağrıların da azalma olmamıştı. Hastanın gün içinde süreklilik gösteren, analjeziklere yanıt vermeyen ağrısı mevcuttu ve kliniğimize başvurmadan önce Tramadol 3 x 100 mg ile Gabapentin 3 x 600 mg almaktaydı. Başvuru sırasında vizüel analog skala (VAS) skoru 7-8 olarak tespit edildi. Ayakta durma, yürüme, yorgunluk, ani hareketle artış gösteren ağrı hastanın günlük aktivitelerini yapmasını engelliyordu. Hastaya çekilen iki yönlü lumbosakral grafide L4-L5 ve L5-S1 eklem aralıklarında daralma mevcuttu. Hastanın çekilen lomber manyetik rezonans görüntüleme (MRG)'de ise L4-L5 seviyesinde diskal taşma ve sol L5 kök komşuluğunda granülasyon dokusu tespit edildi. Yapılan fizik muayenede, bele uygulanan fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketleriyle ağrı mevcuttu. Topuğa ve parmak ucuna basma hareketleri normaldi. Düz bacak kaldırma 40° ve La-



RESİM 1: Oktad elektrotun yerleştirildikten sonra AP ve lateral görüntüsü (T10-L1 arası).

seque (pozitif) olarak saptandı. Sakroiliak eklem muayenesinde de ağrısı mevcuttu. Sol tarafta faset eklemlere basmakla hassasiyet vardı. Duyu ve reflekslerin muayenesi normal saptandı. Hasta yapılacak işlemler hakkında bilgilendirilerek onayı alındıktan sonra hastaya kliniğimizde Ağustos 2005 tarihinde kaudal nöroplasti, Haziran 2006 tarihinde sol L4-L5 transforaminal epidural steroid enjeksiyonu, Ekim 2006 tarihinde sol L4-L5 ve L5-S1 foraminal nöroplasti, Temmuz 2007 tarihinde ise bilateral L4-L5 ve L5-S1 transforaminal epidural steroid enjeksiyonu yapıldı. Bu yapılan işlemlere rağmen ağrıları geçmeyen hastaya dorsal kord stimülasyonu planlandı. Mart 2008 tarihinde oktağ elektrot kullanılarak spinal kord stimülasyonu uygulandı (Resim 1). On günlük deneme süresinde ağrıların %80 azaldığı görüldü ve uygulama kalıcı hale getirildi. Kalıcı elektrot sonrası altı aylık takip sürecinde hastanın VAS skoru 1-2 olup, ağrıları %80 azalmıştır ve önceden aldığı medikal tedaviler de sonlandırılmıştır.

## OLGU 2

Kırk yaşındaki kadın hasta, altı yıldır devam eden bel bölgesinden başlayıp sol bacağı yayılan ağrı şikayeti ile Mart 2006 tarihinde algoloji polikliniğimize başvurdu. Hastaya 2001 yılında lomber disk hernisi nedeni ile L4-L5 laminektomi uygulanmıştı. Başvuru VAS skoru 7-8 olarak tespit edilen hastanın gün içinde süreklilik gösteren ağrısı

mevcuttu. Algoloji kliniğine başvurmadan önce hastaya Tramadol 3 x 100 mg ve Gabapentin 3 x 600 mg başlanmıştı. Hastanın 2004 yılında çekilen lumbosakral MRG'sinde L4-L5 seviyesinde sol lateral resesi lokalizasyonunda kontrast tutan granülasyon dokusu mevcuttu. 2004 yılında yapılan elektromiyelografi (EMG)'de sol S1 miyotomlarında kronik parsiyel denervasyon ve motor ünite akson kaybı tespit edilmişti. Hastanın polikliniğimize başvurusunda çekirtilen yeni lumbosakral MRG sonucunda ise L4-L5 posterolateral sınırında granülasyon dokusu ve anüler yırtık saptandı. Yapılan fizik muayenede, bele uygulanan fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinde ağrı, düz bacak kaldırma 50° ve Laseque (pozitif) olarak tespit edildi. Yapılacak işlem hakkında hasta bilgilendirilerek onayı alındıktan sonra hastaya kliniğimizde Mart 2006 tarihinde sol L4-L5 transforaminal epidural steroid enjeksiyonu, Mayıs 2006 tarihinde sol L4 transforaminal epidural steroid enjeksiyonu, Haziran 2006 tarihinde kaudal nöroplasti, Ocak 2007 tarihinde ise epidural kateter uygulaması yapıldı. Yapılan girişimlere ve mevcut medikal tedaviye rağmen ağrı şikayetinde düzelme olmayan hastaya dorsal kord stimülasyonu planlandı. Mart 2008 tarihinde oktağ elektrot kullanılarak spinal kord stimülasyonu uygulandı. On beş günlük deneme süresinde ağrılarında %80 azalma görüldü ve uygulama kalıcı hale getirildi (Resim 2). Kalıcı elektrot sonrası altı aylık takip



**RESİM 2:** Kalıcı hale getirilen spinal kord jeneratörü.

sürecinde hastanın VAS skoru 2-3 olarak tespit edilmiş ve ağrıları %90'ın üzerinde azalan hastanın önceden aldığı tüm medikal tedavilere son verilmiştir.

## TEKNİK

Skopi altında yüzüstü pozisyonda yatırılan hasta steril koşullarda girişim için hazırlandı. Hastanın ağrısına uygun dermatoma göre giriş yeri belirlendi. İntervertebral aralıkta orta hatta küçük bir insizyon yapıldı. İnsizyonun yanında elektrotun bağlantı kablolarının yerleştirilebileceği bir cep oluşturuldu. Kanama kontrolü yapıldıktan sonra 14 G Touhy iğne ile paramedian ve 45°'ye yakın açı ile epidural aralığa girildi. Epidural alanda olup olmadığı çok az miktarda radyopak madde verilerek kontrol edildi. Epidural iğne içerisinden öncelikle epidural bölgede elektrotun rahat girişini sağlamak amacıyla yönlendirici gönderildi. Daha sonra elektrot skopi kontrolü altında uygun dermatoma (T12-L1) doğru ilerletildi. Bu noktada lateral skopide elektrotun ön veya arka epiduralde olup olmadığı kontrol edildi. Değişik stimülasyon modları ile uyararak verilerek, iğnelenme hissinin, hastanın ağrılı alanını en uygun kapsadığı yer belirlendi ve elektrot cilt altına sabitlendi. Elektrotun ara bağlantıları cilt altından geçirilerek uzak bir noktadan çıkarıldı. Üç-dört haftalık deneme süresi sonunda başarılı sonuç alındıktan sonra, kalıcı sistemin yerleştirilmesi için intervertebral aralığa yerleştirilen parça kalıcı elektrotla bağanarak işlem tamamlandı.

## TARTIŞMA

Spinal kord stimülasyonu uygulaması ilk olarak Shealy ve ark. tarafından 1967 yılında yapılmıştır.<sup>11</sup> Mekanizması 1965 yılında Melzack ve Wall tarafından ortaya çıkarılan kapı kontrol teorisine dayanmaktadır.<sup>12</sup> Bu teoriye göre A-beta liflerinin stimülasyonu dorsal boynuzdaki kapıyı modüle eder, böylece periferdeki nosiseptif uyarının şiddeti azaltılır. Yapılan çalışmalarda, periferel uyarının neden olduğu dorsal boynuzdaki nöronal aktivitenin, dorsal kolonun stimülasyonu eşliğinde inhibe edildiği gösterilmiştir.<sup>13</sup>

Elektrotlar, spinal kordun dorsal kısmındaki ağrılı alanı innerve eden sinir kökleri düzeyindeki

epidural alana yerleştirilir. Elektrotlardan geçen elektriksel akım paresteziye neden olarak ağrı duyusunu baskılar. Akımı, elektrotla bağlantısı olan ve subkütan olarak yerleştirilen pulse jeneratör sağlar. Hasta radyofrekans gönderen cihaz vasıtasıyla akımın yoğunluğunu artırıp azaltabilir.<sup>14</sup> Yapılan işlemin etkinliği hastanın ağrısı, analjezik kullanımı ve aktivite düzeyi ile değerlendirilir. Eğer ağrı yoğunluğu en az %50 düzelmiş, analjezik kullanımı azalmış ve hasta aktivite düzeyinin arttığını ifade ediyorsa kalıcı implantasyon yapılır.<sup>15</sup> Biz de her iki hastamızda iki haftalık deneme sürecinden sonra ağrı yoğunluğunun %50'den fazla azaldığını tespit ettikten sonra kalıcı implantasyonu gerçekleştirdik.

Spinal kord stimülasyonu uygulamasında hasta seçim kriterleri, yöntemin başarısı açısından çok önemlidir. Buna göre; hastanın ağrısının organik bir nedeni bulunmalı, çok sık ve şiddetli ağrı şikayeti olmalı ve uygulanan diğer tedavi yöntemlerinden yeterli yanıt alınamamış olmalıdır. Ayrıca spinal kord stimülasyonu uygulanması düşünülen hastalar psikiyatrik açıdan da kontrol edilmeli ve majör psikiyatrik sorunlarının veya ilaç bağımlılıklarının olmadığı ortaya konmalıdır.<sup>16,17</sup> Bizim hasta seçimimizde de bu noktalar ön plandaydı. Her iki hastamızda da gün içerisinde süreklilik gösteren ve şiddetli (VAS skoru 7-8) ağrı şikayeti mevcuttu. Ayrıca, hastalarımıza daha önce çeşitli invaziv girişimler uygulanmış olmasına rağmen ağrı şikayetleri devam etmekteydi.

Amerika Birleşik Devletleri'nde spinal kord stimülasyonunun en sık kullanım endikasyonu, başarsız bel cerrahisi sendromudur.<sup>5</sup> Postlaminektomi sendromu olarak da adlandırılan bu durumun en sık görülme nedenleri; foraminal stenoz (%25-29), ağrılı disk (%20-22), psödoartroz (%14), nöropatik ağrı (%10), rekürren disk herniasyonu (%7-12), faset eklem ağrısı (%3) ve sakroiliak eklem ağrısı (%2)'dir.<sup>18</sup> Başarsız bel cerrahisi sendromu genellikle uygunsuz cerrahi nedeni ile gelişmekteyse de, peridural fibrozis önemli bir nedendir. Dural yapıların ve sinir köklerinin fibrotik dokuyla sınırlanmış olması nedeni ile bel ve bacak hareketlerinin oluşturduğu traksiyon ağrıya neden olur. Bu ağrı cerrahi alandaki mevcut inflamasyon ile şiddetlenir. Araştırmalar disk herniasyonu ile aktive olan

araşidonik asit kaskadının prostaglandin E1-E2 ve lökotrien B'nin üretimine neden olduğunu ve bu durumun diskektomi sonrası sürekli inflamatuvar prosese katkıda bulunduğunu göstermiştir.<sup>19</sup>

Başarısız bel cerrahisi sendromu olan hastalarda spinal kord stimülasyonunun, operasyon tekrarına göre daha iyi bir sonuç verdiği bildirilmiştir.<sup>4</sup> Taylor ve ark.nın yaptığı 72 hastayı içeren çalışmada, spinal kord stimülasyonu yapılan (%37.5) hastalarla tekrar operasyon geçiren (%11.5) hastalar karşılaştırıldığında ağrıda %50'den fazla azalma tespit edilmiştir.<sup>20</sup> North ve ark.nın yaptığı çalışmada ise bel cerrahisi geçirmiş radiküler ağrısı olan 50 hastanın 45 (%90)'inde, spinal kord stimülasyonunun yeni bir operasyondan daha başarılı olduğu saptanmıştır. Ayrıca, yeni bir operasyon geçiren grupta opioid analjezik gereksiniminin çok sıklıkla arttığı belirlenmiştir.<sup>21</sup> Spinal kord stimülasyonu uyguladığımız her iki hastanın bir kez önceden geçirilmiş bel cerrahisi hikayesi vardı ve operasyon sonrasındaki dönemde ağrılarında hiçbir azalma olmamıştı.

Spinal kord stimülasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, bu yöntemin birçok açıdan olumlu etkiler sağladığı görülmektedir. Turner ve ark.nın yaptığı bir çalışmada, spinal kord stimülasyonu uygulanan başarısız bel cerrahisi sendromlu hastaların %59'unda ağrılarının > %50 azaldığı tespit edilmiştir.<sup>22</sup> De Mulder ve ark.nın yaptığı çalışmada da, uygulama yapılan başarısız bel cerrahisi sendromlu hastaların %59'unda analjezik kullanımında azalma, uyku süresi ve kalitesinde artış, hastaların %60'ında da sosyal aktivitelere katılmada artış saptanmıştır.<sup>23</sup> Lee ve Pilitsis spinal kord stimülasyonu ile tedavi sonrasında kullanılan analjezik ilaç miktarının azaldığını, fiziksel aktivitenin arttığını, ağrı yoğunluğu ve sıklığının azaldığını belirtmişlerdir.<sup>24</sup> Biz de uygulama yaptığımız hastalarımızda ağrı sıklığı ve yoğunluğunda azalma, analjezik kullanımında azalma, günlük aktivitelerde artış ve psikolojik olarak rahatlama gözlemledik. Hastalarımızın işlem sonrası memnuniyetleri de oldukça yüksekti.

Kumar ve ark.nın başarısız bel cerrahisi sendromlu hastalarda medikal tedavi veya spinal kord stimülasyonu + medikal tedavi uygulamalarını karşılaştırdıkları bir çalışmada bel-bacak ağrısında

azalma, yaşam kalitesi ve fonksiyonel kapasite açısından değerlendirildiğinde, seçilmiş başarısız bel cerrahisi sendromlu hastalardaki ağrı tedavisinde spinal kord stimülasyonu uygulamasının daha iyi bir tedavi sağladığı belirtilmiştir.<sup>25</sup>

Spinal kord stimülasyonu uygulamasına maliyet açısından bakacak olursak, oldukça pahalı bir tedavi yöntemi olduğu söylenebilir. Ancak uygulama, yaşam kalitesine olan etkisi açısından değerlendirildiğinde farklı bir boyut kazanmaktadır. Manca ve ark.nın yaptığı yeni bir çalışmada, başarısız bel cerrahisi sendromu olan nöropatik ağrılı 100 hastada geleneksel medikal tedavi ile spinal kord stimülasyonu karşılaştırılmıştır. Ortalama altı aylık sağlık harcamasına bakıldığında, spinal kord stimülasyonunda (12.653 avro) medikal tedaviye (2594 avro) oranla anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Ancak yaşam kalitesi açısından değerlendirildiğinde, spinal kord stimülasyonu uygulanan grupta belirgin şekilde yükseklik tespit edilmiştir.<sup>26</sup> North ve ark.nın yaptığı 42 hastayı kapsayan başka bir çalışmada ise, spinal kord stimülasyonu uygulamasının yeniden yapılacak bir ameliyattan daha ucuz ve daha etkili olduğu saptanmıştır.<sup>27</sup> Hastaların işlem sonrası analjezik ilaç kullanma oranlarında ciddi azalma olması, bu ilaçlara bağlı yan etkilerin ve bu nedenle tekrar hastaneye başvuruların azalmasına da katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bu hastaların ağrı nedeni ile alacakları rapor ve izinler de düşünelecek olursa, ciddi bir iş gücü ve performans kaybı olacağı da açıktır. Hastaların sürekli ağrı çekmeleri psikolojilerini ve sosyal aktivitelerini de etkileyecek, dolayısıyla yaşam kaliteleri bozacaktır. Tüm bunlar gözönüne alındığında, spinal kord stimülasyonunun maliyeti daha geri plana düşmektedir.

Şiddetli psikiyatrik hastalığı olanlar, ilaç bağımlıları, enfeksiyonu ve koagülopatisi bulunanlara spinal kord stimülasyonu uygulanması kontraindikedir.<sup>5</sup> İşlemin uygulanması sırasında da birtakım komplikasyonlar gelişebilir. Bu komplikasyonlar içinde enfeksiyon, hematoma, sinir hasarı, paralizisi, parestezi sayılabilir.<sup>28,29</sup> Turner ve ark. yaptıkları çalışmada enfeksiyon insidansını %5, diğer cerrahi komplikasyonları ise %9 olarak saptamışlardır.<sup>22</sup> Yazarlar %24 oranında elektrodun yer de-

ğıştirdiğini bildirmişlerdir.<sup>5</sup> Bizim uygulama yaptığımız iki hastada herhangi bir komplikasyon gelişmemiştir. Kullandığımız 8 elektrotlu sistem sayesinde, elektrodun yer değiştirmesi açısından da potansiyel avantaj sağladığımızı düşünmekteyiz.

Spinal kord stimülasyonu, postlaminektomi sendromlu seçilmiş hastalarda güvenle kullanılabilir bir tedavi yöntemidir. Minimum bir invaziv girişimle yapılabilmesi ve tersinir olması başlıca avantajdır. Analjezik kullanımını azaltması, fiziksel aktiviteyi ve en önemlisi de yaşam kalitesini artırması açısından diğer invaziv girişimlere yanıt alınamayan kronik bel

ağrısı olan hastalarda tercih edilebilecek bir seçenektir. Gelecekte yeni teknolojik gelişmelerle bu tedavi yöntemi daha da gelişecektir. Geliştirilecek yeni elektrotlar ve sistemlerle nöromodülasyon, ağrı tedavisine yeni bir boyut kazandıracaktır.

Sonuç olarak; her iki hastamızda da elde ettiğimiz yüksek başarı oranı nedeni ile oktad elektrot ile uygulanan spinal kord stimülasyonunun, postlaminektomi sendromuna bağlı kronik bel ağrısı olan hastalarda diğer invaziv yöntemlere yanıt alınmadığında seçilebilecek bir tedavi yöntemi olduğunu düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

- Theodore N, Sonntag V. Spinal surgery: The past century and the next. *Neurosurgery* 2000; 46(4):767-77.
- İmer M. Başarısız bel cerrahisi sendromu. *Türkiye Klinikleri Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi* 2001; 1:32-6.
- Kumar K, Nath R, Wyant GM. Treatment of chronic pain by epidural spinal cord stimulation: A 10 year experience. *J Neurosurg* 1991; 75:402-7.
- North RB, Kidd DH, Lee MS, Piantadosi S. 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.
- Stojanovic MP, Abdi S. Spinal Cord Stimulation. *Pain Physician* 2002; 5:156-166.
- Stanton-Hicks M. Spinal cord stimulation for the management of complex regional pain syndromes. *Neurostimulation* 1999;2:193-201.
- DeJongste MJ. Spinal cord stimulation for ischemic heart disease. *Neurol Res* 2000; 22:293-8.
- Claeys L. Spinal cord stimulation for peripheral vascular disease: A critical review – European studies. *Pain Digest* 1999; 9:337-41.
- Broggi G, Servello D, Dones I, Carbone G. Italian multicentric study on pain treatment with epidural spinal cord stimulation. *Stereotact Funct Neurosurg* 1994;62:273-8.
- North RB, Kidd DH, Zahurak M, James CS, Long DM. Spinal cord stimulation for chronic, intractable pain: experience over two decades. *Neurosurgery* 1993;32:384-94.
- Shealy C, Mortimer J, Reswick J. Electrical inhibition of pain by stimulation of the dorsal columns: Preliminary report. *Anesth Analg* 1967; 46:489-91.
- Melzack R, Wall P. Pain mechanism: A new theory. *Science* 1965; 150:951-79.
- Dubuisson D. Effect of dorsal column stimulation on gelatinosa and marginal neurons of cat spinal cord. *J Neurosurg* 1989; 70:257-65.
- Kemler MA, Barendse GA, van Kleef M, de Vet HC, Rijkse CP, Furnee CA et al. Spinal cord stimulation in patients with chronic reflex sympathetic dystrophy. *The New England Journal of Medicine* 2000; 343 (9):618-24.
- Chandler GS, Nixon B, Stewart T, Love J. Dorsal column stimulation for lumbar spinal stenosis. *Pain Physician* 2003; 6:113-8.
- Bedder M.D. Implantation techniques for spinal cord stimulation. In: Waldman SD, eds. *Interventional Pain Management*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, A Division of Harcourt Brace and Company; 2001. p. 571-8.
- Willis KD. Avoiding difficulties in spinal cord stimulation. In: Waldman SD, eds. *Interventional Pain Management*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, A Division of Harcourt Brace and Company; 2001. p.579-87.
- Schofferman J, Reynolds J, Herzog R, Covington E, Dreyfuss P, O'Neill C. Failed back surgery: etiology and diagnostic evaluation. *The Spine Journal* 2003; 3(5):400-43.
- Robertson JT. Role of peridural fibrosis in the failed back: a review. *European Spina Journal* 1996; 5: 2-6.
- Taylor RS, Van Buyten JP, Buchser E. Spinal cord stimulation for chronic back and leg pain and failed back surgery syndrome: A systematic review and analysis of prognostic factors. *Spine*. 2005; 30:152-60.
- North RB, Kidd DH, Farrokhi F, Piantadosi SA. Spinal cord stimulation versus repeated lumbosacral spine surgery for chronic pain: a randomized, controlled trial. *Neurosurgery* 2005; 56:98-106.
- Turner JA, Loeser JD, Bell KG. Spinal cord stimulation for chronic low back pain: A systematic literature synthesis. *Neurosurg* 1995; 37:1088-96.
- De Mulder PA, Rijdt B, Veeckmans G, Belmans L. Evaluation of a dual quadripolar surgically implanted spinal cord stimulation lead for failed back surgery patients with chronic low back and leg pain. *Neuromodulation* October 2005; 8: 219-24.
- Lee AW, Pilitsis JG. Spinal cord stimulation: indications and outcomes. *Neurosurg Focus*. 2006 ;21:E3.
- Kumar K, Taylor RS, Jacques L, Eldabe S, Meglio M, Molet J, et al. Spinal cord stimulation versus conventional medical management for neuropathic pain: a multicentre randomised controlled trial in patients with failed back surgery syndrome. *Pain* November 2007;132(1-2):179-88.
- Manca A, Kumar K, Taylor RS, Jacques L, Eldabe S, Meglio M et al. Quality of life, resource consumption and costs of spinal cord stimulation versus conventional medical management in neuropathic pain patients with failed back surgery syndrome (PROCESS trial). *Eur J Pain* 2008 Mar: 20.
- North RB, Kidd D, Shipley J, Taylor RS. Spinal cord stimulation versus reoperation for failed back surgery syndrome: a cost effectiveness and cost utility analysis based on a randomized, controlled trial. *Neurosurgery* Aug 2007;61:361-8.
- Villavicencio AT, Leveque JC, Rubin L, Bulsara K, Gorecki JP. Laminectomy versus percutaneous electrode placement for spinal cord stimulation. *Neurosurgery* 2000; 46:399-405.
- Heidecke V, Rainov NG, Burkert W. Hardware failures in spinal cord stimulation for failed back surgery syndrome. *Neuromodulation* 2000; 3:27-30.