



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ALGOLOJİ KLİNİĞİNDE SPİNAL KORD
STİMÜLASYONU UYGULANAN HASTALARIN
RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. İrem ÖZDEMİR

Antalya, 2016



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ALGOLOJİ KLİNİĞİNDE SPİNAL KORD
STİMÜLASYONU UYGULANAN HASTALARIN
RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. İrem ÖZDEMİR

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mert AKBAŞ

“Kaynakça gösterilerek tezinden yararlanılabilir”

Antalya, 2016

TEŞEKKÜR

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'ndaki eğitimim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, desteğini ve güvenini esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Mert AKBAŞ'a, bilgi ve deneyimleriyle eğitimime katkıda bulunup tez çalışmamla ilgili yardımlarını esirgemeyen Algoloji Bilim Dalı Başkanı Sayın Prof.Dr. Bilge KARSLI'ya Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı başkanı Sayın Prof.Dr. Necmiye HADİMİOĞLU şahsında tüm öğretim üyelerine, sevgisini ve sonsuz desteğini hiçbir zaman unutmayacağım Uzm. Dr. Gözde DAĞISTAN'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Tez çalışmamın istatistiksel verilerinin değerlendirilmesinde yardımlarını sunan Deniz ÖZEL ERKAN'a teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim boyunca tüm sıkıntıları ve sevinçleri birlikte yaşadığım,beraber çalışmaktan gurur ve mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarıma,kliniğimizin çok değerli sekreteri, bizim için canla başla çalışıp her daim destekçimiz olan Elif ONAT DİKMEN'e çok teşekkür ederim.

Varlıkları için her gün dua ettiğim canım aileme hayatım boyunca yanımda oldukları ve bugüne kadar benim için yaptıkları her şey için sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	v
Tablolar Dizini	vii
Şekiller Dizini	viii
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Ağrının Tanımı ve Sınıflandırılması	1
1.1.1. Akut Ağrı	6
1.1.2. Kronik Ağrı	7
1.2. Ağrının Değerlendirilmesi ve Ölçümü	9
1.3. Bel Ağrısı	10
1.3.1 Bel Ağrısı Tipleri	10
1.3.2 Kronik Bel Ağrısı Nedenleri	12
1.4. Spinal Kord Stimülasyonu	14
1.5. Teknoloji	15
1.6. Etki Mekanizması	17
1.7. Endikasyonlar	18
1.8. Hasta Seçim Kriterleri	19
1.9. Uygulama	19
1.10. Cerrahi Teknik	20
1.11. Komplikasyonlar	22
2. GEREÇ VE YÖNTEM	26
2.1. Spinal Kord Stimülatörü Yerleştirme Tekniği	27
2.2. İstatistiksel Analiz	27
3. BULGULAR	29
4. TARTIŞMA	36

5. SONUÇLAR	42
6. ÖZET	43
7. ABSTRACT	45
8. KAYNAKLAR	47



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AMPA	α -amino-3-hidroksi-5-metilisoxazole-4-propionikasit
ASA	American Society of Anesthesiologists
BBCS	Başarısız Bel Cerrahisi Sendromu
BOS	Beyin Omurilik Sıvısı
CGRP	Calcitonin gene-related peptide
DKS	Dorsal Kolon Stimülasyonu
GABA	γ -amino bütirik asit
IASP	International Association for the Study of Pain
IL	İnterlökin
IPG	İmplant edilen Pulse jeneratörü
KRAS	Kompleks Rejyonel Ağrı Sendromu
Max	Maksimum
Min	Minimum
MPQ	McGill Ağrı Anketi
NMDA	N-metil-D-aspartat
NSAİİ	Nonsteroid Antiinflamatuvar İlaç
OME	Oral alınan Morfin Eşdeğeri Dozu
PLS	Postlaminektomi Sendromu
RSD	Refleks Sempatik Disrtrofi
SAS	Sözel Ağrı Skala
SEH	Spinal Epidural Hematom
SİE	Sakroiliak eklem
SKS	Spinal Kord Stimülasyonu
SP	Substance P
SS	Standart Sapma

TNF-alfa	Tumor nekrozis faktör-alpha
VAS	Vizüel Analog Skala
VIP	Vasoaktif intestinal peptid
VLF	Ventriküler Lateral Funikulus



TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Rexed'in arka boynuz laminaları	3
3.1. Hastalara konulan tanıların dağılımı	31
3.2. Hastaların SKS implantasyonundan önceki VAS ve SKS implantasyonundan sonraki VAS skorları	31
3.3. Hastaların SKS uygulanmadan önceki VAS ve SKS uygulandıktan sonraki VAS skorları arasındaki fark ve fark olup olmama oranı	32
3.4. Hastaların SKS uygulanmadan önceki gece uykusu ve SKS uygulandıktan sonraki gece uykusu	33
3.5. İşlem öncesi opioid kullanma oranları	33
3.6. İşlem sonrası opioid kullanımındaki değişiklikler	33
3.7. İşlem öncesi NSAİİ kullanma oranları	34
3.8. İşlem sonrası NSAİİ kullanma oranları	34
3.9. Hastaların SKS uygulandıktan sonraki memnuniyet düzeyleri, günlük aktivite değişiklikleri ve işe dönüş zamanları	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Rexed'in arka boynuz laminaları	3
1.2. Nositseptörler	4
1.3. Ağrılı uyarının üst merkezlere iletilmesi	5
1.4. Vizüel Analog Skalası	9
1.5. Elektrotlar	16
1.6. Spinal kord stimülatörü sistemi	17
1.7. Hastanın ağrısına uygun dermatoma göre giriş yeri belirlenir.	20
1.8. Orta hattan yapılan insizyon ve cep oluşturulması	21
1.9. G Touhy iğnesi ile spinal epidural aralığa girilmesi.	21
1.10. Elektrodun spinal epidural bölgede ilerletilmesi.	21
1.11. Elektrodun spinal epidural bölgede radyolojik olarak görüntülenmesi.	22
2.1. Vizüel Analog Skala	26
3.1. Hastaların cinsiyet dağılımı	29
3.2. Çalışmadaki hastaların cinsiyetlerine göre yaş dağılımı	30
3.3. Hastaların ağrı lokasyonu dağılımı	30
3.4. Hastaların SKS uygulanmadan önceki VAS ve SKS uygulandıktan sonraki VAS skorları	31
3.5. Hastaların komplikasyon görülme durumları	35

1. GENEL BİLGİLER

Yeni bin yılda kronik ağrı hala sık görülen ve tedavide zorluklarla karşılaşılan bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (1-3). Kronik ağrının iyi anlaşılabilmesi için tanı, tedavi yöntemleri ve modern pratikte kullanılan ilaçların iyi bilinmesi gerekir. Kronik ağrıda yaşam kalitesini bozan; uyku bozukluğu, sinirlilik, yaşama isteğinde azalma, iyileşme umudunda azalma gibi durumlar görülür (4). Bu durum özellikle bel ağrısı olan yaşlı kadın hastalarda bilişsel, sosyal ve ailevi iletişimi bozarak bir ölüm kalım meselesi haline gelir.

1.1. Ağrının Tanımı ve Sınıflandırılması

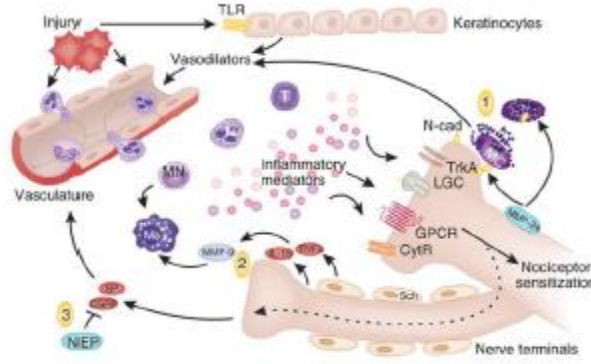
Ağrının tarihi insanlık tarihi kadar eskidir; insanoğlu var olduğundan beri ağrı çekmektedir (5). Ağrı latince ponea (ceza, intikam, işkence) sözcüğünden gelmekte olup tanımı oldukça karmaşıktır. Uluslararası Ağrı Araştırmaları Teşkilatı'na (International Association for the Study of Pain=IASP) göre ağrı; 'Var olan veya olası doku hasarına eşlik eden veya bu hasar ile tanımlanabilen, hoşagitmeyen duysal ve emosyonel deneyim' olarak adlandırılmaktadır ve 'bir korunma mekanizması' olarak tanımlanmaktadır. Merksey ve arkadaşları IASP' de ağrıyı 'özel bir deneyim' olarak nitelendirmişlerdir (6).

Diğer bilinçli duyular gibi, normal ağrı algılanması da reseptör gibi davranan, uyarıyı alıp sonra onu santral sinir sistemine ileten özelleşmiş nöronlara bağlıdır. Duyu sıklıkla protopatik (noksiyöz) veya epikritik (noksiyöz olmayan) olarak tanımlanır. Epikritik duyu (hafif dokunma, bası, propriyosepsiyon ve ısı ayırt edilmesi) düşük eşikli reseptörlerle karakterizedir ve genel olarak kalın lifli miyelinli sinir lifleri ile iletilir. Buna karşılık protopatik duyu (ağrı) yüksek eşikli reseptörlerle algılanır ve daha ince hafif miyelinli Aδ ve miyelinsiz C lifleri ile iletilir.

Ağrının algılanmasından temelde sorumlu olan iki tip sinir lifi mevcuttur. Bunlar kalın, miyelinli ve hızlı iletimli Aβ lifleri ile yavaş iletimli, ince miyelinli Aδ ve miyelinsiz C tipi liflerdir. Keskin ağrılar kalın liflerle taşınmaktadır (mekanik uyarılar sonucu oluşan ağrılar). C tipi lifler ise yanıcı ve inatçı ağrıdan sorumludur (İnflamasyon sonucu oluşan ağrı). Ciltteki doku hasarı ile birlikte Aδ ve C

afferentlerinin değişik hücre cisimlerinde sınırlandırılmış terminal son uçları aktive olur. Visseral dokular da C afferent liflerden zengin olup, ayrıca A δ liflerini de içermektedirler. Bu lifler nosiseptif uyarı oluşturabilecek hastalıklar, inflamasyon, kontraksiyon, iskemi vs. durumlarında uyarılırlar.

Travma, hastalıklar, inflamasyon gibi sebeplerle hasarlı dokudan, nosiseptörleri çevreleyen ekstrasellüler sıvıya endojen kimyasal maddeler (Sitokinler, serotonin, lökotrienler, sinir büyüme faktörleri, inflamatuvar nörotransmitterler, hidrojen iyonları, norepinefrin, bradikinin, histamin, potasyum iyonları, prostoglandinler, pürinler) salınır. Bu nosiseptörler aktive edildiklerinde noksiyus uyarıyı dorsal spinal boynuzda taşırlar. Ağrılı uyarıyı taşıyan periferik afferent liflerin hücre cismi (1.nöron) arka kök gangliyonlarında yer alır. Buradan çıkan lifler spinal korda girerek substantia gelatinozada arka boynuz hücreleri ile sinaps yaparlar (2.nöron). Bu nöronun aksonları ise kontralateral spinotalamik traktustan yukarı çıkarak talamusa ulaşır. 2. sıra nöronları ise 3. sıra nöronları ile talamik nukleusta sinaps yapar. Bu nöronun uzantıları da internal kapsül ve korona radiatadan geçerek serebral girusun postsantral girusuna ulaşan projeksiyonlar gönderir. Birinci nöronun spinal kord arka boynuzunda sinaps yaptıkları yerde gri cevher, “rexed laminaları” denilen 10 laminaya ayrılmıştır (Şekil 1.1). Ağrı iletiminde substantia gelatinoza adını alan lamina II ve III ‘ün yeri vardır. Bu seviyelerde γ -amino bütirik asit (GABA), endojen opioidler (enkefalin), asetil kolin, α 2-agonistler ve serotonin gibi inhibitör nörotransmitterler önemli rol oynamaktadır. Substantia gelatinozada bulunan enkefalinerjik ara nöronlar enkefalin ve substans-P salınımını azaltarak presinaptik, ayrıca 1.nörondan 2.nörona iletimi baskılayarak postsinaptik iletimi baskırlar. 2.nöron aksonları rexed laminaları arasından substantia gelatinozayı geçerek karşı tarafta spinoretiküler, spinotalamik ve spinomezensefalik traktuslardan oluşan ventriküler lateral funikulusa (VLF) bağlantı yaparlar. VLF’nin lateral parçası (neospinotalamik sistem) lateral talamus ve serebral korteksle ilişkili olup, ağrılı uyarıların lokalizasyonu ve yer/zaman ilişkisinin analiz edilerek algılanmasında önemlidir.



Şekil 1.2. Nosiseptörler

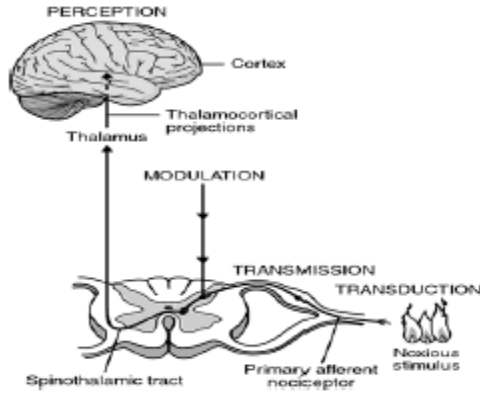
Dorsal boynuz nöronlarının alıcı alan özelliklerinin değişebilir olduğu bilinmektedir. Primer duyuşal liflerden gelen sinaptik akım normal şartlarda postsinaptik hücrelerden aksiyon potansiyeli deşarjı oluşturabilmesi için çok düşük amplitüttedir. Postsinaptik eksitator potansiyellerin aksiyon potansiyeli eşik değerini aşabilmesi için tekrarlaması veya sumasyonu gerekmektedir. Alıcı alanın bir bölümünde, genellikle merkezinde yeterli uyarıların hücrede bir aksiyon potansiyeli oluşturabilecekleri “ateşlenme zonu” oluşur. Bunun çevresinde ise aksiyon potansiyeli oluşturamayan, eşik altı periferik akımlarla oluşturulan “subluminal zon” bulunur. Bu mekanizma “alıcı alan plastisitesi” sayesinde nöronların artan eksitabilitesi ile eşik altı akımların eşik üstü cevaplara çevrilebilmesine uygun bir ortam sağlar. Sonuçta artmış eksitabilite, alıcı alan yüzeyinde genişleme, eşik üstü uyarılara oluşan cevabın süresi ve şiddetinde artış ve eşik değerinin düşmesi ile mekanoreseptör cevaplarında artış gözlenir.

Sinaptik sinyal mekanizmasında, postsinaptik etkilerden sorumlu üç iyonotropik glutamat reseptörü mevcuttur. Bunlar α -amino-3-hidroksi-5-metilisoxazole-4-propionikasit (AMPA), N-metil-D-aspartat (NMDA) ve kainat reseptörleridir. Bu reseptörler santral sinir sisteminde sinaptik sinyal mekanizmasında mediasyon ve modulasyonda önemli rol oynayan eksitator nörotransmitterlerin reseptörleridir. Glutamaterjik nöronlarda bu üç reseptör de bulunmasına rağmen, sinaptik dağılımları farklılık gösterir. Eksitator sinapsların çoğunda NMDA reseptör konsantrasyonu yüksek, buna karşılık AMPA reseptör konsantrasyonu düşüktür. Kainat reseptörlerinin ise eksitator sinapslarda glutamata

postsinaptik cevap oluşumunda, ayrıca presinaptik inhibitör nörotransmitter olan γ -amino bütirik asit (GABA) salınımının regülasyonunda rol oynadıkları ileri sürülmektedir.

Son yıllarda cerrahi uyarı başlamadan önce nosiseptörlerin bloke edilmesinin santral sensitizasyonu önleyerek daha etkin analjezi sağlayacağı düşünülmektedir.

Nosisepsiyon ifadesi travmatik veya noksiyöz uyarıya nöral yanıtı tanımlamak için kullanılır. Nosisepsiyonun hepsi ağrı oluşturur, fakat her ağrı nosisepsiyon kaynaklı değildir. Bu nedenle ağrıyı klinik olarak iki kategoriye ayırmak yararlıdır. Birincisi esas olarak nosisepsiyon kaynaklı akut ağrı ve ikincisi de nosisepsiyon kaynaklı olabilen fakat psikolojik ve davranışsal faktörlerin de sıklıkla major rol oynadığı kronik ağrıdır.



Şekil 1.3. Ağrılı uyarının üst merkezlere iletilmesi

Nosisepsiyon 4 bölümden oluşur (9);

Transdüksiyon; Noksiyöz uyarıların duyuşal sinir uçlarında elektrik aktivitesine dönüşmesi

Transmisyon; Duyuşal sinirler boyunca impulsların nakledilmesi

Modölasyon; Çeşitli nöral etkileşimler ile nosiseptif iletimin modifiye edilmesi

Persepsiyon; Dönüşüm, iletim ve modölasyonun kişiye özğü psikolojik etkileşime girdiğı son olaydır. Bu etkileşim sonucu ağrı olarak algıladığımız subjektif ve emosyonel deneyim oluşmaktadır.

1.1.1. Akut Ağrı

Akut ağrı hasarlanma bir hastalık durumu veya kas ya da organların anormal fonksiyonları sonucunda oluşan noksiyus uyarı olarak tanımlanabilir. Genellikle nosiseptiftir. Nosiseptif ağrı doku hasarını lokalize etmeye ve sınırlamaya yarar. Bu tip ağrı tipik olarak şiddetle orantılı bir nöroendokrin stresle birlikteedir. En sık formları arasında posttravmatik, postoperatif, obstetrik ağrı, miyokard enfarktüsü, pankreatit ve böbrek taşı ağrısı sayılabilir. Akut ağrı genellikle kendini sınırlar, tedavi ile birkaç gün ya da haftada geçer. Kaynak ve özelliklerine göre iki tip (somatik ve visseral) ağrı mevcuttur.

Somatik ağrı da yüzeyel ve derin olarak iki gruba ayrılır. Yüzeyel somatik ağrı cilt, subkutanöz dokular ve müköz membranlardan kaynaklanan nosiseptif uyarı nedendir. Karakteristik olarak iyi lokalize edilir ve keskin, batma, oyulma veya yanma hissi olarak tanımlanır. Derin somatik ağrı kaslar, tendonlar, eklem veya kemiklerden kaynaklanır. Yüzeyel somatik ağrının aksine genellikle künt ve daha az lokalize edilebilmesiyle karakterizedir.

Visseral ağrı bir iç organ veya onun kılıfının hastalığı veya fonksiyon bozukluğundan kaynaklanır. 4 alt gruba ayrılır:

1. Gerçek lokalize visseral ağrı
2. Lokalize pariyetal ağrı
3. Yansıyan visseral ağrı

4. Yansıyan pariyetal ağrı

Gerçek visseral ağrı künt, yaygın ve orta hattadır. Genellikle bulantı, kusma, kan basıncında ve kalp hızında değişikliklere neden olan anormal sempatik veya parasempatik aktivite ile ilgilidir. Pariyetal ağrı tipik olarak keskindir ve genellikle organın etrafında veya yansıyan uzak bir bölgede bıçaklanma hissi olarak tanımlanır. Kutanöz bölgelere yansıyan visseral veya pariyetal ağrı dokuların embriyojenik gelişim ve migrasyonu ve santral sinir sisteminde visseral ve somatik afferent uyarıların konverjansı kaynaklıdır.

1.1.2. Kronik ağrı

Kronik ağrı akut hastalığın genel seyrinden daha uzun süren veya iyileşme için makul bir zaman geçtikten sonra da devam eden ağrı olarak tanımlanır; bu süre 3-6 ay arasında değişir. Kronik ağrı nosiseptif, nöropatik veya ikisinin kombinasyonu olabilir. Ayırt edici bir özelliği psikolojik mekanizmaların veya çevresel faktörlerin sıklıkla majör rol oynamasıdır. Kronik ağrısı olan hastalarda nöroendokrin stres yanıt baskılanmıştır veya bulunmaz. Belirgin uyku veya affektif bozukluklar vardır. Nöropatik ağrı klasik olarak paroksizmal ve yanıcı karakterdedir ve hiperpati ile birliktedir. Kronik ağrının en sık rastlanan çeşitleri arasında kas iskelet sistemi bozuklukları, kronik visseral bozukluklar, periferik sinirler, sinir kökleri veya dorsal sinir kökü gangliyonundaki lezyonlar (kozalji, fantom ekstremité ağrısı), santral sinir sistemi lezyonları ve sinir sistemini invaze eden kanserler bulunur. Muskuloskeletal bozukluk ağrılarının çoğu primer olarak nosiseptifken nöral bozukluklardaki ağrılar nöropatiktir. Bazı bozukluklarda (kanser ve kronik bel ağrısı) ağrı genellikle bu ikisinin karışımıdır.

Kronik ağrının tanımı aslında tartışmalıdır. Bonica, kronik ağrıyı akut bir hastalığa bağlı bir ayı geçen veya herhangi bir yaralanma ile ilişkili kronik patolojiye bağlı sürekli ağrı veya aylar veya yıllar süren ağrı çekilen dönemler olarak tanımlamıştır (10). Pek çok durumda kronik ağrı, rutin ağrı tedavi metodlarıyla kontrol altına alınamayan dirençli ağrı olarak anlaşılır. Ağrı olağan dışı durumlarda görülen ve periferden yukarı, serebral yapılara sinir iletim mekanizmalarının tümünü kullanarak taşınan, hoş olmayan bir duygu olarak da tanımlanmaktadır. Ağrı spesifik nosiseptörler aracılığıyla taşınır. Spesifik

nosiseptörler, hasarlanmadan sensoriyel liflere veya nöropatik ağrıda olduğu gibi hasardan santral sinir sistemine veya nosiseptif ağrıda olduğu gibi C ve Aδ lifleriyle bağlanarak ağrıyı iletirler (11). Kronik ağrı kronik bir hastalıktır ve bu şekilde düşünülerek tedavisi yapılmalıdır.

Kronik ağrı periferik, santral veya psikolojik mekanizmaların kombinasyonu sonucunda ortaya çıkabilir. Nöropatik ağrı periferik ve santral mekanizmaları içerir. Santral mekanizmalar genellikle periferik sinirlerin, dorsal kök gangliyonlarının veya daha santral yapıların parsiyel lezyonları ile ilişkilidir. Periferik mekanizmalar spontan deşarjları içerir; reseptörlerin mekanik, termal veya kimyasal uyarılara hassaslaşmasına ve adrenerjik reseptörlerin sayı ve duyarlılığın artması söz konusudur. Nöral inflamasyon da bulunabilir. Lokal anestezipler veya antikonvulzanların sistemik uygulanmasıyla travmatize veya sensitize nöronlarda spontan ateşleme olduğu gösterilmiştir. Sempatik sinir sistemi periferik ve santral mekanizmalarla ağrısı olan bazı hastalarda major rol onuyor gibi görülmektedir. Bazı hastalarda sempatik sinir bloklarının etkili olması bunu destekler. Psikolojik mekanizmalarla çevresel faktörler kronik ağrıda nadiren tek mekanizmadır. Fakat sıklıkla diğer mekanizmalarla ilişkilidir. Psikojenik ağrısı olan hastalar erken yaşta büyük anksiyete, vücuda zarar gelme korkusu, sevdiğini kaybetme korkusu yaşamışlardır ve hayatın sonraki döneminde anksiyete ağrı olarak algılanır.

A.B.D.'de her on yetişkinden dördünün günlük yaşamlarında ağrı deneyimi yaşadıkları bilinmektedir (%42). Elliott ve ark. 4 yıllık bir çalışma sonunda kronik ağrının nispeten yüksek insidansla ve düşük iyileşme oranıyla seyrettiğini bildirmiştir (12). Elliott ve ark. tüm popülasyonun %8.3'ünde kronik ağrı olduğunu bildirirken iyileşme oranını % 5.4 olarak bildirmiştir. Verhaak ve ark. 15 epidemiyolojik çalışmadan yaptıkları derlemede kronik ağrının ortalama %15 oranında görüldüğünü saptamışlardır (13). Kronik ağrı şikâyetleri özellikle yaşlı, kadın cinsiyette daha sık görülmekle birlikte Barajas ve ark. genç popülasyonda da %27.1 oranında ağrı prevalansı olduğunu raporlamışlardır (14).

1.2. Ağrının Değerlendirilmesi ve Ölçümü

Ağrı tek boyutlu veya çok boyutlu ölçüm yöntemleri kullanılarak ölçülebilir. Tek boyutlu yöntemler ile daha çok ağrının şiddeti ve ağrı azalışı ölçülür (15). Bu yöntemlerin başlıcaları şunlardır:

- Vizüel Analog Skala (VAS)
- Kategori Değerlendirme Skala (Sözel Ağrı Skala=SAS)
- Sayısal ağrı Skalası

Ağrının şiddeti yanı sıra diğer boyutlarının da ölçülmesine olanak sağlayan çok boyutlu yöntemler şunlardır:

- McGill ağrı anketi (MPQ)
- West Haven-Yale çok boyutlu ağrı envanteri
- Kısa ağrı envanteri
- Memorial ağrı değerlendirme kartı
- Tanımlayıcı diferansiyel skala
- Ağrı algılama profili
- Ağrı rahatsızlık skalası

Vizüel Analog Skala (VAS)

Son derece basit, etkin, tekrarlanabilen ve minimal araç gerektiren bir ölçüm yöntemidir. Klinik koşullarda ağrı şiddetinin hızlı bir şekilde ölçülmesi istendiği durumlarda VAS'a sıklıkla başvurulur. Bir çizginin iki ucunda sübjektif kategorinin iki uç tanımlayıcı kelimesi bulunur. Hastaya bu çizgi üzerinde ağrısının şiddetine uyan yere bir işaret koyması söylenir.

Vizüel Analog Skala	
Talimatlar: Şu anda ağrınızın şiddetini aşağıdaki çizgi üzerinde işaretleyiniz	
Hiç ağrı yok (0)	Hayal edilebilecek en kötü ağrı (10)

Şekil 1.4. Vizüel Analog Skalası (16)

Duysal ağrı şiddetinin bir ölçümü olarak VAS kullanılmasının en önemli avantajı, birçok ölçüm yönteminden farklı olarak bir oran skalası özelliği taşımasıdır. Bu özellik sayesinde değişik zaman dilimlerindeki VAS ölçümleri arasındaki yüzde farktan söz edilmesi mümkün olabilmektedir (15, 16).

1.3. Bel Ağrısı

Bel ağrısı oldukça yaygın bir şikâyettir ve tüm dünyada en önemli iş günü kaybı nedenidir. Hayat boyunca spinal ağrının prevalansı %65-80 olarak bilinmektedir (17-19). Cassidi ve ark., Cote ve ark. Kanada halkında bel ağrılarının genel bir sağlık problemi olduğunu yayınlamışlar. Hastalarının %47' si bel ağrısından şikâyet ettiğini bildirmişlerdir. Modern bilgiler ışığında bel ağrısının prevalansı %32-79 olduğu raporlanmıştır (20-22).

Dejeneratif disk hastalığı, lumbosakral zorlama en sık nedenlerdir. Kalçadaki hastalıklar da sırt ağrılarını taklit edebilir. Faset eklem kaynaklı ağrı, sakroiliak ağrı, disk hernisi, disk parçalanması, annüler yırtık, spinal stenoz, miyofasial sendrom bel ağrılarının çeşitlerindendir.

1.3.1. Bel Ağrısı Tipleri

a) Diskojenik Ağrı

Fleksiyonda ve oturmakla ağrı artar, ayağa kalkmakla azalır. Yapılan birçok çalışmada, ağrının, intervertebral disk ve spinal hareketli segmentlerin yapısı ile ilgili olduğu, daha çok yumuşak doku veya eklem yaralanmasından kaynaklandığı gösterilmiştir. Yaşla birlikte proteoglikan sentezi yavaşlar. Spinal kordun dorsal gri maddesindeki nöropeptit olan somatostatin ise ağrının transmisyonunu ve nörojenik inflamasyonuna neden olur. Dorsal gangliyonlarda ağrının transmisyonu veya modülasyonu gerçekleştiren Substance P (SP), calcitonin gene-related peptide (CGRP) ve vasoactive intestinal peptide (VIP) vb nöropeptitler biyomekanik stresler, mikrotravma, vibrasyon gibi biyokimyasal ve çevresel faktörlerle proteazis, kollagenaz gibi degradasyon enzimleri, sitokinler ve prostaglandin E2 gibi inflamatuvar ajanların sentez ve salınımını başlatırlar. Sitokinler, sinir growth faktör, interleukin (IL)-1, IL-6, IL-10, ve tümör nekrozis faktör-alfa (TNF-alfa) salınımında rol oynarlar (23).

b) Radiküler Ağrı

Radiküler ağrının mekanizması hala tam bilinmemektedir. Fizyopatolojisinde aksonal disfonksiyon, iskemi, inflamasyon ve biyokimyasal etkenler ile nöral kompresyonun rol oynadığı düşünülmektedir. Artan vasküler geçirgenlik nöronal ödem ve mekanik ağrıya neden olmaktadır (24). Nöronal ödem ve daha sonra perinöral fibrozis gelişir. Nöral ve vasküler oluşum yavaş yavaş mekanik deformiteye yol açarak semptomatik radikülopatiye neden olur. Sinir köklerinin veya bir spinal sinirin dorsal root gangliyonunun stimülasyonuna bağlı olarak alt ekstremitelerde distal yayılım gösterir.

Bel ağrısı olmadan yalnız alt ekstremitelerde hissedilen ağrı nedenleri:

- Periferik vasküler hastalıklar
- Nörolojik hastalıklar
- Diz ve kalça eklemi sorunları
- Kas kökenli sorunlar

c) Faset Eklem Ağrısı

Faset eklemlerde diğer sinoviyal eklemler gibi travma ve inflamasyonlar sonucu ağrı, disfonksiyon ve rijidite sözkonusudur. Klinik araştırmalarda, faset eklem ağrısının %15-45 lomber bölge ağrısı, % 54-67 oranında boyun ağrısı ve % 48 torasik ağrıya neden olduğu gösterilmiştir (25). Hafif sabah tutukluğu, yorulmakla artan ağrı sakroiliak eklem (SİE) 'de ağrı gün içinde azalır. Öksürmekle, öne eğilmekle ağrı olmazken fleksiyon pozisyonundan dik pozisyona geçerken ağrı olur. Hiperekstansiyon veya rotasyon ile ağrı artar ve hasta sırtüstü pozisyonda rahatlar.

d) Sakroiliak Ağrı

Sakroiliak eklem problemleri % 2-30 oranında kronik bel ağrısına neden olmaktadır (26).

e) Müsküler Ağrı

Kaslardaki ağrı reseptörleri mekanik bası, kesme ve sıkıma karşı hassas olup trigger noktaları içeren rijiditeye ve artan tonlarda ve kısa süreli ağırlara neden

olmaktadır. Müsküler ağrı doku hasarı veya radiküler ve nöropatik ağrı sonucu görülmekte olup, mekanizması tam olarak ispatlanamamıştır (27).

1.3.2. Kronik Bel Ağrısı Nedenleri

Epidemiyolojik verilere göre kronik bel ağrısında risk faktörleri; sigara, morbid obezite, meslekile ilgili ileri derecede bükme ve büküm pozisyonları, titreşim, motorlu taşıt veya endüstriyel makine gibi ağır yük kaldırma sayılabilir.

Eşlik eden hastalıkların bulgusu olarak

- Kemik tümörleri veya spinal kord tümörleri
- Lumbar metastaz
- Lumbar spinal enfeksiyon
- Renal hastalık
- Aort anevrizması
- Endometriozis
- Abdominal veya pelvik kanser

Osteoporozis

- Kompresyon kırıklarına sekonder olarak
- Kemik ağrısı

Spondilitis

- Romatoid artrit
- Ankilozan spondilit
- Psoriatik artrit
- Akromegalik spondilitis

Miyofasial Ligamentus Ağrısı

- Miyofasial ağrı sendromu
- Aids/HIV ile ilişkili ağrılar

Psikiyatrik hastalıkların semptomu olan ağrılar

- Depresyon
- Somatiform hastalıklar
- Sizofreni
- Kişilik bozukluğu
- Anksiete
- Erken bunama

Diz hastalıkları

Periferik sinir hasarları

- Piriformis sendromu
- Pudental sendrom
- Kalça Ağrısı

Konjenital spinal anaormallikler

- Transvers fasetler
- Spondilolizis
- Miyelomeningosel
- Sakral kistler (Marfan sendromu)
- Ehler Danlos sendromu

Sakral Anormallikler

- Tümör (kordoma)
- Kırıklar
- Sakroiliak eklem hastalığı

Bu patolojilere ait klinik semptomlar uygun tanı yöntemleri ve görüntüleme teknikleri kullanılarak teşhis edilerek tedavi edilirler. Ancak kronik bel ağrısında durum her zaman bu kadar basit değildir. Bazı durumlarda akut bel

ağrısına sebep olan hastalıklarda doku iyileşmesi için beklenen süre geçmesine rağmen hastanın şikayet ve bulguları devam eder. Bunun nedenleri araştırıldığında, birbiriyle içiçe geçmiş bir dizi problemin kronik ağrıya neden olduğu gözlenir. Akut bel ağrısına sebep olan patoloji doku hasarını yaratan nosiseptörler, başlangıçta, klinik olarak fiziksel bir problem olarak hastaya yansımaktadır. Periferik uyarının santral transmisyonu ile hasta akut bir bel ağrısı hisseder. Uygun medikal tedavi, fizik tedavi hatta gereken durumlarda cerrahi tedavi gören hastanın ağrısı geçer ve belirli bir süre içinde doku iyileşmesi gerçekleşir. Bu durumun gerçekleşmediği hallerde bir dizi olumsuz olay gelişir. Uzun süren ağrı sıkıntı, endişe, depresyon yaratır. Ağrı nedeniyle hareket kısıtlılığı oluşan kişilerin kondüsyonu ve direnci azalır. Aktif ve üretken bir kişi iken, kısıtlı ve başkalarına bağımlı yaşamak hastada kendine güvensizlik yaratır ve çevresindeki ve tıbbi bakımını üstlenen kişilere, ilaçlara vb. bağımlı davranış modelleri gelişir. Hasta artık, fiziksel problemleri nedeniyle sıkıntı ve endişe içinde olan, ağrı ve disabilite nedeniyle duygusal bir stres yaşayan bir kişidir.

1.4. Spinal Kord Stimülasyonu

Ağrı tedavisi yöntemlerinin gelişiminde elde edilen bilimsel temeller ve klinik bilgiler ışığında son 40 yılda uygulanmaya başlayan nöromodülasyon teknikleri önemli bir yer tutmaktadır. Nöromodülasyon uygulamaları ağrı yollarının dinamik ve/veya fonksiyonel inhibisyonu temeline dayanır. Bu teknikler temelde elektrik akım aracılığıyla uygulanan stimülasyon yöntemleri ve spinal yoldan ilaç uygulamalar ile gerçekleştirilir. Önceleri Dorsal Kolon Stimülasyonu olarak adlandırılan spinal kord stimülasyonu günümüzde ağrı için kullanılan stimülasyon yöntemlerinin en popüler olanlarından birisidir.

Spinal kord stimülasyonu, hastanın omuriliğine düşük voltajlı elektrik akımı verilerek hedeflenen bölgede beyne giden ağrı sinyallerinin iletiminin engellenmesi ve ağrının kesilmesi işlemidir. Spinal Kord Stimülasyonu (SKS) ilk olarak 1967 yılında bir beyin cerrahı olan Dr. Norman Shealy ve ark. tarafından kullanılmıştır. Bu yeni uyarı tedavisinin uygulanmaya başlandığı yıllarda elektriksel stimülasyonun sadece medulla spinalisin dorsal boynuzunu etkileyeceği düşünüldüğünden “Dorsal Kolon Stimülasyonu” (DKS) adı verildi. Ancak ileriki

yıllarda elektriksel uyarının medulla spinalisin her yerinde inhibisyon sağladığı ortaya konulduğundan bu işlemin adı Spinal Kord Stimülasyonu (SKS) olarak değiştirildi (28).

1.5. Teknoloji

SKS donanımı, bir elektrot ledi, lede bağlı bir uzatma kablosu, jeneratör ve bir programlayıcıdan oluşur. Elektrotlar ilk olarak unipolar olarak geliştirilmiş ancak uyarı ve uygulamada kısıtlamaya neden olan eksiklikler belirince 4-8 elektrotlu ledler geliştirilmiştir. Günümüzde peruktan led ve paddle(yassı) led olmak üzere iki tip elektrot ledi mevcuttur. Perkütan led Tuohy iğnesinden geçirilerek yerleştirilir ve geçici ve kalıcı implantlar için idealdir. Paddle led ise açık cerrahi prosedür gerektirir ancak daha fazla stabilizasyon ve daha az led migrasyonu avantajını sunar. Paddle led daha önce migrasyon öyküsü olan ve geçici implantasyon sırasında led yerleştirmekte zorlanan hastalar için uygundur (29). İmplant edilen ledler kablolar aracılığı ile generatöre bağlanır. Programlanabilir çoklu elektrot düzeneklerinin tek bağlantılı cihazlardan üstün olduğu kanıtlanmıştır. Çünkü bu cihazlar anot katot koruması ve polarite değişikliğine izin verdiği için optimum yönetimi sağlarlar. İki tip pulse jeneratör sistemi mevcuttur: batarya içeren pulse jeneratörü veya cilde cilde bir radyofrekans anten yoluyla güç tedarik eden pulse jeneratörü. Pulse jeneratörünün aktivasyonu ve programlanması eksternal transkutanöz telemetri cihazı ile yapılır. Hastalar stimülatörü kendi istekleri doğrultusunda açıp kapatabilir, stimülasyonun amplitüd, frekans ve genişliğini ayarlayabilirler. Bataryanın ömrü cihazın kullanım şekline göre değişiklik gösterir (voltaj, frekans, pulse, genişlik vb.). Şarj edilemeyen bir bataryanın ortalama kullanım ömrü 2 ila 5 yılken yeni sistem şarj edilebilen bataryalarda bu süre 10 ila 25 yıldır.



Şekil 1.5. Elektrodlar a) Perkütan elektrot b) Paddle (yassı) elektrot



Şekil 1.6. Spinal kord stimülatörü sistemi

1.6. Etki Mekanizması

SKS nin ağrı üzerine olan mekanizması hala tam olarak anlaşılamamıştır. Günümüzde SKS'nin etki mekanizması ile ilgili pek çok teori öne sürülmektedir. Bunlar arasında kapı kontrol teorisi, spinotalamik nöronların direkt inhibisyonu, desendan modulator etkiler, sempatik aktivitenin değişikliğe uğraması ve nörokimyasal modülasyon mevcuttur.

Bu konudaki ilk bilimsel tanımlama Melzack ve Wall tarafından ileri sürülen kapı kontrol teorisine dayanmaktadır (30). Bu teoride periferel sinirlerdeki büyük non-nosiseptif miyelinli liflerin (A-beta) uyarılmasının spinal kordun dorsal boynuzundaki küçük nosiseptif (A-gama ve C) yansımaların aktivasyonunu inhibe ettiği ileri sürülmektedir. Ancak bu teori günümüzde yeterli gelmemekte ve SKS'nin etki mekanizmasında daha önemli rol oynayan mekanizmaların var olduğu düşünülmektedir.

Hayvan çalışmalarında SKS'nin ağrı hissinin azalmasını sağlayan GABA-B ve Adenozin-1 reseptörlerinin aktivasyonunu desteklediği gösterilmiştir (31, 32). Özellikle nöropatik ağrı çalışmalarında salgılanan nörotransmitterlerin bazal seviyesinde defektif GABA-erjik fonksiyonların arttığı gösterilmiş. Bu bilgi

ışığında SKS'nin spinal korddaki ağrı modülasyonu ile ilişkisi olan GABA, substance-P ve serotonin gibi nörotransmitterlerin salınımını arttırdığı sonucuna ulaşılmış.

Siatik sinir hasarı oluşturulan hayvan modellerinde SKS'nin dorsal boynuzdaki hücrelerin hipereksitasyonunu inhibe ettiği gösterilmiş (33, 34).buna dayanarak SKS'nin predominant anti-nosiseptif etkisinin A-beta lifleri yoluyla olduğu öne sürülmüştür.

SKS ayrıca, dokulardaki oksijen sunum dengesini ayarlayarak periferik iskemik ağrıyı da ortadan kaldırır. SKS, düşük seviyedeki stimülasyonlarda sempatik sinir sistemi hiperaktivasyonunu azaltıp antiiskemik ve antianjinal etki gösterir(35). Antianjinal etki santral sinir sistemi supresyonuna, intrinsek kardiyak sinir sisteminin stabilizasyonuna ve adenosin salınımının artmasına bağlanmaktadır(35). Yüksek seviyedeki stimülasyonlarda nitrik oksid bağımlı kalsitonin gen ilişkili peptid salınımının artması antiiskemik etkide önemli rol oynamaktadır.

Katot ve anotların birbiriyle ilişkili pozisyonları ve spinal korda olan mesafesi aksonal aktivasyonun ve parestezi yayılımının en önemli etkenidir. Çift bağlantılı pals jeneratörü ve simultane olmayan palsla spinal korda derin penetrasyon yapıldığında geniş olmayan elektriksel alana ulaşılmış olunur. Son zamanlar üç kutuplu transvers sistemlerin(+,-,+) gelişmesi elektriksel uyarının selektif olarak dorsal kolondaki gerekli sinir liflerinde olmasını sağlamaktadır. Bu teknik sinir köklerindeki stimülasyonu minimize ederek parestezi yönetiminin kolaylaşmasını sağlar.

1.7. Endikasyonlar

- Başarısız bel cerrahisi sendromu (BBCS)
- Radikular ağrı sendromu veya disk hernisine bağlı radikülopati
- Postlaminektomi ağrı
- Multiple operasyonlar
- Başarısız disk cerrahisi

- Dejeneratif Disk Hastalığı (konservatif ve cerrahiye dirençli ağrısı olan)
- Periferik kozalji
- Epidural fibroz
- Araknoidit veya lumbar adhesive araknoidit
- Kompleks rejyonel ağrısindromu (KRAS), Refleks sempatik disrtrofi (RSD)
- Vertebral metastazı bulunan kanser ağrıları da endikasyonlar arasında sayılabilir (36). Bu endikasyonlarda tedavi başarısı en yüksek olanlar başarısız bel cerrahisi sendromu(BBCS), kompleks rejyonel ağrı sendromu, periferik vasküler hastalık ve anjinadır. SKS tedavisinin nispeten başarılı olduğu endikasyon alt bel ağrısıdır. Tedavi başarı oranı düşük kategorisindekiler ise perineal ağrı, rektal ağrı ve zoster ağrısı olarak sayılabilir.

1.8. Hasta Seçim Kriterleri

- 1) 6 aydan uzun süren kronik dirençli ağrı
- 2) Ağrı ile uyumlu objektif bir patoloji varlığı
- 3) Konvansiyonel ağrı giderici yöntemlere yanıtızsızlık
- 4) Söz konusu tedaviye ya da ilave bir cerrahiye kontraendikasyon olmaması
- 5) 18 yaş ve üzeri olması
- 6) Hastanın tedavinin risklerini anlayabilmesi ve kabul etmesi
- 7) Deneme sürecine olumlu yanıt alınması
- 8) Hastanın cihazı kullanabilir olması (göreceli)
- 9) Hamile olmaması
- 10) Emosyonel instabilite veya psikiyatrik bozukluk olmaması

1. 9. Uygulama

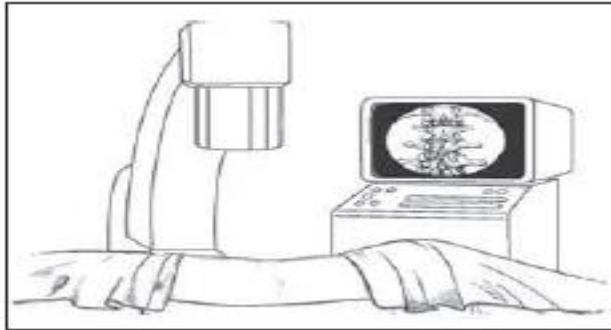
SKS uygulamasının en önemli aşaması deneme sürecidir. Geçici elektrotlar takılır ve hastanın yanıtı değerlendirilir. 2-3 hafta sürecektir bu dönemde aşağıdaki veriler değerlendirilmez.

- a) Ağrı ne oranda azaldı?
- b) Hastanın günlük aktivitelerini yapabilmemesi ne oranda düzeldi?
- c) Uyku belli bir düzene girdi mi?
- d) İlave analjezik tedaviye gereksinim duyuyor mu ya da ne ölçüde?
- e) İşine dönebildi mi?

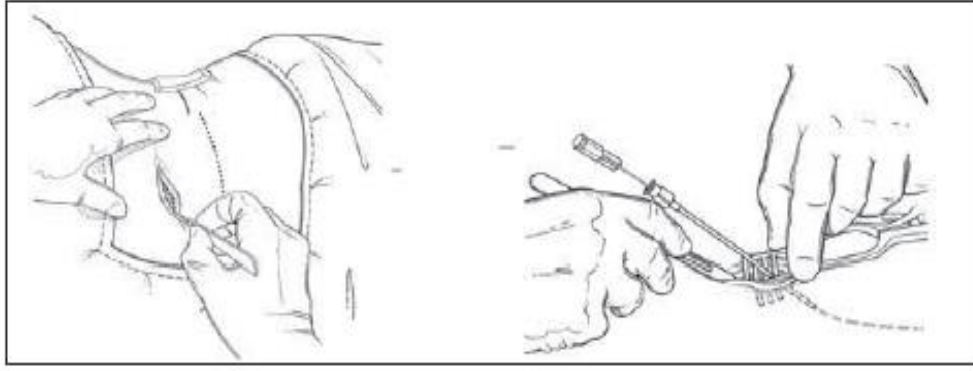
Tüm bu sorulara aldığımız yanıtlar tatmin edici düzeyde ise kalıcı elektrotlar için uygulamaya karar verilir. Hastalara mutlaka amacın ağrıyı tamamen gidermek değil düzenlemek olduğu, bazı hastalarda ağrının %50 civarında azalabileceğini bilmesi gerektiği, bazı durumlarda ilave medikal tedaviye gereksinimleri olabileceği mutlaka önceden anlatılmalıdır.

1.10. Cerrahi Teknik

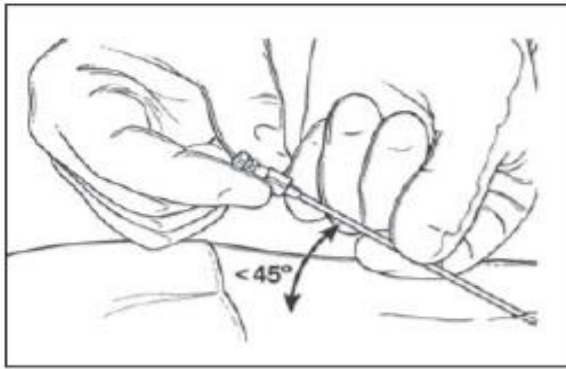
Skopi altında yüzüstü pozisyonda veya yan yatar pozisyonda yatırılan hasta steril koşullarda girişim için hazırlanır (Şekil 1.7). İntervertebral aralıkta orta hatta küçük bir insizyon yapılır. İnsizyonun yanında elektrotun bağlantı kablolarının yerleştirileceği bir cep oluşturulur (Şekil 1.8). Kanama kontrolü yapıldıktan sonra 14 G Touhy / 16 G R-K iğne ile paramedian ve 45 dereceye yakın açı ile epidural aralığa girilir (Şekil 1.9).



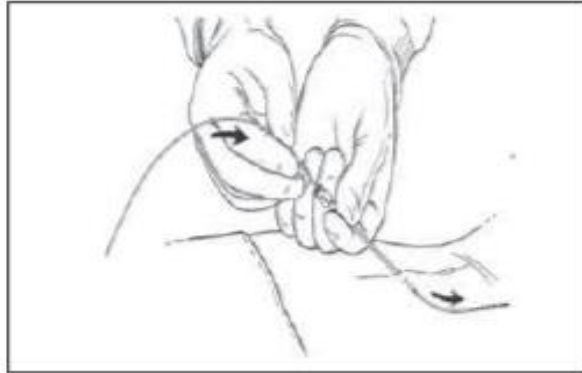
Şekil 1.7. Hastanın ağrısına uygun dermatoma göre giriş yeri belirlenir.



Şekil 1.8. Orta hattın yapıldığı insizyon ve cep oluşturulması



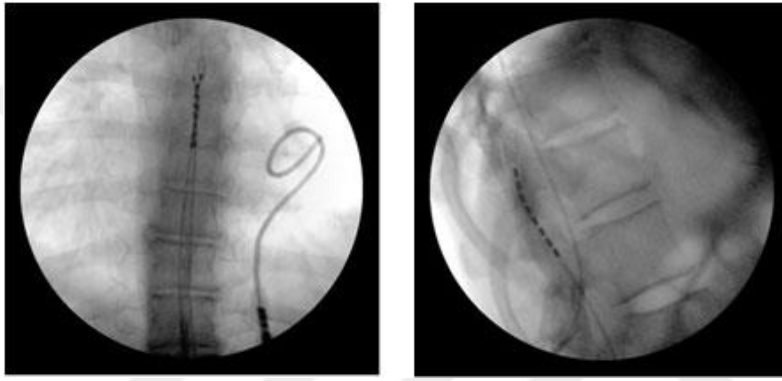
Şekil 1.9. G Touhy iğnesi ile spinal epidural aralığa girilmesi.



Şekil 1.10. Elektrodun spinal epidural bölgede ilerletilmesi.

Epidural aralığa girilip girilmediği çok az miktarda radyopak madde verilerek kontrol edilir. Epidural iğne içerisinden öncelikle epidural bölgede elektrotun rahat girişini sağlamak amacı ile yönlendirici gönderilir. Daha sonra elektrot skopi kontrolü altında uygun dermatoma doğru ilerletilir (Şekil 1.11). Bu noktada lateral skopide elektrotun ön veya arka epiduralde olup olmadığına dikkat edilmelidir. Epidural bölgede elektrotun arka epidural bölgede ve ağrılı tarafta,

uygun dermatomda bulunması gerekir (Şekil 1.11). Değişik stimülasyon modları ile uyaran verilerek, iğnelenme hissinin, hastanın ağrılı alanını en uygun kapsadığı yer belirlenir ve elektrot cilt altına sabitlenir. Elektrotun ara bağlantıları cilt altından geçirilerek uzak bir noktadan çıkarılır. Deneme süresi sonunda başarılı bir sonuç alınmışsa kalıcı sistemin yerleştirilmesi için intervertebral aralığa yerleştirilen parça kalıcı elektrota bağlanarak sistem tamamlanır.



Şekil 1.11. Elektrodun spinal epidural bölgede radyolojik olarak görüntülenmesi.

1. 11. Komplikasyonlar

Pek çok invaziv girişimde olduğu gibi SKS implantasyonu sırasında ve sonrasında hafif veya ciddi komplikasyonlar görülebilir. Epidural implantasyonlarda görülebilen, dura rüptürü, spinal kök veya kord hasarı, kanama, enfeksiyon gibi erken komplikasyonların yanı sıra, en sık rastlanan komplikasyon elektrot dislokasyonu ve migrasyonudur. Bu komplikasyonlar ile sistem sonlandırılmaz ve çeşitli revizyonlar ile tekrar sürdürülebilir(37).

SKS ile ilişkili komplikasyonlar erken ve geç komplikasyonlar olmak üzere ikiye ayrılabilir.

Erken komplikasyonlar:

- Sinir/spinal kord hasarı
- Epidural hematoma
- Epidural abse

- Post dural baş ağrısı
- Seroma
- IPG yerinde hematoma
- Yara enfeksiyonu
- Cerrahi komplikasyonlar (Kanama, hematoma, nörolojik hasar, yara enfeksiyonu, menenjit, serebrospinal sıvı kaçağı, sıyrılmış kateter, cebin yanlış açılması)

Geç komplikasyonlar:

- Stimulasyon kaybı
- Led migrasyonu
- Elektrot kırılması
- Ağırlı stimulasyon
- Cilt yanığı
- IPG veya pil arızası
- Alerjik kutanöz reaksiyon
- IPG bölgesinde ağırlı yanma hissi
- Enfeksiyon

Stimülasyon kaybına elektrot migrasyonu, kırılması, epidural fibrozis ve hastalığın ilerlemesi neden olabilir. SKS’de programlama değişikliği, led revizyonu veya daha komplike sistemlerle tedavi edilebilir. Elektrot migrasyonu ise en sık görülen komplikasyondur. Modern ancorlarla azaltılmaya çalışılmıştır. Migrasyon durumunda SKS yeniden programlanır, yeterli gelmezse cerrahi revizyonla elektrotlar yeniden yerleştirilir. Enfeksiyon en sık görülen komplikasyonlardan biridir. Tanı konduğunda cihaz çıkartılmalı ve uygun antibiyotik tedavisi başlanmalıdır. Enfeksiyon geçtikten sonra SKS yeniden implante edilebilir. Serebrospinal sıvı kaçağı eğer operasyon sırasında farkedilirse iğne ve ledler çıkarılıp SKS implantasyonu ertelenir. Dura ponksiyonu kapandıktan sonra implantasyon yeniden yapılabilir. Dura ponksiyonu sonrası ilk 24-48 saatte

uygulanan konservatif tedaviler genellikle iyi sonuç verir. SKS prosedüründe erken dönemde kan yaması yapılması önerilmemektedir. Subkutanöz hematoma veya seroma varlığında eğer enfeksiyon belirtisi yoksa cerrahi drenaj önerilmez, spontan rezorbe olması beklenir. İmplant edilen pulse jeneratörü (IPG) etrafında ağrı hissinin olması tedavi nedeni ile yeni bir ağrıya maruz kalmak demektir. Bu da SKS prosedürü uygulanan hastaları oldukça rahatsız etmektedir. Kendini sınırlayan bir semptom olmakla beraber gerileme görülmezse cerrahi pozisyon uygundur. Spinal epidural hematoma (SEH) en ciddi komplikasyonlar arasındadır. Varlığını en kısa sürede belirlemek gerekmektedir. Hematom boşaltılması geciktiği takdirde kalıcı ciddi nörolojik hasar meydana gelebilir. Postoperatif dönemde nörolojik hasar görülürse acil olarak SEH tansını koymak veya dışlamak için bilgisayarlı tomografi çekilmelidir. SEH küçük veya sessiz klinikte değilse mutlaka cerrahi olarak boşaltılmalıdır. İntraoperatif dönemde meydana gelen sinir hasarı genellikle geri dönüşümsüzdür ve ciddi motor ve duyu kayıplarına neden olabilir. Bu nedenle SKS implantasyonunun tecrübeli kişiler tarafından hafife alınmadan yapılması gerekmektedir (38).

SKS etkisi üzerinde yapılmış çeşitli çalışmalar incelendiğinde uygulamanın olumlu etkisine ait pek çok sonuç göze çarpmaktadır. Kumar ve arkadaşlarının işlem sonrası 24 aylık takip sonuçlarını bildirdiği bir yazıda; nöropatik ağrılı hastalarda doğru endikasyon konularak yapılmış SKS sonucu hastaların yaşam kalitelerinde belirgin düzelme, ağrıda önemli azalmayla beraber fonksiyonel kapasitelerinde iyileşme gözlemlendiği belirtilmektedir (39). Aynı yazarların başarısız bel cerrahisi sendromu olan olgularda klasik yöntemlerle SKS karşılaştırılmış ve klasik medikal tedavilere göre belirgin bir olumlu farklılık olduğu vurgulanmıştır (40). Başarısız bel cerrahisinde inatçı radiküler ağrı durumlarında, tekrarlayan reoperasyonlar yerine SKS uygulamasının çok daha etkili ve iyi sonuçlar verdiği bir başka çalışmada belirtilmektedir (41). Refleks sempatik distrofilerde de ağrıyı azaltarak yaşam kalitesinin düzelttiği yönünde çalışmalar göze çarpmaktadır (42, 43).

SKS prosedürü pahalı bir tedavi seçimi gibi algılansa da yapılan çalışmalar konvansiyonel tedaviye oranla daha kazançlı olduğunu göstermiştir. Kumar ve arkadaşları SKS'nin maliyet etkinliği ile ilgili yapmış oldukları çalışmada 104 tane

BBCS'li hastanın tedavi maliyetini analiz etmişlerdi. 104 hastanın 60'ına SKS prosedürü uygulanmış kalan 44'üne ise konvansiyonel tedavi yapılmıştır. İki grubun 5 yıl boyunca tüm tanı ve tedavi masrafları kaydedilmiştir. Bu süre sonunda SKS grubunda hasta başına düşen maliyet 29.123 dolar iken konvansiyonel tedavi grubunda hasta başına hesaplanan maliyet 39.029 dolar olarak raporlanmıştır (44). Mekhail ve arkadaşlarının yapmış olduğu başka bir çalışmada ise bir yılda hasta başına olan kazancın 17.903 dolar olduğu bildirilmiştir (45). North ve arkadaşlarının 50 BBCS'li hasta ile yaptığı randomize kontrollü çalışmada SKS prosedürü uygulanan hastaların narkotik analjezik kullanımında %87'lik anlamlı bir azalma olduğu saptanmıştır (46). Fiume ve arkadaşlarının 55 BBCS'li hastayı içeren retrospektif çalışmada hastaların %56'sına SKS implantasyonu uygulanmıştır. SKS öncesi %91 major %9 minor analjezik kullanan hastaların 55 aylık izlem sonunda %29'u hiç analjezik kullanmazken, %35'i minor, %35'i de major analjezik kullanır hale gelmiştir. SKS öncesi çalışması mümkün olmayan %36 hasta ise işe geri dönmüş (47). De La Porte ve arkadaşları 78 adet BBCS'li hastayı retrospektif olarak değerlendirmişler. Hastaların %55'ine SKS implantasyonu uygulanmıştır. 4 yıllık izlem sonunda SKS uygulanan hastaların %61'inin günlük aktivitelerinde anlamlı artış görülürken %22 oranında hasta yeniden çalışmaya başlamıştır (48).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, retrospektif tanımlayıcı bir araştırmadır.

Çalışmada, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Algoloji Bilim Dalı kliniğinde Şubat 2011-Ocak 2015 tarihleri arasında spinal kord stimülasyonu(SKS) uygulanan 62 hastanın işlem öncesi ve sonrasındaki ağrı düzeyleri, analjezik ilaç kullanımları, uyku düzenleri değerlendirilmiş, işlem memnuniyetleri, günlük aktivite değişiklikleri ve işe dönüş süreleri sorgulanmıştır. Ayrıca meydana gelen komplikasyonlar raporlanmıştır. Çalışmaya 18 yaş üstündeki her hangi bir organ yetmezliği olmayan, ASA 1-2 kategorisine uyan, gebe olmayan, yakın zamanda gebelik planlamayan spinal kord stimulatörü implante edilen hastalar dâhil edilmiştir. Tüm hastaların spinal kord stimülasyonu girişimi ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi için onamları dosyalarında mevcuttu. Hasta değerlendirmesi işlem sonrası rutin poliklinik kontrolleri sırasında yapılmıştır.

Visuel Analog Skalası (VAS) ve hasta memnuniyet anketi ile bel ağrılarının şiddeti ve hastaların memnuniyet seviyeleri belirlenmiştir.

VAS değerlendirmesinde bir çizginin iki ucunda subjektif kategorinin iki uç tanımlayıcı kelimesi bulunur. Hastaya bu çizgi üzerinde ağrısının şiddetine uyan yere bir işaret koyması söylenir.

Vizüel Analog Skala	
Talimatlar: Şu anda ağrınızın şiddetini aşağıdaki çizgi üzerinde işaretleyiniz	
Hiç ağrı yok (0)	Hayal edilebilecek en kötü ağrı (10)

Şekil 2.1. Vizüel Analog Skala

Hasta memnuniyet anketi ise çok memnun olma (5), kısmen memnun olma (4), nötr (3), kısmen memnun olmama (2) ve hiç memnun olmamadan (1) oluşan 5 maddelik bir ankettir.

2.1. Spinal Kord Stimülatörü Yerleştirme Tekniği

Hastalar SKS yerleştirilmesi için ameliyathane odasına alındı. Operasyon için pron pozisyonda ameliyat masasına yatırıldı. Monitörizasyonda EKG, noninvaziv kan basıncı ölçümü ve palsoksimetre kullanıldı. Hastalar steril olarak boyanıp örtüldükten sonra sedasyon için 0.05 mg/kg midazolam ve analjezi için 1-2 mikrogram/kilogram dozunda fentanil titre edilerek uygulandı.

Girişim yerine lokal anestezi enjeksiyonu yapıp intervertebral aralıkta orta hatta küçük bir insizyon oluşturularak insizyonun yanında elektrotun bağlantı kablolarının yerleştirileceği bir cep oluşturuldu. T12-L1 vertebra aralığından 14 G Touhy / 16 G R-K iğne ile paramedian ve 45 dereceye yakın açı ile epidural aralığa girildi. Epidural aralığa girilip girilmediği skopi görüntülemesi ile kontrol edildi. Epidural iğne içerisinden epidural bölgede elektrotun rahat girişini sağlamak için yönlendirici gönderilip sonrasında elektrot skopi kontrolü altında ilgili dermatoma doğru ilerletildi.

Değişik stimülasyon modları ile uyaran verilerek, parestezi hissinin, hastanın ağrılı alanını en uygun kapsadığı yer belirlenip elektrot cilt altına sabitlendi. Elektrotun ara bağlantıları cilt altından geçirilerek uzak bir noktadan çıkarıldı.

Operasyon sonrası hastalar derlenme odasında 3 saat takip edildi. Uygun stimülatör ayarları yapıldı. Hastalara ve yakınlarına cihazı nasıl kullanmaları gerektiği detaylı olarak anlatıldı.

Deneme süresi sonunda başarılı bir sonuç alınmışsa kalıcı sistemin yerleştirilmesi için intervertebral aralığa yerleştirilen parça kalıcı elektrotla bağlanarak işlem tamamlandı.

2.2. İstatistiksel Analiz

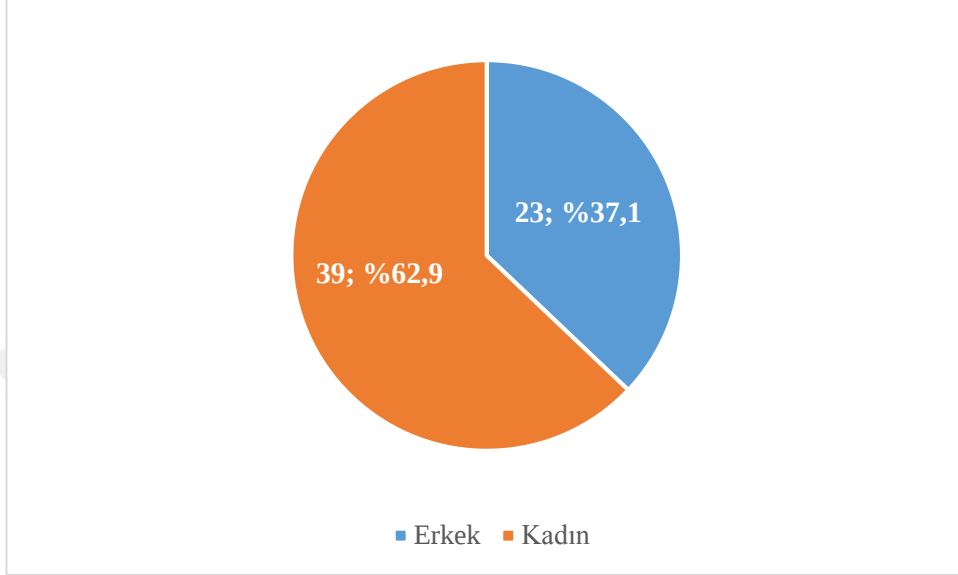
Tanımlayıcı istatistikler frekans, yüzde, ortalama, standart sapma (SS) ve medyan, minimum (min), maksimum (maks) değerleri ile sunulmuştur. Kategorik verilerin analizinde Pearson Chi-Square veya Fisher'in Kesin Testi kullanılmıştır. İki grubun ölçüm değerleri arasındaki farkın analizinde normallik varsayımı Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiş, normal dağılıma uymadığı durumda Mann-

Whitney U testi, uyduğu durumda iki ortalama arası fark testi (t testi) yapılmıştır. İki ölçümün SKS takılmadan önceki ve sonraki değeri arasındaki farkların analizinde Wilcoxon Eř Testi kullanılmıştır. SKS takılmadan önceki ve sonraki kategorik değışkenler arasındaki farkın analizinde Stuart-Maxwell Testi kullanılmıştır. 0,05'den küçük p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Analizler SPSS 22.0 paket programı ile yapılmıştır.



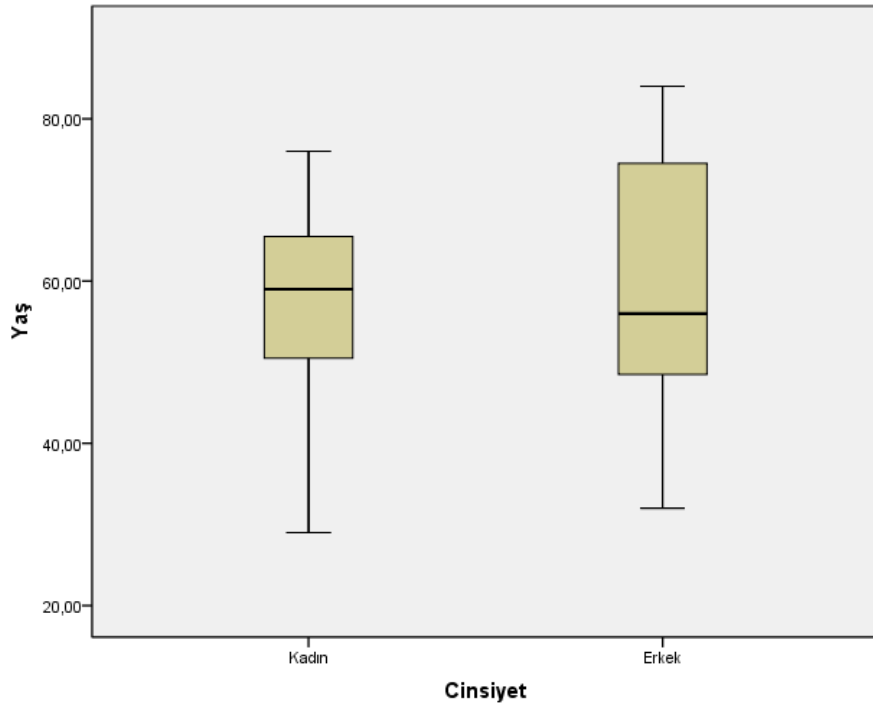
3. BULGULAR

Çalışmaya 62 hasta dâhil edilmiştir. Çalışmada yer alan hastaların 39 (%62,9)'u kadın, 23 (%37,1)'i erkektir.



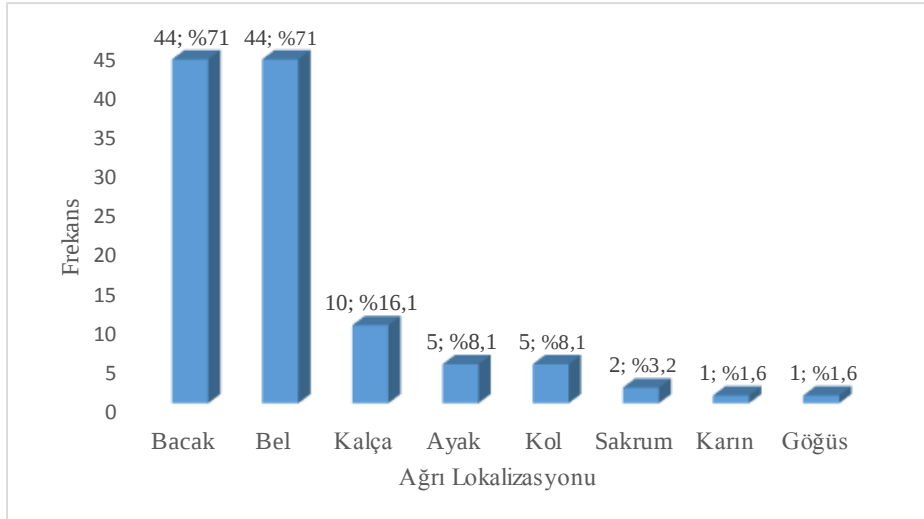
Şekil 3.1. Hastaların cinsiyet dağılımı

Genel yaş ortalaması $57,95 \pm 13,16$ olup kadınların yaş ortalaması $56,9 \pm 11,86$, erkeklerin yaş ortalaması $59,74 \pm 15,22$ 'dir. Kadınların yaşı ile erkeklerin yaşı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Student t testi; $p=0,447$).



Şekil 3.2. Çalışmadaki hastaların cinsiyetlerine göre yaş dağılımı

Çalışmadaki hastalarda en çok görülen ağrı lokasyonu %71 ile bacak ve bel iken, bunu %16,1 ile kalça, %8,1 ile ayak ve kol ağrısı takip etmektedir. Hastalarda en az görülen ağrı lokasyonu ise karın ve göğüs ağrısıdır.



Şekil 3.3. Hastaların ağrı lokasyonu dağılımı

Hastaların büyük bir çoğunluğuna Başarısız Bel Cerrahisi Sendromu(BBCS) diğer adıyla Postlaminektomi Sendromu(PLS) (n=57; %91,9),

geriye kalan 2(%3,2) hastaya anjina,3(%4,9) hastaya da kompleks rejyonel ağrı sendromu tanıları nedeni ile SKS uygulanmıştır.

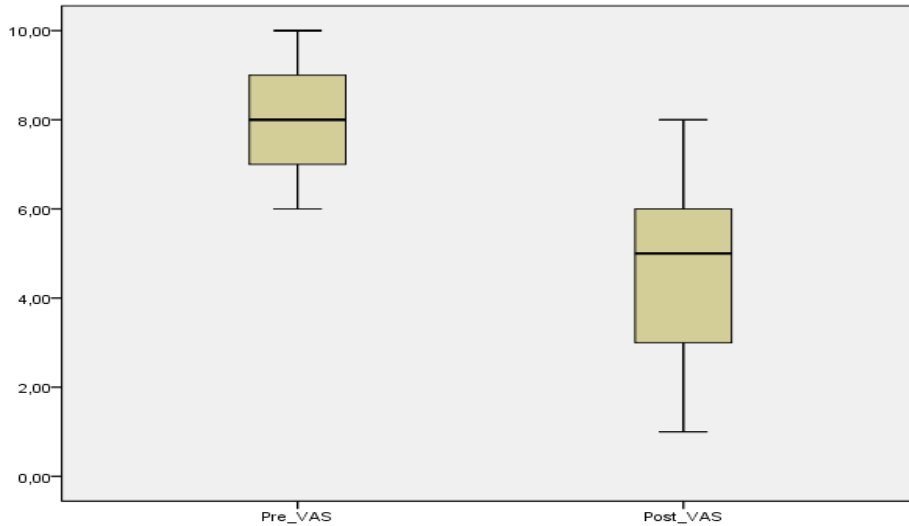
Çizelge 3.1. Hastalara konulan tanıların dağılımı

		n	Yüzde (%)
Tanı	PLS	57	91,9
	Diğer	5	8,1

Çalışmadaki hastaların SKS takılmadan önceki VAS ve SKS takıldıktan sonraki VAS skorları ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. SKS takılmadan önce hastaların VAS skoru medyanı 8 (min:6; maks:10) iken SKS takıldıktan sonra VAS skoru 4,5'e (min:1; maks:8) düşmüştür. VAS skorlarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Mann Whitney U Test; $p<0,001$).

Çizelge 3.2. Hastaların SKS implantasyonundan önceki VAS ve SKS implantasyonundan sonraki VAS skorları

Değişkenler	Ortalama	SS	Medyan	Min	Maks	p
PREVAS	7,92	1,04	8,00	6,00	10,00	<0,001
POSTVAS	4,60	1,77	4,50	1,00	8,00	



Şekil 3.4. Hastaların SKS uygulanmadan önceki VAS ve SKS uygulandıktan sonraki VAS skorları

Hastaların SKS uygulanmadan önceki VAS ve SKS uygulandıktan sonraki VAS skorları arasındaki fark incelendiğinde, VAS değerleri ortalama 3,32 (standart sapma: 2,26) birim azalmıştır. Ayrıca hastaların %85,5'inin VAS değerinde düşüş gözlenmiştir.

Çizelge 3.3. Hastaların SKS uygulanmadan önceki VAS ve SKS uygulandıktan sonraki VAS skorları arasındaki fark ve fark olup olmama oranı

Değişken	Ortalama $\pm$ SS	Medyan (Min-Maks)
VASFARK	3,32 $\pm$ 2,26	3,5 (0-9)
VASFARK n (%)		
VAS fark yok	9	%14,5
VAS fark var	53	%85,5

Hastaların SKS uygulanmadan önceki gece uykusu ve SKS uygulandıktan sonraki gece uykusu ile ilgili bilgi toplanmıştır. Uyku durumlarına göre çok kötü,kötü ve iyi olarak üç gruba ayrılan hastaların oranları çizelge 3.4'te gösterilmiştir. SKS uygulanmadan önce gece uykusu çok kötü olan 4 hastanın tamamı,SKS uygulandıktan sonra uyku düzeni iyi olarak değişmiştir. SKS uygulanmadan önce gece uykusu kötü olan 51 hastanın 25 (%49)'ünün SKS uygulandıktan sonra uyku durumunda bir değişiklik görülmemiş, 26 (%51)'sının ise uyku düzeni iyi hale gelmiştir. SKS uygulanmadan önce uyku düzeni iyi olan 7 hastanın hiçbirinde uyku saatleri düzensiz hale gelmemiştir. SKS uygulanmadan önceki ve sonraki uyku durumları karşılaştırılan hastaların anlamlı düzeyde uyku durumlarında iyileşme görülmüştür (Stuart-Maxwell Test; $p<0,001$).

Çizelge 3.4. Hastaların SKS uygulanmadan önceki gece uykusu ve SKS uygulandıktan sonraki gece uykusu

		SKS sonrası uyku								P
		Çok kötü		kötü		İyi		Toplam		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
SKS öncesi uyku	Çok kötü	-	-	-	-	4	100	4	65	0,001
	Kötü	-	-	25	45	26	51	51	82,3	
	İyi	-	-	-	-	7	100	7	11,3	
	Toplam	-	-	25	40,3	37	59,7	62	100	

Hastaların aldığı ilaçların SKS uygulanmadan önce ve SKS uygulandıktan sonraki dozları ve azalma olup olmadığı Tablo 8’de sunulmuştur. SKS uygulanmadan önce 24 hasta (%38,8) opioid almaktadır. SKS uygulandıktan sonra opioid kullanımı oranı %19,4 (n=12)’e düşmüştür. Opioid kullanan 3 hastada bu ilacın kullanım dozu azalmıştır.

Çizelge 3.5. İşlem öncesi opioid kullanma oranları

İlaç	n	%
Pre-SKS-opioid kullanan	24	%38,8
Pre-SKS opioid kullanmayan	38	%61,2

Çizelge 3.6. İşlem sonrası opioid kullanımındaki değişiklikler

Post-SKS-opioid kullanımı		n	%
	Kullanan	12	%19,4
	Azaltan	3	%25
	Bırakan	12	%50

SKS uygulaması sonrası opioid kullanan hastaların %50 si ilaç kullanmayı bırakmış.%25 inde ise doz azaltıldığı sonucu bulunmuştur.

SKS uygulanmadan önce 57 hasta (%91,9) NSAİİ kullanmaktadır. SKS uygulandıktan sonra NSAİİ kullanımı oranı %48,4 (n=30)'e düşmüştür. NSAİİ kullanan 8 hastada bu ilacın kullanım dozu azalmıştır.

Çizelge 3.7. İşlem öncesi NSAİİ kullanma oranları

İlaç	n	%
Pre-SKS-NSAİİ kullanan	57	%91,9
Pre-SKS-NSAİİ kullanmayan	5	%9,1

Çizelge 3.8. İşlem sonrası NSAİİ kullanma oranları

		n	%
Post-SKS-NSAİİ kullanımı	Kullanan	30	48,4
	Azaltan	8	14
	Bırakan	32	59

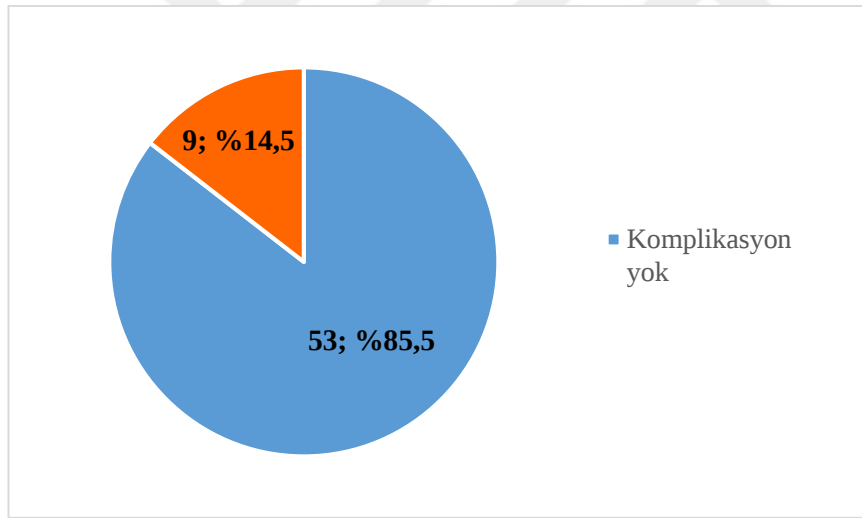
SKS uygulaması sonrası NSAİİ kullanan hastaların %59'u ilaç kullanmayı bırakmış.%14 ünde ise doz azaltıldığı sonucu bulunmuştur.

Hastaların SKS uygulandıktan sonraki memnuniyet düzeyleri, günlük aktivite değişiklikleri ve işe dönüş zamanları değerlendirilmiştir. Hastaların %50'si orta memnun veya oldukça memnun olduğunu belirtmiş, geriye kalan hastalar ise az memnun veya memnun olmadığını belirtmiştir. Hastaların %51,6'sı günlük aktivite değişikliğini %50'den fazla, %43,5'i %50'den az ve %4,8'i günlük aktivitelerinde değişiklik olmadığını belirtmiştir. İşe dönüş süreleri incelendiğinde, hastaların ortalama 20,37 gün (standart sapma: 16,68), medyan 14 gün (min:2; maks:90) içerisinde işe dönüşleri gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.9. Hastaların SKS uygulandıktan sonraki memnuniyet düzeyleri, günlük aktivite değişiklikleri ve işe dönüş zamanları

Değişkenler	Kategori	n	Yüzde (%)
Memnuniyet	Hiç memnun değil	5	8,1
	Kısmen memnun değil	18	29,0
	Nötr	8	12,9
	Kısmen memnun	22	35,5
	Çok memnun	9	14,5
Günlük Aktivite Değişikliği	>%50	32	51,6
	<%50	27	43,5
	Değişiklik yok	3	4,8
		Ortalama ± SS	Medyan (Min-Maks)
İşe Dönüş		20,37 ± 16,68	14 (2-90)

Hastaların yalnızca 9’unda (%14,5) SKS uygulaması ile birlikte komplikasyon görülmüş, %85,5’inde komplikasyon görülmemiştir. En sık görülen komplikasyon türü ise %33,3 oranın da enfeksiyondur.



Şekil 3.5. Hastaların komplikasyon görülme durumları

4. TARTIŞMA

SKS ilk kez Shelay ve ark. tarafından 1967’de tanımlanmıştır. Yöntem nöropatik ağrı, kompleks regional ağrı sendromu, anjina pektoris ve BBCS gibi çeşitli kronik ağrı durumları için kullanılmıştır. SKS’nin çok iyi bilinmeyen etki mekanizmasıyla ilişkili ilk aydınlatma Melzack ve Wall tarafından ‘kapı kontrol teorisi’ ileri sürülerek yapılmıştır (49).

Kapı kontrol teorisine göre dorsal kolonun büyük diamaterindeki nonnosiseptif sensoryal lifler uyarıldığında inhibitör nörotransmitter olan GABA salınıp küçük diamaterin nosiseptif sensoryal liflerinin aktivasyonu azaltılır. Böylece SKS ağrı hissinde inhibitör bir etki yaratmış olur.

Çalışmamız 2011-2015 yılları arasında kliniğimizde uygulanan SKS prosedürü ile ilgili deneyimlerimizi değerlendirdiğimiz retrospektif bir çalışmadır. Bu süreç içinde 62 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Bu tarama araştırmalarımıza göre Türkiye’deki en büyük vaka serisidir. Çalışmada yer alan hastaların 39’u (%62,9) kadın, 23’ü (%37,1) erkektir.

SKS uygulaması ile ilgili olan en geniş vaka serisine sahip çalışmalardan biri Cleveland klinikte 2000-2005 yılları arasındaki 707 vakalık seridir (50). Mekhail ve arkın bu çalışmada da SKS uygulanan hastalar, bizim çalışmamızla benzer şekilde ağırlıklı olarak kadın hastalardır (%42,3 erkek , %57,7 kadın). Fakat yaş ortalamaları konusunda belirgin farklılık vardır. Vaka serimizde genel yaş ortalaması $57,95 \pm 13,16$ iken, Cleveland klinikteki vaka serisinin yaş ortalaması 46 ± 15 olarak bulunmuştur. Çalışmamızdaki hastalara göre daha genç bir hasta popülasyonudur. Mekhail ve arkın vaka serisinde yaş aralığı bizim çalışmamıza göre çok geniş olup en genç hasta 14 en yaşlı hasta 82 yaşındadır. Kliniğimizde ise en genç hasta 29 en yaşlı hasta 84 yaşında idi.

Daha önce bahsedildiği üzere pek çok endikasyonda kullanılabilen SKS bizim çalışmamızda en çok BBCS nedeni ile kullanılmıştır. 57(%91,9) hastaya BBCS tanısı konurken, geriye kalan 2(%3,2) hastaya anjina,3(%4,9) hastaya da kompleks rejyonel ağrı sendromu tanıları konulmuştur. Mekhail ve arkın çalışmasında endikasyon sıralamasında 345 hasta ile KRAS birinci sırada, 235

hasta ile BBCS ikinci sırada yer almaktadır. Diğer endikasyonlar ise sayısal üstünlüklerine göre sıralanırsa Periferik nöropati (70), göğüs karın pelviste viseral ağrı (37), Periferik arter hastalığıdır (20).

Kumar ve Toht'un da BBCS tanısı ile SKS uygulanan 182 hastalık vaka serisi mevcuttur (51).

Çalışmada BBCS nedeniyle SKS yapılan 182 hastada SKS etkinliğini değerlendirmişler. Deneme sürecinde 182 hastanın 165'inde ağrı şiddetinde tatmin edici azalma görülmüş ve kalıcı sisteme geçilmiş. Hastaların $8,8 \pm 4,5$ yıl boyunca takiplerinde 182 hastanın %48'inde ağrı şiddetinde %50 ve daha fazla azalma tespit edilmiş. Bizim SKS prosedürü uyguladığımız hastaların 57 tanesinde deneme süreci başarılı olup kalıcı sisteme geçilmiştir.

Elizabeth sparkers ve arkın yaptığı prospektif çalışmada SKS uygulanan 56 hasta 12 ay boyunca izlenmiş. Hastaların ağrı skorları (VAS), anksiyete ve depresyon varlığı değerlendirilmiş. 12 ay sonunda ağrı, anksiyete ve depresyon skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüş. 16 (%28,6) hastanın ağrısında minimal (%10-%30), 5 (%8,9) hastada orta (%30-%50) ve 14 (%25) hastada önemli (>50) ölçüde klinik gerileme görülmüş (52).

Rod S. Taylor ve ark. kronik bel ve bacak ağrısı olup, SKS uygulanan hastaların ağrılarındaki azalmayı ve ağrı ile ilişkili faktörleri değerlendiren 74 çalışmayı içeren bir metaanaliz yapmışlar. Bu 74 çalışmanın 63 tanesi ağrıdaki azalmayı değerlendirmiş. Çalışmadaki hastaların %58'inin ağrısında anlamlı (>50) bir azalma olduğu sonucu bulunmuş (53). Biz de vaka serimizde hastaların SKS uygulanmadan önceki VAS ve SKS uygulandıktan sonra 6.aydaki VAS skorlarını karşılaştırdık. SKS uygulanmadan önce hastaların VAS skoru medyanı 8 (min:6; maks:10) iken SKS'den sonra VAS skoru 4,5'e (min:1; maks:8) düştü. VAS skorlarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Mann Whitney U Test; $p<0,001$).

Hastaların SKS takılmadan önceki VAS ve SKS takıldıktan sonraki VAS skorları arasındaki fark incelendiğinde, VAS değerleri ortalama 3,32 (standart sapma: 2,26) birim azaldı. Ayrıca hastaların %85,5'inin VAS değerinde anlamlı düşüş gözlemlendi.

Kronik ağrı insan hayatında pek çok olumsuz duruma yol açmaktadır. Fiziksel ve emosyonel acı, ailesel ve sosyal bozukluklar, yetenek ve iş gücü kaybı, uyku bozuklukları başlıcaları olarak sayılabilir.

Ramineneni ve arkları BBCS, nöropatik ağrısı, KRAS'ı olan hastalarda SKS'nin uyku kalitesi üzerine etkisini araştırmışlar. Uyku kalitesini Insomnia Severity Index (ISI) ve Epworth Sleepiness Scale'larını (ESS) kullanarak değerlendirmişler. 27 hasta çalışmaya alınmış. 6 ay boyunca takip edilmiş. Kalıcı SKS takılan hastalara yaşam kalitesini, uyku düzenini ve ağrı şiddetini sorgulayan 6 ayrı anket uygulanmış. ISI skorlarında anlamlı düşme görülmüş. Uykusuzluktaki azalmanın ağrı şiddetindeki azalma ile korele olduğu tespit edilmiş. Sonuç olarak SKS sonrası görülen ağrıdaki azalmanın, uyku kalitesini arttırdığı ve yaşam kalitesini iyileştirdiği sonucuna varılmış (54).

Obuchi ve arklarının yaptığı 2015 yılında yayınlanan 6 hastayı içeren vaka serisinde kronik ağrısı olan hastaların SKS öncesi ve sonrası uyku kaliteleri araştırılmış. SKS sonrası 6 hastadan 5'inde ağrıda azalma ve uyku kalitesinde artış görülürken bir hastanın ağrısında azalma olmamasına rağmen uyku kalitesinde artış gözlenmiş (55).

Yaptığımız çalışmada hastaların uyku düzenleri sorgulandığında SKS öncesi uyku kalitesi çok kötü olan 4 hastanın tamamının SKS'den sonra uyku kalitesinin arttığı, işlem öncesi uyku kalitesinin kötü olduğunu belirten 51 hastanın 25 (%49)'ünün SKS uygulandıktan sonra uyku durumunda bir değişiklik görülmediği, 26 (%51)'sının ise uyku saatlerinin düzenli hale geldiği bulundu. SKS uygulanmasından önceki ve sonraki uyku kaliteleri karşılaştırıldığında hastaların uyku kalitelerinde anlamlı düzeyde iyileşme görüldü (Stuart-Maxwell Test; $p < 0,001$).

Kronik ağrı tedavisinde oral analjezik ilaç kullanımı oldukça geniş yer tutmaktadır. Nonsteroid antiinflatuar ilaçlar (NSAİİ) ve oral opioid analjezikler en sık kullanılan ajanlardır. Bir çok SKS çalışmasında analjezik kullanımda önemli derecede azalma gösterilmiştir. Örneğin Ohnmeiss ve ark. (56) SKS implantasyonundan 2 yıl sonra hastaların %84'ünün opioid kullanımını bıraktığını veya azalttığını gözlemişler. North ve ark (57) ise yaptıkları retrospektif çalışmada

SKS ile tedavi edilen hastaların %58'inde, analjezik kullanımını bırakma veya azaltma rapor etmişlerdir. Buna karşılık Burchiel ve ark. (58). İmplantasyondan 1 yıl sonrasındaki opioid kullanımını bırakan hastaların vaka serisinin sadece %7'si olduğunu gözlemlemişler.

Rebecca A. Sanders ve ark. 2001 ve 2011 yılları arasında SKS takılan hastaları retrospektif olarak ağrı skoru, hasta memnuniyeti ve opioid gereksinimleri açısından değerlendirmiş. Çalışmaya dahlil edilen 199 hastanın implantasyon öncesi oral alınan morfin eşdeğeri dozu (OME) kaydedilmiş. Kaydedilen verilere göre implantasyon öncesi ortalama OME değeri 50.19 iken bu değer işlem sonrası 1.yılda 28.91'e düşmüş. Bu gerileme istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiş (59).

Çalışmamızda SKS sonrası hastaların analjezik ilaç kullanımlarındaki değişiklikleri değerlendirdik. SKS uygulaması sonrası opioid kullanan hastaların %50'sinin ilaç kullanmayı bıraktığı, %25'inin ise doz azalttığı sonucunu bulduk. NSAİİ kullanan hastaların ise %59'unun ilaç kullanmayı bıraktığı, %14'ünün doz azalttığı sonucu bulundu.

Bizim çalışmamızın kısıtlı yönlerinden biri hastaların kullandıkları ilaç dozlarının net olarak bilinmemesiydi. Buradaki belirsizlik hastaların sosyokültürel seviyelerinin düşüklüğü nedeni ile kullandıkları ilaç dozunu bilmemelerinden ileri gelmekteydi. Bu sebeplerden SKS uygulamamızın, hastaların kullandıkları ilaç dozunu ne oranda azalttığını belirleyemedik. Analjezik azaltma ve bırakma şeklinde veriler elde ettik.

Kronik ağrı tedavisi uzun ve meşakkatli bir süreci içerir. Konvansiyonel tedavi süresinin uzun olması ve hasta beklentilerini tam olarak karşılamaması nedeni ile hastaların memnuniyet seviyeleri genellikle düşük olarak gözlemlenmektedir. SKS implantasyonunun hasta memnuniyeti üzerine olan etkileri ise daha yüz güldürücü olmuştur.

Kumar ve ark. (60) Yaptığı SKS'nin etkinliğini araştıran çok merkezli prospektif randomize kontrollü çalışmada BBCS olan 100 hasta konvansiyonel tedavi ve SKS tedavisi olmak üzere iki gruba ayrılıp 12 ay boyunca takip edilmiş. SKS grubunda aksial ağrı yoğunluğunda azalma, yaşam kalitesinde artma ve yüksek tedavi memnuniyeti görülmüş. Rebecca A. Sanders ve ark. 2001 ve 2011

yılları arasında SKS uygulanan 199 hastanın %84.27'sinin implantasyondan memnun olduğu sonucuna varmışlar (59).

Biz de çalışmamızda hastalara, SKS uygulandıktan sonraki memnuniyet düzeylerini hasta memnuniyet anketi aracılığı ile sordüğümüzda; hastaların %50'sinin orta memnun veya oldukça memnun, geriye kalan hastaların ise az memnun veya memnun olmadığı sonucuna ulaştık.

Çoğu çalışmada fiziksel aktivitedeki iyileşmeler genelde hastaların kendi ifadelerine göre değerlendirilir. Bu konuda daha objektif değerlendirme işe dönüş süresine göre yapılabilir. Çalışmamıza dâhil olan hastaların işe dönüş sürelerini incelediğimizde, hastaların ortalama 20,37 gün (standart sapma: 16,68), medyan 14 gün (min:2; maks:90) içerisinde işe dönüşlerinin gerçekleştiğini bulduk.

Hastaların günlük aktivitelerinde meydana gelen farklılıklar tedavi etkinliğinin çok önemli bir göstergesidir. Aynı zamanda günlük aktivitedeki artış ve hastaların kendi öz bakımlarını yapabilmeleri yaşam kalitesini arttıran en önemli faktörlerden biridir. Çalışmamızdaki hastaların %51,6'sı günlük aktivite değişikliğini %50'den fazla, %43,5'i %50'den az ve %4,8'i günlük aktivitelerinde değişiklik olmadığını belirtmiştir.

Pek çok invaziv girişimde olduğu gibi SKS implantasyonu sırasında ve sonrasında hafif veya ciddi komplikasyonlar görülebilir. Epidural implantasyonlarda görülebilen, dura rüptürü, spinal kök veya kord hasarı, kanama, enfeksiyon gibi erken komplikasyonların yanı sıra, en sık rastlanan komplikasyon elektrot dislokasyonu ve migrasyonudur. Bu komplikasyonlar ile sistem sonlandırılmaz ve çeşitli revizyonlar ile tekrar sürdürülebilir (61).

Tracy Cameron 20 yıllık literatür derlemesi ile kronik ağrıda SKS tedavisinin etkinliğini ve güvenilirliğini araştırmış. Yazar toplamda 3679 hasta içeren 68 çalışma değerlendirmiş. Yapılan literatür taramasında kronik ağrıda SKS tedavisinin güvenli ve etkin bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Komplikasyonlarsa led migrasyonu, epidural hemoraji, seroma, hematoma, paralizisi fazla veya yetersiz stimülasyon, alerjik reaksiyon, cilt erozyonu, led kırılması, cihaz malfonksiyonu, temas kaybı olarak sıralanmış. En sık komplikasyon hastaların

%13.2'sinde(361) görülen led migrasyonu olarak bulunmuş. En ciddi komplikasyon olan paralizi ise sadece 1 vakada görülmüş (62).

A.Mekhail ve ark.ın Cleveland klinikte araştırmış oldukları 707 hastalık vaka serisinde ise hastalarda ağrı, seroma, led migrasyonu, cihazla ilgili başarısızlık ve enfeksiyonu içeren komplikasyonları tespit etmişler. Hiç bir hastada SKS prosedürüne bağlı kalıcı nörolojik defisit veya ölüm gibi ciddi komplikasyon görülmemiş. 1 hastada enfeksiyon belirtisi olmayan seroma görülmüş. 86 (%12) hastada jeneratörün olduğu tarafta ağrı belirlenmiş. İmplantasyon yapılan 527 hastanın 119 (%22,6)'unda led migrasyonu olmuş. 50 (%9,5) hastada led konneksiyon bozukluğu,33 (%6) hastada da led kırılması tespit edilmiş. 707 hastanın 32 (%4,5)'sinde enfeksiyon gelişmiş (63).

Çalışmamızda hastaların yalnızca 9'unda (%14,5) komplikasyon görülmüş, %85,5'inde komplikasyon görülmemiştir. En sık görülen komplikasyon türü 3 hastada görülen enfeksiyondur. Diğerleri ise 1 hastada hematoma,2 hastada sinyal iletiminde yetersizlik,1 hastada elektrot migrasyonu,1 hastada BOS kaçağı,1 hastada da yanma tarzında ağrı komplikasyonu görüldü. Enfeksiyon meydana gelen hastalardaki sistemler komple çıkarılıp 1 hastaya 4 ay sonra yeniden SKS implantasyonu yapıldı. BOS kaçağı olan hastaya kan yaması, elektrot migrasyonu ve sinyal yetersizliği olan hastalara da revizyon uygulandı.

5. SONUÇLAR

SKS modern ağrı tedavisinde oldukça popüler bir tedavi yöntemi olarak uygulanmaktadır. Yapılan çalışmalarda; kompleks bölgesel ağrı sendromu, anjina, periferik vasküler hastalık ve başarısız bel cerrahisi sendromu gibi pek çok endikasyonu bulunan SKS'nin kronik ağrılı hastalarda etkin ve güvenilir bir tedavi prosedürü olduğu gösterilmiştir. Yaptığımız çalışmada SKS prosedürü uyguladığımız hastaların ağrı seviyelerinin azaldığını, buna bağlı uyku düzenleri ve günlük aktivitelerinin iyileştiği sonucunu bulduk ancak çalışmamızın kısıtlayıcı yönlerinden biri olan SKS implantasyonunun iki farklı uygulayıcı tarafından yapılmış olması ve iki farklı firmaya ait cihaz kullanılması sebebiyle bu değişkenlerin hasta sonuçlarını etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Yapılan diğer çalışmalar ve bizim çalışmamızın gösterdikleri doğrultusunda SKS 'nin kronik ağrı palyasyonunda etkili ve güvenilir bir tedavi yöntemi olduğu düşüncesindeyiz.

6. ÖZET

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Algoloji Kliniğinde Spinal Kord Stimülasyonu Uygulanan Hastaların Retrospektif Değerlendirilmesi

Kronik ağrı hala sık görülen ve tedavide zorluklarla karşılaşılan bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (1-3). Hayat boyunca spinal ağrının prevalansı %65-80 olarak bilinmektedir (17-19).

Ağrı tedavisi yöntemlerinin gelişiminde elde edilen bilimsel temeller ve klinik bilgiler ışığında son 40 yılda uygulanmaya başlayan nöromodülasyon teknikleri önemli bir yer tutmaktadır. Nöromodülasyon uygulamaları ağrı yollarının dinamik ve/veya fonksiyonel inhibisyonu temeline dayanır.

Spinal kord stimülasyonu, hastanın omuriliğine düşük voltajlı elektrik akımı verilerek hedeflenen bölgede beyne giden ağrı sinyallerinin iletiminin engellenmesi ve ağrının kesilmesi işlemidir. Spinal Kord Stimülasyonu (SKS) ilk olarak 1967 yılında bir beyin cerrahı olan Dr. Norman Shealy ve ark. tarafından kullanılmıştır. Bu yeni uyarı tedavisinin uygulanmaya başlandığı yıllarda elektriksel stimülasyonun sadece medulla spinalisin dorsal boynuzunu etkileyeceği düşünüldüğünden “Dorsal Kolon Stimülasyonu” (DKS) adı verildi. Ancak ileriki yıllarda elektriksel uyarının medulla spinalisin her yerinde inhibisyon sağladığı ortaya konulduğundan bu işlemin adı Spinal Kord Stimülasyonu (SKS) olarak değiştirildi (28).

SKS nin ağrı üzerine olan mekanizması hala tam olarak anlaşılamamıştır. Günümüzde SKS’nin etki mekanizması ile ilgili pek çok teori öne sürülmektedir. Bunlar arasında kapı kontrol teorisi, spinotalamik nöronların direkt inhibisyonu, desendan modulator etkiler, sempatik aktivitenin değişikliğe uğraması ve nörokimyasal modülasyon mevcuttur.

SKS Başarısız bel cerrahisi sendromu (BBCS), Radikular ağrı sendromu veya disk hernisine bağlı radikülopati, Postlaminektomi ağrı, Multiple operasyonlar, Başarısız disk cerrahisi, Dejeneratif Disk Hastalığı (konservatif ve cerrahiye dirençli ağrısı olan), Periferik kozalji, Epidural fibroz, Araknoidit veya

lumbar adhesive araknoidit, Kompleks rejyonel ağrısındromu (KRAS), Refleks sempatik disrtrofi (RSD), Vertebral metastazı bulunan kanser ağrıları endikasyonlarıyla uygulanabilir.

Çalışmamızda, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Algoloji Bilim Dalı kliniğinde Şubat 2011-Ocak 2015 tarihleri arasında spinal kord stimülasyonu(SKS) uygulanan 62 hastanın işlem öncesi ve sonrasındaki ağrı düzeyleri, analjezik ilaç kullanımları, uyku düzenleri değerlendirilmiş, işlem memnuniyetleri, günlük aktivite değişiklikleri ve işe dönüş süreleri sorgulanmıştır. Ayrıca meydana gelen komplikasyonlar raporlanmıştır.

Yaptığımız çalışmada SKS prosedürü uyguladığımız hastaların ağrı seviyelerinin azaldığını, buna bağlı uyku düzenleri ve günlük aktivitelerinin iyileştiği sonucunu bulduk ancak çalışmamızın kısıtlayıcı yönlerinden biri olan SKS implantasyonunun iki farklı uygulayıcı tarafından yapılmış olması ve iki farklı firmaya ait cihaz kullanılması sebebiyle bu değişkenlerin hasta sonuçlarını etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak; yapılan diğer çalışmalar ve bizim çalışmamızın gösterdikleri doğrultusunda SKS ‘nin kronik ağrı palyasyonunda etkili ve güvenilir bir tedavi yöntemi olduğu düşüncesindeyiz.

Anahtar Sözcükler : Spinal Kord Stimülasyonu, Başarısız Bel Cerrahisi Sendromu, Bel Ağrısı

7. ABSTRACT

A Retrospective Study Evaluation of Patients Undergoing Spinal Cord Stimulation in Algology Clinic of Akdeniz University Faculty of Medicine

Chronic pain is a common problem which causes difficulties on patients' treatment. Prevalence of spinal pain is 65-80% during the life.

Neuromodulation technic occupies an important place in pain management during last forty years. Neuromodulation is based on inhibition of pain pathways dynamically and functionally.

The main principle in spinal cord stimulation (SCS) is administering a low voltage electrical current to the spinal cord of patients and inhibiting the transmission of pain signals to the brain within the targeted area, therefore creating an analgesia. SCS was firstly used in 1967 by Dr. Norman Shealy and et al. When SCS used newly, it was thought affecting only dorsal horn cells. So It was called as a dorsal column stimulation. Shortly thereafter it was determined that the electrical stimulation provides inhibition on the whole medulla spinalis. So the system's name was changed as a spinal cord stimulation.

The mechanisms of SCS by which it modulates pain, are not yet fully understood. There are many theories about mechanisms. Some of them are gate control mechanism, direct inhibition of spinothalamic neuron, descending modulator effects, changes on sympathetic activity and neurochemical modulation.

SCS is used for various indications such as Failed Back Surgery Syndrome, radicular pain syndrome, radiculopathy related disc hernia, failed disc surgery, postlaminectomy pain, degenerative disc disease, peripheral causalgia, epidural fibrosis, arachnoiditis, complex regional pain syndrome, reflex sympathetic dystrophy and cancer pain.

62 patients applied SCS were included in retrospective study from february 2011-january 2015 in Akdeniz University medicine faculty algology department. We asked about patients' VAS values before and after procedure, analgesic medicine usings, sleep disorders, pleasure after procedure, daily activity improvement and time of going back to work.

We found that decrease on the patients' pain severity and improvement on quality of sleep and daily activities. But there were limitations such as applying SCS by two different pain specialist and using two different companys' system. We thought these factors could effect our results.

As a result; Our study and the other studies show that SCS is reliable and effective procedure on chronic pain management.

Key words : Spinal Cord Stimulation, Failed Back Surgery Syndrome, Low Back Pain



8. KAYNAKLAR

1. Borenstein DG. Chronic Low Back Pain. *Rheum Dis Clin North Am* 1996; 22(3): 439-56.
2. Wall DP, Melzack R. *Textbook of pain*. Fourth edition. Churchill livingstone 1999, pp539-558.
3. Waddell G. and Frymoyer JW. Acute and Chronic Pain. In: *Occupational Low Back Pain. Assessment, Treatment and Prevention*. Eds. Pope MH, Andersson GBJ. St. Louis. Mosby Year Book, 1991: 71-93.
4. Schnitzer TJ. update on guidelines for the treatment of chronic musculoskeletal pain. *Clin Rheumatol*. 2006;25 (Supp):222-29.
5. Manchikanti L, Derby R, Wolfer L, Singh V, Datta S, Hirsch JA. Evidence-Based Medicine, Systematic Reviews, and Guidelines in Interventional Pain Management. *Pain Physician* 2009;12: 929-963.
6. Dean BZ., Williams FH, King JC, Goddard MJ. Pain Rehabilitation 4. Therapeutic Options in Pain Management. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75(5): 27.
7. Aşık I. Ağrının nörofizyolojisi. *Tüzüner Anestezi Yoğun Bakım Ağrı; MN Tıp Kitabevi* 2010: 1513-1521.
8. Rexed B (1952). The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the cat. *J Comp neuro* 196 (3): 414-95.
9. McQuaid KR, Laine L. Systematic review and metaanalysis of adverse events of low-dose aspirin and clopidogrel in randomized controlled trials. *Am J Med*. 2006;119:624-38.
10. Towheed TE, Judd MJ, Hochberg MC, Wells G. Acetaminophen for osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003:CD004257.
11. Van Tulder MW, Scholten RJ, Koes BW, Deyo RA. Nonsteroidal antiinflammatory drugs for low back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine*. 2000;25: 2501-13.

12. Wegman A, van der Windt D, van Tulder M, Stalman W, de Vries T. Nonsteroidal antiinflammatory drugs or acetaminophen for osteoarthritis of the hip or knee? A systematic review of evidence and guidelines. *J Rheumatol*. 2004;31: 344-54.
13. Zhang W, Jones A, Doherty M. Does paracetamol (acetaminophen) reduce the pain of osteoarthritis? A meta-analysis of randomised controlled trials. *Ann Rheum Dis*. 2004;63: 901-7.
14. Lai KC, Chu KM, Hui WM, Wong BC, Hu WH, Wong WM. Celecoxib compared with lansoprazole and naproxen to prevent gastrointestinal ulcer complications. *Am J Med*. 2005;118:1271-8.
15. Aldemir T. Ağrılı hastalarda ağrı ölçümü. Erdine S (ed). Ağrı, Üçüncü baskı. İstanbul: Nobel Matbaacılık; 2007:133-9.
16. Talu GK. Ağrılı hastanın değerlendirilmesi, Erdine S (ed). Ağrı, Üçüncü baskı. İstanbul: Nobel Matbaacılık; 2007: 61-9.
17. Chorti A.G., Chortis A.G., Strimpakos N, McCarthy C.J, and Lamb S.E. The Prognostic Value of Symptom Responses in the conditions: a systematic review. *J Pain Symptom Manage*. 2004;28: 140-75.
18. Bair MJ, Robinson RL, Katon W, Kroenke K. Depression and pain comorbidity: a literature review. *Arch Intern Med*. 2003;163:2433-45.
19. Wormgoor MEA, Indahl A, van Tulder MV, Kemper HCG.. The impact of aerobic fitness on functioning in chronic back pain. *Eur Spine J* 2008; 17(4): 475-483.
20. Cochrane Back Review Group. Muscle Conservative Management of Spinal Pain. A Systematic review. *Spine* 2009;34: 2686-99.
21. Chou R, Peterson K, Helfand M. Comparative efficacy and safety of skeletal muscle relaxants for spasticity and musculoskeletal relaxants for nonspecific low back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration. *Spine*. 2003;28: 1978-92.
22. Guzzman J, Esmail R, Karjalainen K et al. Multidisciplinary rehabilitation for chronic back pain: systemic review. *BMJ* 2001;322:1511-16.

23. Deyo RA, Rainville J, Kent DL. What can the history and physical examination tell us about low Back pain? JAMA. 1992;268:760-5.
24. Borenstein DG. Chronic Low Back Pain. Rheum Dis Clin North Am 1996; 22(3): 439-56.
25. Wall DP, Melzack R. Textbook of pain. Fourth edition. Churchill livingstone 1999, pp539-558.
26. Waddell G. and Frymoyer JW. Acute and Chronic Pain. In: Occupational Low Back Pain. Assessment, Treatment and Prevention. Eds. Pope MH, Andersson GBJ. St. Louis. Mosby Year Book, 1991: 71-93.
27. Schnitzer TJ. update on guidelines for the treatment of chronic musculoskeletal pain. Clin Rheumatol. 2006;25 (Sup):222-29.
28. Krames ES: Mechanisms of action of spinal cord stimulation. Waldman SD (ed), Interventional pain management, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2001:561-565.
29. Barolat G. Spinal cord stimulation for chronic pain management. Arch Med Res. 2000;31: 258–262.
30. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. Science. 1965;150:971–979.
31. Cui JG, Meyerson BA, Sollevi A, Linderöth B. Effect of spinal cord stimulation on tactile hypersensitivity in mononeuropathic rats is potentiated by simultaneous GABA(B) and adenosine receptor activation. Neurosci Lett. 1998;247:183–186.
32. Dubuisson D. Effect of dorsal-column stimulation on gelatinosa and marginal neurons of cat spinal cord. J Neurosurg. 1989;70: 257–265.
33. Ren B, Linderöth 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: 244–249.
34. Meyerson BA, Ren B, Herregodts P, Linderöth B. Spinal cord stimulation in animal models of mononeuropathy: effects on the withdrawal response and the flexor reflex. Pain. 1995;61: 229–243.

35. Oakley JC, Prager JP. Spinal cord stimulation: mechanisms of action. *Spine (Phila Pa 1976)*2002;27: 2574–2583.
36. Krames ES: Spinal cord stimulation and intractable pain: Patient selection. Waldman SD (ed), *Interventional Pain Management*, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2001:566-570.
37. Bedder MD: Implantation techniques for spinal cord stimulation, Waldman SD (ed), *Interventional pain management*, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2001:571-578.
38. Damaian Bendersky and Claudio Yampolsky: *World Neurosurgery* 82(6):1359-1368, december 2014.
39. Kumar K, Taylor RS, Jacques L, Eldabe S, Meglio M, Molet J, Thomson S, O'Callaghan J, Eisenberg E, Milbouw G, Buchser E, Fortini G, Richardson J, North RB: The effects of spinal cord stimulation in neuropathic pain are sustained: A 24-month follow-up of the prospective randomized controlled multicenter trial of the effectiveness of spinal cord stimulation. *Neurosurgery* 63(4):762-770, 2008.
40. Kumar K, Taylor RS, Jacques L, Eldabe S, Meglio M, Molet J, Thomson S, O'Callaghan J, Eisenberg E, Milbouw G, Buchser E, Fortini G, Richardson J, North RB: Spinal cord stimulation versus conventional medical management for neuropathic pain: A multicentre randomized controlled trial in patients with failed back surgery syndrome. *Pain* 132(1-2):179-188, 2007.
41. North RB, Kidd DH, Farrokhi F, Piantadosi SA: Spinal cord stimulation versus repeated lumbosacral spine surgery for chronic pain: A randomized, controlled trial. *Pain* 132(1-2):179-188, 2007.
42. Kemler MA, Barendse GA, van Kleef M, de Vet HC, Rijks CP, Furnée CA, van den Wildenberg FA: Spinal cord stimulation in patients with chronic reflex sympathetic dystrophy. *N Engl J Med* 343(9):618-624, 2000.
43. Kemler MA, De Vet HC, Barendse GA, Van Den Wildenberg FA, Van Kleef M: The effect of spinal cord stimulation in patients with chronic reflex sympathetic dystrophy: Two years' follow-up of the randomized controlled trial. *Ann Neurol* 55(1):13-18, 2004.

44. Kumar K, Malik S, Demeria D. Treatment of chronic pain with spinal cord stimulation versus alternative therapies: cost-effectiveness analysis. *Neurosurgery*. 2002 Jul;51(1):106-15; discussion 115-6.
45. Mekhail NA, Aeschbach A, Stanton-Hicks M. Cost benefit analysis of neurostimulation for chronic pain. *Clin J Pain*. 2004 Nov-Dec;20(6):462-8.
46. 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(1):98-106; discussion 106-7.
47. Fiume D, Sherkat S, Callovini GM, Parziale G, Gazzeri G Treatment of the failed back surgery syndrome due to lumbo-sacral epidural fibrosis. *Acta Neurochir Suppl*. 1995; 64:116-8.
48. De La Porte C, Van de Kelft E. Spinal cord stimulation in failed back surgery syndrome. *Pain*. 1993 Jan; 52(1):55-61.
49. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science*. 1965; 150:971–979.
50. Nagy A, Mekhail, Manu Mathews, Fady Nageeb, Maged Guirguis, Mark N. Mekhail, Jianguo Cheng. Retrospective Review of 707 Cases of Spinal Cord Stimulation: Indications and Complications. 2010 World Institute of Pain, Pain Practice, Volume 11, Issue 2, 2011 148–153.
51. Kumar K, Toth C. The role of spinal cord stimulation in the treatment of chronic pain postlaminectomy. *Curr Pain Headache Rep* 1998; 2: 85-92.
52. Elizabeth Sparkes, Rui V Duarte, Stacey Mann, Tony R Lawrence, Jon H Raphael. Analysis Of Psychological Characteristics Impacting Spinal Cord Stimulation Treatment Outcomes: A Prospective Assessment. *Pain Physician* 2015 May-Jun;18(3): E369-77.
53. Rod S. Taylor PhD, Mehul J. Desai MD, Philippe Rigoard MD and Rebecca J. Taylor MSc. Predictors of Pain Relief Following Spinal Cord Stimulation in Chronic Back and Leg Pain and Failed Back Surgery Syndrome: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis. *Pain Practice* Volume 14, Issue 6, pages 489–505, July 2014.
54. Ramineni, P, Patel, L, Haller, F, Argoff, P. The Impact of Spinal Cord Stimulation on Sleep Patterns. *Neuromodulation*. 2016 Feb 5.

55. Obuchi M, Sumitani M, Shin M, Ishii K, Kogure T, Miyauchi S, Yamada Y. Spinal cord stimulation ameliorates neuropathic pain-related sleep disorders: a case series. *Neuromodulation*. 2015 Apr;18(3):191-3.
56. Ohnmeiss DD, Rashbaum RF, Boddanffy GM. Prospective evaluation of spinal cord stimulation in patients with intractable leg pain. *Spine* 1996;21: 1344–51.
57. North RB, Kidd DH, Zahurak M, et al. Spinal cord stimulation for chronic, intractable pain: experience over two decades. *Neurosurgery* 1993;32: 384–94.
58. Burchiel KJ, Anderson VC, Brown FD, et al. Prospective, multicenter study of spinal cord stimulator for relief of chronic back and extremity pain. *Spine* 1996;21: 2786–94.
59. Sanders RA, Moeschler SM, Gazelka HM, Lamer TJ, Wang Z, Qu W, Hoelzer BC. Patient Outcomes and Spinal Cord Stimulation: A Retrospective Case Series Evaluating Patient Satisfaction, Pain Scores, and Opioid Requirements. *Pain Pract*. 2015 Aug 27.
60. Kumar K, Taylor RS, Jacques L, 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*. 2007;132:179–188.
61. Bedder MD. Implantation techniques for spinal cord stimulation, Waldman SD (ed), *Interventional pain management*, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2001:571-578.
62. Cameron T. Safety and efficacy of spinal cord stimulation for the treatment of chronic pain: a 20-year literature review. *J Neurosurg*. 2004 Mar;100(3 Suppl Spine):254-67.
63. Nagy A, Mekhail, Manu Mathews, Fady Nageeb, Maged Guirguis, Mark N. Mekhail, Jianguo Cheng. Retrospective Review of 707 Cases of Spinal Cord Stimulation: Indications and Complications. 2010 World Institute of Pain, *Pain Practice*, Volume 11, Issue 2, 2011 148–153.