



T.C. YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ

**T.C. YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
NÖROLOJİ ANABİLİM DALI**

**PUDENDAL NÖROPATİ ÖN TANILI HASTALARDA
PUDENDAL EMG İLE PUDENDAL MRG
ARASINDAKİ KORELASYONUN SAPTANMASI:
RETROSPEKTİF ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Handan UZUNÇAKMAK UYANIK

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Burcu ÖRMECİ

İSTANBUL, 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖNSÖZ.....	iii
SİMGE ve KISALTMALAR.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Periferik Sinirlerin Embriyolojisi.....	3
2.2. Periferik Sinir Sistemi Anatomisi.....	5
2.2.1. Pleksus Lumbosakralis.....	6
2.2.1.1. Pleksus Lumbalis.....	6
2.2.1.2. Pleksus Sakralis.....	6
2.2.1.3. Pudental Sinir Anatomisi.....	9
2.3. Periferik Sinir Sistemi Fizyolojisi.....	11
2.3.1. Periferik Sinir Özellikleri.....	11
2.3.2. Periferik Sinir Lifleri.....	12
2.4. Periferik Sinir Yaralanması.....	15
2.4.1. Wallerian Dejenerasyonu.....	15
2.4.2. Aksonal Dejenerasyon.....	16
2.4.3. Segmental Demiyelinizasyon.....	16
2.4.4. Periferik Sinir Yaralanmasında Sınıflama.....	19
2.4.4.1. Seddon Sınıflaması.....	19

2.4.4.2. Sunderland Sınıflaması.....	21
2.4.5. Periferik Nöropati.....	22
2.4.5.1. Tuzak Nöropati.....	23
2.4.5.2. Pelvik Bölge Tuzak Nöropatileri.....	27
2.4.5.3. Pudental Tuzak Nöropati.....	29
2.5. Pudental Nöropati Tanısında Magnetik Rezonans	
Nörografinin Yeri.....	32
2.6. Pudental Nöropati Tanısında Somatosensöriyel Uyarılmış	
Potansiyellerin Yeri.....	35
2.6.1. Pudental SEP'in Pudental Tuzak Nöropatide Tanı	
Koydurucu Gücü.....	39
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	43
4. BULGULAR	46
5. TARTIŞMA	56
6. SONUÇ	63
7. ÖZET	64
8. SUMMARY	66
9. KAYNAKLAR	68

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimimin son yılında bana destek olan ve kendimi geliştirmem adına yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım başta sayın rektörümüz Prof. Dr. Canan Aykut Bingöl olmak üzere Prof. Dr. Berrin Aktekin'e teşekkürlerimi sunarım.

Nöroloji Anabilim Dalı'nda beraber çalışırken bilgilerini bana cömertçe aktaran, tezimin hazırlanması aşamasında bana arşivini açan ve desteğini her zaman hissettiren değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Burcu Örmeci'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Asistan doktorluğum süresince deneyimlerini bana aktaran ve beraber çalışmaktan onur duyduğum uzmanlarım Uzm. Dr. Halide Rengin Bilgen ve Uzm. Dr. Hakan Şilek'e çok teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimimin ilk 3 yılını geçirdiğim Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Kliniği'nde görev yapmış başta Uzm. Dr. Aslıhan Taşkiran Sağ ve Dr. Öğr. Üyesi Gül Yalçın Çakmaklı ile halen görev yapmakta olan Doç. Dr. Oğuzhan Kurşun olmak üzere tüm hocalarım ve uzmanlarıma sonsuz teşekkürler ederim.

Nöroloji asistan doktoru olarak görev yaptığım halde Hacettepe Üniversitesi Nörolojik Bilimler ve Psikiyatri Enstitüsü'nde doktora dersleri almamı sağlayan başta enstitü müdürü Prof. Dr. Turgay Dalkara olmak üzere Doç. Dr. Hülya Karataş Kurşun hocalarıma ayrıca çok teşekkür ederim.

Asistan doktorluğum süresince birlikte eğitim almaktan mutluluk duyduğum asistan doktor arkadaşlarıma, çalışırken bana yardımcı olan teknisyen, hemşire ve personel arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Son olarak beni bugünlere getiren, yetiştiren ve özellikle canım kızım Bilge Uyanık'ı büyütürken fedakarlıklarıyla hayatımı kolaylaştıran canımın içi annem Emel Uzunçakmak ve babam Halit Uzunçakmak'a, uzmanlık eğitimim boyunca yardımları ve destekleri ile her daim yanımda olan canım eşim Dr. Öğr. Üyesi Sadık Ahmet Uyanık'a tüm kalbimle sevgilerimi ve teşekkürlerimi iletmeyi bir borç bilirim.

SİMGE ve KISALTMALAR (Alfabetik sırayla)

- ADC: Apparent Diffusion Coefficient
ARAS: Asendan Retiküler Aktive Edici Sistem
BKAP: Birleşik Kas Aksiyon Potansiyeli
BT: Bilgisayarlı Tomografi
DAG: Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme
DTG: Difüzyon Tensör Görüntüleme
DSAP: Duyu Siniri Aksiyon Potansiyeli
EEG: Elektroensefalografi
EMG: Elektromiyografi
ENMG: Elektronöromiyografi
FA: Fraksiyonel Anizotropi
Hz: Hertz
MRG: Magnetik Rezonans Görüntüleme
MRN: Magnetik Rezonans Nörografi
MSS: Merkezi Sinir Sistemi
NSAID: Nonsteroidal Antiinflammatory Drug
PSEP: Pudental SEP
PSS: Periferik Sinir Sistemi
PSTN: Pudental Sinir Tuzak Nöropatisi
SEP: Somatosensöriyel Uyandırılmış Potansiyel
USG: Ultrasonografi
Ω: Ohm

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 1. Periferik sinir lifleri sınıflaması.....	12
Tablo 2. Periferik sinir yaralanması sınıflaması	19
Tablo 3. Tuzak nöropati tipleri.....	26
Tablo 4. Pudental tuzak nöropatide lokalizasyon ve semptom ilişkisi.....	31
Tablo 5. Pudental MR’da pudental nöropati ile uyumlu olan patolojik bulgular.....	34
Tablo 6. Çalışmaya katılan hastalarda cinsiyet dağılımı.....	46
Tablo 7. Hastaların yaşa bağlı verilerinin cinsiyete göre dağılımı.....	46
Tablo 8. Hastaların şikayetlerinin dağılımı.....	47
Tablo 9. Hastalarda yakınma sürelerinin dağılımı.....	48
Tablo 10. Hastaların pudental nöropatiye yönelik kullandıkları ilaçların cinsiyete göre dağılımı.....	49
Tablo 11. Hastalarda travma öyküsü oranı.....	50
Tablo 12. Hastalarda operasyon öyküsü oranı.....	50
Tablo 13. Hastalarda nöropatiye eşlik edebilecek diğer hastalıkların dağılımı.....	51
Tablo 14. Hastalarda klinik ön tanı olarak pudental nöropatide tutulan taraf dağılımı	51
Tablo 15. Hastalarda EMG bulguları ile yakınma tarafında pudental blok uygulamasının sonuçları.....	52
Tablo 16. Hastalarda EMG sonucuna göre pudental nöropatide tutulan taraf dağılımı..	52
Tablo 17. Klinik olarak pudental nöropati tanış alan hastalarda EMG ile tanının değerlendirilmesinde tutarlılık oranının cinsiyete göre dağılımı.....	53
Tablo 18. Klinik olarak pudental nöropati tanısı alan hastalarda MR ile tanının değerlendirilmesinde tutarlılık oranının cinsiyete göre dağılımı.....	54
Tablo 19. EMG ile pudental nöropati tanısı alan hastalarda MR ile tanının değerlendirilmesinde tutarlılık oranının karşılaştırılması.....	55

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 1. Periferik sinirlerin embriyolojik gelişimi.....	4
Şekil 2. Spinal sinirlerin oluşum şeması.....	5
Şekil 3. Lumbosakral pleksus anatomisi.....	9
Şekil 4. Pudental sinirin dalları.....	10
Şekil 5. Periferik sinir histolojisi.....	13
Şekil 6. Motor nöron yapısı.....	14
Şekil 7. Periferik sinir yaralanmasında hasarlanma şekilleri.....	18
Şekil 8. Pudental sinir 3T MR nörografisi.....	34
Şekil 9. St Mark's Hospital elektrodu.....	40

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Pudental sinirin tuzak nöropatisi (PSTN) perineal ağrının sık görülen nedenlerinden biridir. Tüm hastalarda çarpıcı ortak özellik, pudental sinir dağılım alanında genellikle oturma hareketi ile artan kronik ağrıdır. Etyolojisi net değildir ve tanısı, tipik öyküye dayanılarak klinik olarak konur.

Pudental nöropati genel popülasyonda %6.6 prevalansa sahip olup, sıklıkla kadınlarda görülmektedir (1). Etyolojisinde tuzaklanma, künt veya iyatrojenik travma (doğum, cerrahi vs.), enfeksiyon, tümör kompresyonu ya da infiltrasyonu gibi çeşitli nedenler olabilir. Bu etyolojiler, pudental siniri veya dallarını, izole ya da sakral ve pelvik sinirleri de içerebilecek şekilde etkileyebilir.

Günümüzde periferik sinir tuzaklanma ve hasarlanmalarının tanı ve takibinde en iyi ve ilk seçilen tetkik yöntemi elektronöromiyografidir (ENMG) (2, 3, 4). Periferik sinir yaralanmalarının tanısı ve ayırıcı tanısında kullanılan diğer yöntemler direk radyografi, bilgisayarlı tomografi (BT), magnetik rezonans görüntüleme (MRG), ultrasonografi (USG), miyelografi ve miyelo-BT'dir (5,6,7,8). Diğer fokal tuzak nöropatilerde olduğu gibi PSTN tanısında da nörofizyolojik testler tanıya yardımcı olmak amaçlı kullanılır. Bu testler, bulbokavernöz ve anal sfinkter iğne EMG çalışmaları, pudental sinir motor iletim çalışmaları, sakral refleks çalışmaları ve somatosensöriyel uyandırılmış potansiyel (SEP) çalışmalarını içerir (9,10). SEP çalışması non-invaziv, kolay uygulanabilen ve oturmaya müsait bir yöntem olması nedeni ile önemlidir.

Somatosensöriyel uyandırılmış potansiyel (SEP), bir dermatom veya duyuusal sinir üzerinden elektriksel uyarıya karşı merkezi sinir sisteminde (MSS) ortaya çıkan ve saçlı deriden kayıtlanabilen potansiyeller olarak tanımlanabilir (9). SEP incelemesinde bir anormalliği en iyi gösteren bulgu, lezyon düzeyinden ve bunun distalinden uyarı ile elde edilen potansiyellerin kaybolması veya latansının uzamasıdır (9,11).

Magnetik rezonans nörografi (MRN), periferik sinir patolojilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yüksek çözünürlüklü, non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir ve şüpheli pudental nöropati olgularında giderek daha fazla kullanılmaktadır (1).

Bu tez çalışmasında, 28.06.2012'den 10.04.2017 tarihine kadar Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı ENMG laboratuvarında pudental nöropati ön tanısı ile pozisyonel SEP çalışması yapılmış ve pudental sinir tuzak nöropatisi (PSTN) tanısı almış hastalarda pudental MRN'si yapılmış olanlar taranarak, hastalarda SEP ile konulan PSTN tanısı ile pudental MR nörografisinde saptanan patolojiler arasındaki korelasyonun belirlenmesi amaçlandı.



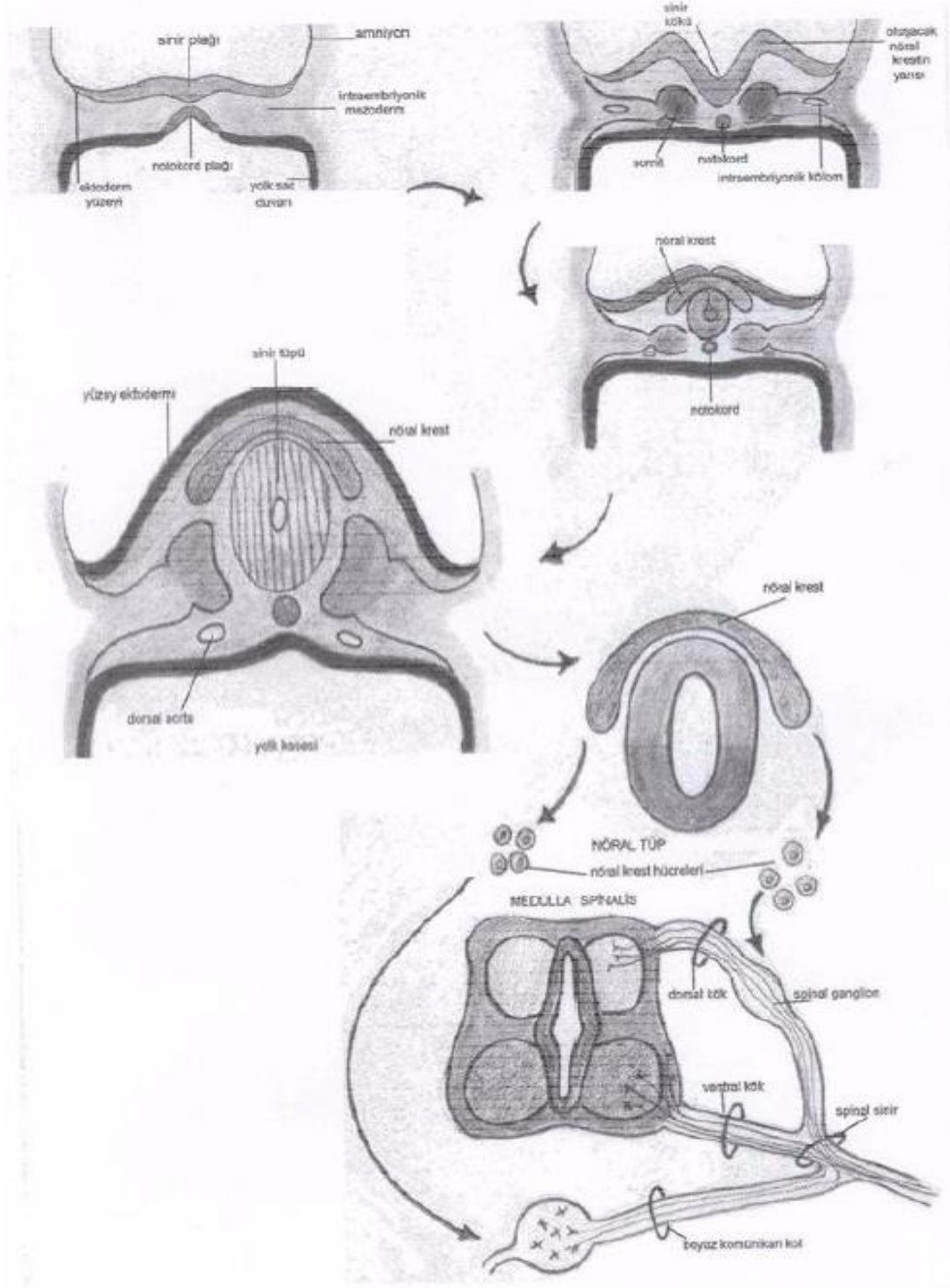
2. GENEL BİLGİLER

2.1. PERİFERİK SİNİRLERİN EMBRİYOLOJİSİ

Sinir sistemi ektodermden gelişir. Bu gelişimin olabilmesi için bir uyarı gereklidir. Bu uyarı korda dorsalisten (notokord) ve parakordial mezodermden gelir. İndüksiyon sonunda korda dorsalisin dorsal tarafındaki ektodermden 17. günde bir kalınlaşma olur. Bu oluşuma nöral plak adı verilir. Embriyo 18 gününü tamamlayınca nöral plak, yanlardan kalınlaşıp yükselerek önce nöral oluğu oluşturur, daha sonra 22 ve 28. günler arasında bu oluk kenarlardan birleşerek nöral kanalı oluşturur. Nöral kanal başlangıçta ektoderm ile temastadır ve temasın olduğu bu bölgelerden nöral kanalın iki yanına hücre göçü olur. Nöral kanalın iki yanında toplanan bu hücelere nöral krista adı verilir (12,13,14).

Periferik sinir sistemi (PSS), beyin ve medulla spinalis dışında kalan tüm sinirleri içerir. Periferik sinir sistemi içerisinde gangliyonlar, kranial, spinal ve periferik sinirler yer alır. Bu yapılar birçok kaynaktan gelişir. Periferik sinir sisteminin tüm duyu hücreleri krista nöralisten köken alır ve merkezi sinir sisteminin (MSS) dışında yerleşirler. Bazı ganglionlardaki hücreler hariç, PSS'deki duyu hücreleri önce iki adet kutup ya da çıkıntıya sahiptir. Fakat daha sonra bu iki kutup birleşerek tek kutuplu bir nöron oluşturur. Bu tek kutuplu nöron da, periferik ve santral çıkıntılara sahiptir. Periferik çıkıntı duyu hücrelerinde sonlanırken, santral çıkıntı medulla spinalis veya beyine girer. Afferent nöronlar ve aksonlar, krista nöralisten köken alan schwann hücreleri tarafından sarılırlar. Bu bağ dokusu mezenşimden köken alır ve endonöral kılıf şeklinde sinir liflerinde devam eder (12,13,14). Medulla spinalisteki motor sinir lifleri, 4. haftanın sonunda görülmeye başlar. Gelişen medulla spinalisin bazal plaklarındaki hücrelerden sinir lifleri ortaya çıkar ve yine bu sinir lifleri medulla spinalisin venterolateral yüzeyi boyunca sinir kökleri olarak devam eder. Bu sinir liflerinden belli kas gruplarına yönelenler birleşerek ventral sinir kökünü oluştururlar. Dorsal sinir kökleri ise; spinal ganglion hücrelerinin olduğu yer olan ve medulla spinalisin dorsolateraline göç eden krista nöralis hücrelerinin aksonları tarafından oluşturulur. Spinal ganglionlardaki nöronların santral ve periferik çıkıntıları spinal sinir lifini oluşturmak için birleşirler. Mikst yapıda bu spinal sinir lifleri, dorsal ve ventral dallara ayrılırlar (Şekil 1)(12). Primer dorsal dal; ekstensör (dorsal) kas gruplarını, vertebrayı,

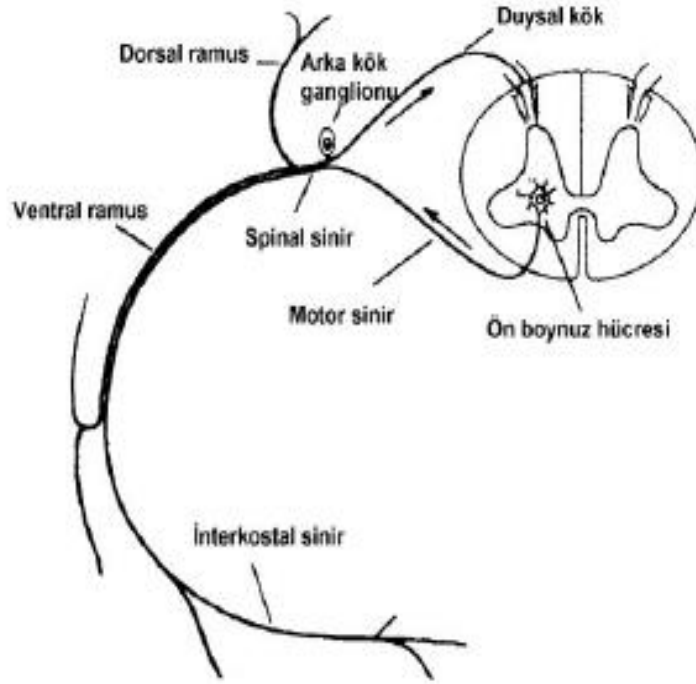
posterior intervertebral eklemleri, sırt cildini innerve eder. Primer ventral dal; servikal, brakial ve lumbosakral ana sinir pleksuslarını oluşturur. Vücudun fleksör kaslarını ve fleksör yüzeyini innerve eder (12,13,14).



Şekil 1: Periferik Sinirlerin Embriyolojik Gelişimi (13)

2.2. PERİFERİK SİNİR SİSTEMİ ANATOMİSİ

Periferik sinirler duysal, motor ve otonomik sinir liflerini içerirler. Medulla spinalis torakal ön boynuzunda yerleşmiş ikinci motor nöronların aksonları ön kökten medulla spinalisi terk ederler ve periferik motor sinir liflerini oluştururlar. Periferik duysal aksonların hücre gövdeleri ise medulla spinalis dışında, intervetrebral foramende yerleşimli arka kök ganglionu içindedir. Buradaki bipolar duysal nöronların periferik uzantıları periferik sinir içinde yer alırken santral uzantıları arka kök yoluyla medulla spinalise girerler. Her bir segmentte ön ve arka kökler medulla spinalis dışında birleşip spinal siniri oluşturur. Toplam 31 çift spinal sinir vardır (8 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral, 1 koksigeal). Spinal sinirler arka (dorsal rami) ve ön (ventral rami) dallara ayrılırlar (Şekil 2) (14,15,16).



Şekil 2: Spinal Sinirlerin Oluşum Şeması (15)

Arka dallar, omurganın üzerindeki cildin duyusunu ve paraspinal kasların innervasyonunu sağlar. Ön dallar ise göğüste interkostal sinirleri oluştururken, boyunda ve ekstremitelerde servikal, brakiyal ve lumbosakral pleksusları oluşturur (14,15,16).

Periferik motor sinirler kasları innerve ederler. Motor sinir terminalinde nöromüsküler kavşakta innerve ettiği kasla bağlantı kurar. Duyusal sinirler ise derideki çeşitli reseptörlerde son bulurlar. Bir spinal segmentin innerve ettiği tüm kaslar miyotom adını alırken, bu segmentin duyusundan sorumlu olduğu deri alanı ise dermatom adını alır. İstisnaları olmakla birlikte bir kas birden fazla miyotoma ait olurken, yani birden fazla spinal segmentten sinir alırken, bir deri bölgesi de birden fazla dermatoma aittir, dolayısıyla komşu dermatomlar birbirleriyle örtüşürler. Bu nedenle, bir periferik motor-duyusal sinir kesildiğinde innerve ettiği kaslar tam felce uğrarken ve duyusundan sorumlu olduğu deri alanı tam anestezi halinde olurken, bir spinal segment, radikler veya spinal sinir hasarında motor hasar kısmi olur, his kusuru ise belirgin olmaz (14,15).

2.2.1. PLEKSUS LUMBOSAKRALİS

2.2.1.1. PLEKSUS LUMBALİS

İlk üç lomber sinirin ön dalları ile 4. lomber spinal sinirin ön dalının büyük bir kısmı ve 12. torakal sinirin ön dalının küçük bir bölümünün birleşmesi ile pleksus lumbalis oluşur. Trunkus lumbosakralis 4. lomber spinal sinirin geriye kalan parçası ve 5. lomber spinal sinirin ön dalı ile birleşerek oluşur. Trunkus lumbosakralis ise pleksus sakralisin yapısına katılır. Alt ekstremitede ise lomber ve sakral pleksus net bir ayırım göstermediği için lumbosakral pleksus olarak birlikte anılırlar (Şekil 3) (14,15,17).

2.2.1.2. PLEKSUS SAKRALİS

Pleksus sakralis 1., 2. ve 3. sakral spinal sinirlerin ön dalları ile trunkus lumbosakralis (L4-L5) ve 4. sakral spinal sinirin ön dalından ince bir sinir lifinin birleşmesi ile oluşur. Pleksus sakralis, m. piriformis'in üzerinde, A. iliaca interna dallarının altında bulunur ve küçük pelvisi örten peritonla örtülüdür. Pleksusu oluşturan sinirler aşağı dışa doğru uzanırken birbirine yaklaşır ve bir üçgen şeklini alır. Buradan insan gövdesinin en kalın siniri olan N. siyatikus geçer (14,17,18).

Pleksus Sakralis Dalları:

N. gluteus süperior (L4, L5 ve S1): Aynı ismi taşıyan arter ve ven ile birlikte for. suprapiriformisten geçerek pelvis boşluğundan çıkar. Alt ve üst dallarına ayrılır ve m. gluteus medius ile birlikte m. gluteus minimus arasından geçerek aşağıya doğru uzanır. Bu iki kasa ve m. tensor fasya lataya motor dallar verir.

N. gluteus inferior (L5, S1, S2): For. infrapiriformisten geçerek pelvis boşluğundan çıkar. M. gluteus maksimusa motor dallar verir.

N. muskuli piriformis (S1, S2): M. piriformise motor dallar verir.

N. muskuli obturatori interni (L5, S1, S2): For. infrapiriformis yolu ile pelvisten ayrılır. M. gemellus süperior ve m. obturatorius internusa somatomotor dallar verir.

N. muskuli kuadrati femoris (L4, L5, S1): Pelvisten for. infrapiriformis yolu ile ayrılır. M. kuadratus femoris ile m. gemellus inferiora somatomotor, kalça eklemine de duyusal dallar verir.

N. kutaneus femoris posterior (S1, S2, S3): Yalnız duyusal lifler bulundurur. For. infrapiriformisten n.siyatikus ile birlikte çıkar. M. gluteus maksimusun altında aşağıya doğru uzanarak kasın alt kısmında deri altında çıkar. Uyluğun arkasında fossa popliteaya kadar olan bölge derisini innerve eder.

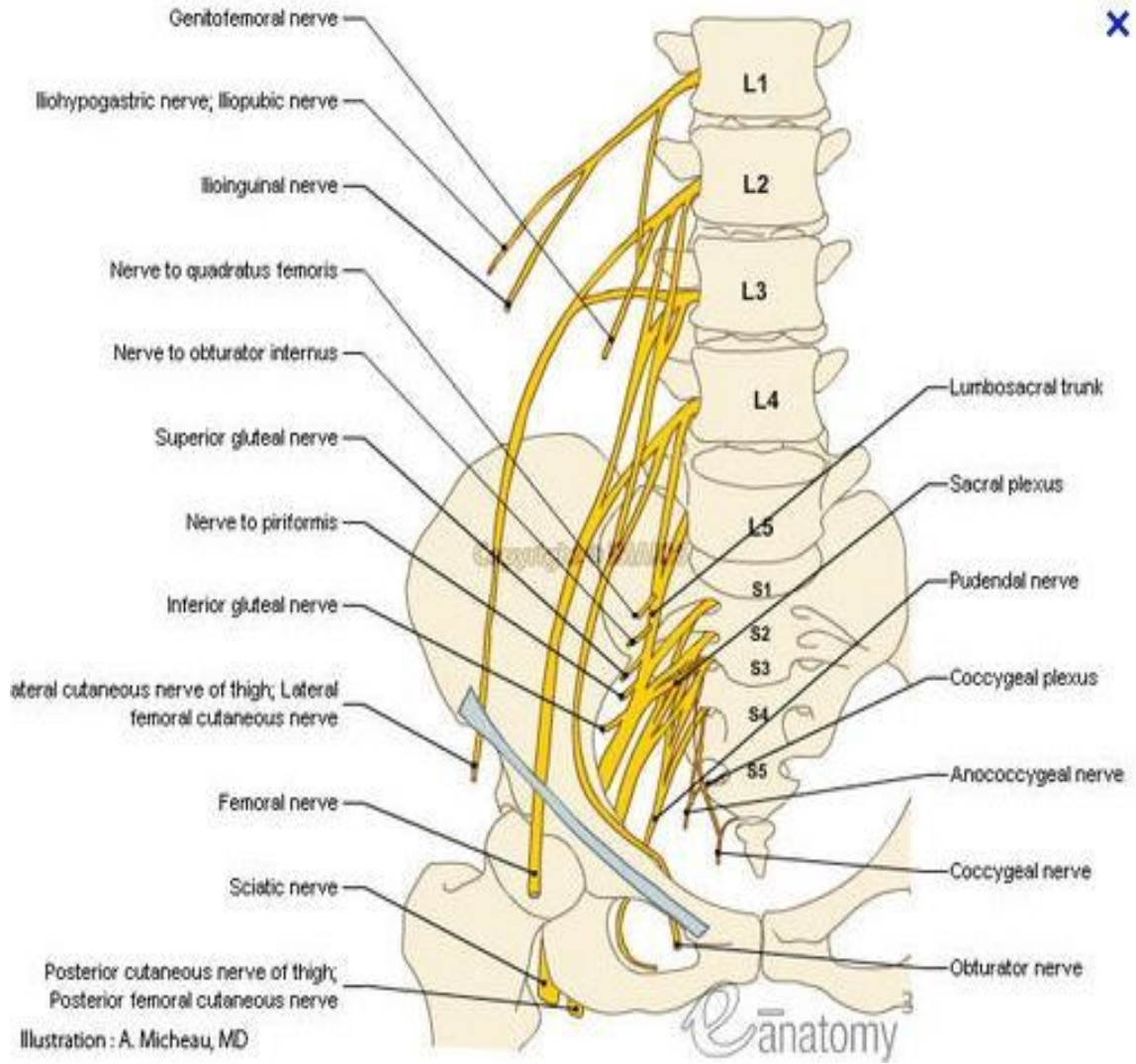
N. pudendus (S2, S3, S4): Pelvisi majör siyatik foramen aracılığıyla terk eder, sonra minör siyatik foramen aracılığıyla tekrar giriş yapar. İskiorektal fossanın lateral duvarı boyunca anterosüperior yönünde ilerler ve pek çok dala ayrılarak sonlanır. Perinenin iskelet kaslarını, eksternal üretral sfinkteri, eksternal anal sfinkteri ve m. levator aniye innerve eder. Penis, klitoris ve perine cildinin büyük kısmını innerve eder.

N. siyatikus (L4, L5, S1, S2, S3): İnsan vücudunun en kalın siniridir. Yapısına trunkus lumbosakralis ve ilk üç sakral spinal sinirin ön dalları katılır. For. infrapiriformis yolu ile pelvisi terk eder. M. gluteus maksimusun önünde ve uyluğun arkasında aşağıya doğru inerek fossa popliteaya kadar uzanır. Burada n. tibialis ve n. peroneus kommünis adı verilen iki dala ayrılır. Bu ayrılma uyluğun üst, orta veya alt kısmında olabilir.

N. peroneus k mm nis (L4, L5, S1, S2): Bu sinir fibula baŐını dolanarak bacağın  n yüzüne  tıktıktan sonra yüzeyel (süperfisiyalis) ve derin (profundus) dallarına ayrılır. Ayrılmadan önce m. biceps femorisin kısa başına motor dallar verir. N. peroneus süperfisiyalis, m. peroneus longus ve brevis motor dallar verir. Sinirin devamı n. kutaneus dorsalis medius ve n. kutaneus dorsalis intermedius dallarına ayrılır. Bu dallardan çıkan lifler 1.-4. ayak parmaklarının üzerini örten deride dağılır. N. peroneus profundus, daha derinde seyrederek ve ayağa kadar uzanır. 1. ve 2. parmağın birbirlerine bakan yüzlerini örten deride dağılan duysal lifler verir. Kas dalları ise m. tibialis anterior, m. ekstensör digitorum longus, m. ekstensör digitorum brevis, m. ekstensör hallucis longus ve m. ekstensör hallucis brevis ile m. peroneus tertius motor dallar verir.

N. tibialis (L4, L5, S1, S2, S3): Uyluğun arkasındaki m. biceps femorisin kısa başı hariç tüm fleksor kaslara (m. semimembranosus, m. semitendinosus ve m. biceps femorisin uzun başı) motor dallar verir. N. tibialis, fossa popliteadan itibaren bacağın arkasında a. tibialis posterior ile beraber aşağı doğru devam eder. Burada bacağın arkasındaki tüm fleksor kaslara motor dallar verir. Bu kaslar: m. gastrocnemiusun iki başı, m. popliteus, m. plantaris, m. soleus, m. fleksor digitorum longus ve m. fleksor hallucis longus.   malleolun arkasından ayak tabanına geçerek n. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis olmak üzere iki u  dalını verir. Bu iki u  daldan çıkan lifler ayak tabanındaki tüm kasları ve ayak tabanı derisini innerve eder.

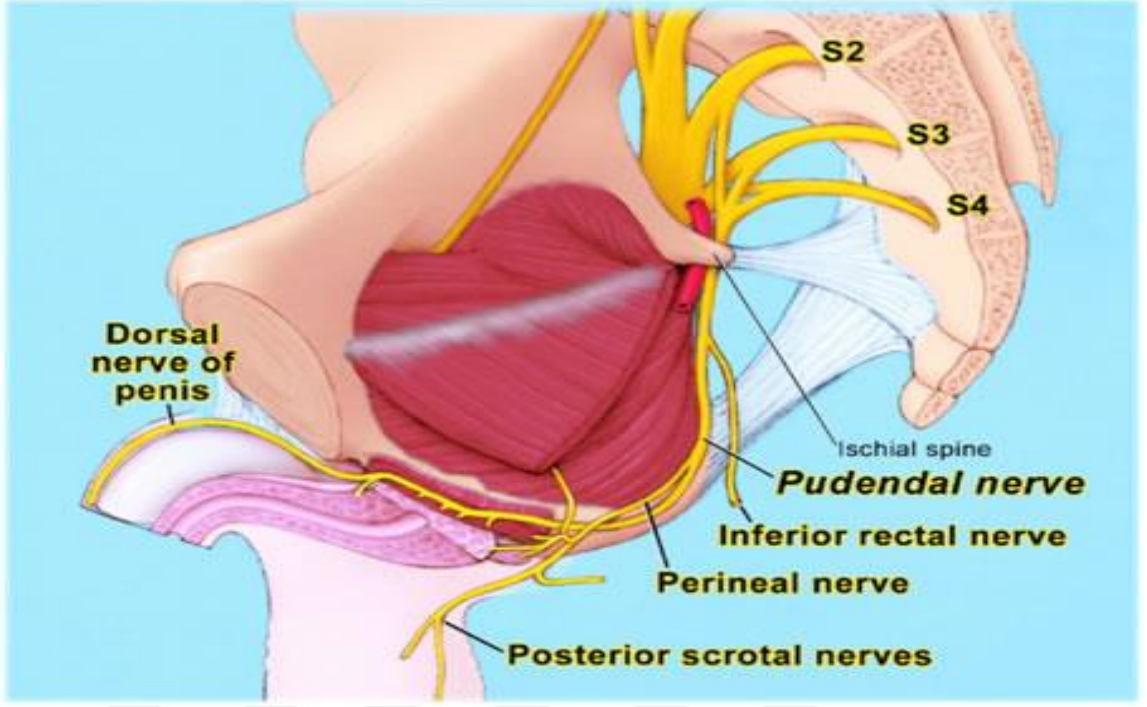
N. suralis: N. kutaneus sura medialis (n. tibialis) ile n. kutaneus sura lateralis (n. peroneus k mm nis) adı verilen iki deri dalının bacağın arka orta kısmında birleşmesi sonucu oluşur. Dış malleolun arkasından geçerek ayak sırtının dış kısmında k  k parmağa kadar devam eder. Bu sinir bacağın arka dış kısmı derisine ve seyri sırasında altından geçtiği bacağın arka alt bölge derisine duysal lifler vererek sonlanır.



Şekil 3: Lumbosakral Pleksus Anatomisi (97)

2.2.1.3. PUDENDAL SİNİR ANATOMİSİ

Pudental sinir her iki cinsiyette de sağ ve sol olmak üzere motor, duyuşal ve otonomik lifler içeren mikst bir sinirdir. Pudental sinir, pelvik taban kaslarının motor innervasyonundan ve anal, perineal ve genital alanların duyuşal innervasyonundan sorumludur (19). Sakral pleksusun S2-S3-S4 medulla spinalis segmentlerinin ventral primer dallarından oluşur; pelvisi büyük siyatik foramenden çıkıp sakrospinöz ligamentin posteriorundan aşağı inerek terk eder (20). Daha sonra sakrotuberöz ligamentin lateral üçte birinden anteriora yönelir. En son iskiyal çıkıntının (spine) medial veya posteriorundan geçip küçük siyatik foramen aracılığıyla Alcock kanala (pudental kanal) yani perineye girer (21). Pudental kanal medialde obturator internus kası ve lateralde obturator internus fasyası tarafından oluşturulan bir fasyal kılıftır.



Şekil 4: Pudendal Sinirin Dalları (19)

1. Nervus rektalis inferior: Pudendal sinir pudendal kanala girdiğinde nervus rektalis inferioru verir (22,23). Kanalin medial duvarında seyrederek. Daha sonra iskioanal fossayı çaprazlar ve fossa inferiorunun yaklaşık yarısını işgal eder (24). Bazen pudendal kanala girmeden hemen önce pudendal trunkustan da çıkabilir (20). Nervus rektalis inferior eksternal anal sfinkteri ve perianal deriyi (21) innerve eder; ayrıca fekal kontinansa önemli rol oynar (20).

2. Nervus perinealis: Pudendal kanalın distal sonuna doğru pudendal sinir bifurkasyonu vardır. İki terminal dala ayrılır: Nervus perinealis ve nervus dorsalis penis/klitoris (22,24). Perineal sinir daha büyüktür ve inferiorda internal pudendal arterin altında ilerler. Genelde süperfisiyal perineal poşa bulunur. Bu poş perineal membran ve subkütan doku arasındaki potansiyel boşluktur. Erkeklerde bulbus penisi ve spongios uretranın proksimal bölümünü barındırır. Kadınlarda klitoris ve vestibül bulbusunu içerir. Süperfisiyal transvers kaslar her iki cinsiyette de bu poşa bulunabilir (22,23).

Perineal sinir ikiye ayrılır: Posterior skrotal/labial dal ve müsküler dal. Posterior skrotal/labial dal skrotal bölge/labia majör bölgeyi innerve eder. Bu bölgeyi aynı zamanda posterior femoral kutanöz sinirin perineal dalı da innerve eder (22). Müsküler dallar bulbospongios, iskiokavernöz, süperfisiyal ve derin transvers perineal kasları,

levator ani kasını, üretral sfinkteri ve eksternal anal sfinkterin anterior bölümünü innerve eder (20,23,25).

3. Nervus dorsalis penis/klitoris: Bu sinir derin perineal poşa inferior pubik ramus boyunca internal pudental arterin üstünde seyreder. Bu poş aşağıda perineal membran ve yukarıda pelvik diaframın inferior fasyası ile sınırlandırılmıştır. Her iki cinsiyette derin transvers perineal kasları içerir. Erkeklerde bulboüretral glandları ve penisin dorsal nörovasküler yapılarını içerir. Kadınlarda ise klitorisin dorsal nörovasküler yapılarını içerir. Sinir, perineal membranın posteriorunda uzanır ve inferior pubik ligament ve perineal membranın anterior ucu arasındaki boşluktan poşu terk eder. Penis/klitorisin süspensör ligamenti boyunca rota izler (24). Genital organların özellikle de en distalde glansın primer duyuşal siniridir (22).

2.3. PERİFERİK SİNİR SİSTEMİ FİZYOLOJİSİ

Sinir hücresinin yarı geçirgen zarı hücre içi ve hücre dışı sıvı arasında membran potansiyel farkının oluşumuna neden olur. Akson zarı sodyum iyonuna karşı geçirgen değildir. Sodyum transferi aktif olarak zardaki Na/K ATP az pompası yoluyla olur. Bu sayede, hücre içi sıvıda yüksek yoğunlukta potasyum (K⁺) iyonu ve diğer anyonlar, düşük yoğunlukta sodyum (Na⁺) ve Klor (Cl⁻) iyonu bulunur. Zarın denge halindeki potansiyeli -70 ila -90mV'tur. Zar elektrik uyarımla uyarıldığında, depolarizasyon olur. Zardaki Na kanallarının sodyum geçirgenliği artar, sodyum dengelenir ve zar potansiyeli +30mV'a ulaşır, aksiyon potansiyeli açığa çıkar. Bu potansiyel sinir lifi boyunca yayılım gösterir (15,26). Miyelinsiz sinir liflerinde potansiyelin yayılımı zar boyunca kesintisiz iletim şeklinde olurken, miyelinli sinirlerde depolarizasyon yalnızca Ranvier nodlarında olmakta ve akım, bir noddan diğerine sıçrayarak ilerlemektedir (sıçrayıcı iletim). Miyelinli lifler de bu sıçrayıcı iletim sayesinde elektriği miyelinsiz liflerden çok daha hızlı iletirler (15,26).

2.3.1 PERİFERİK SİNİR ÖZELLİKLERİ

Periferik sinir lifleri kalınlık ve ileti özelliklerine göre başlıca üç gruba ayrılır (Tablo 1) : A, B ve C lifleri. A lifleri en hızlı ileten en kalın miyelinli liflerdir. Kas içciklerinden gelen afferent lifler, derinin kalın miyelinli hızlı ileten duyuşal afferentleri ve medulla spinalis ön boynunda yer alan motor hücrelerin kaslara giden efferent lifleri

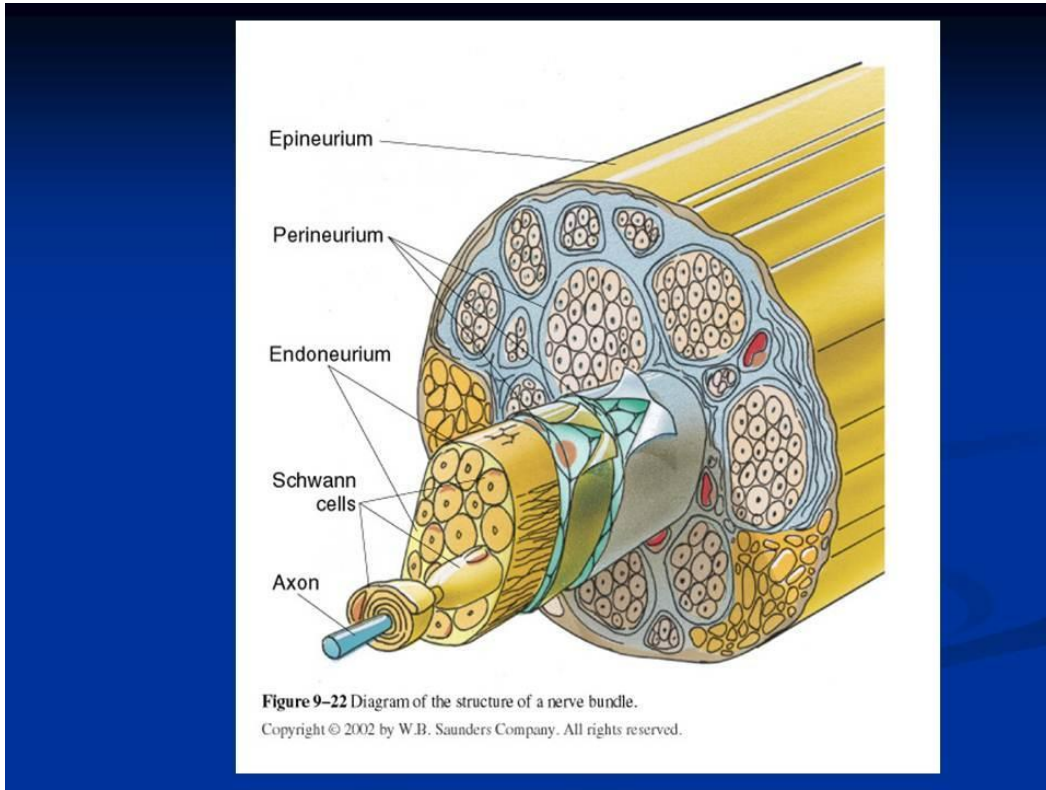
bu gruptadırlar. B lifleri daha ince miyelinli olup preganglionik otonomik efferent lifleri içerir. C lifleri küçük çaplı miyelinsiz lifleri içerir. Postganglionik otonomik efferent lifler ve ağrı, ısı duyumunda görevli somatik afferent liflerin çoğunluğu bu gruptadırlar. En kalın miyelinli aksonların çapları 20 µm kadarken miyelinsiz aksonların çapları 0.2-3.0 µm arasında olup, en çok 1.5 µm civarındadır (15,26).

2.3.2 PERİFERİK SİNİR LİFLERİ

Tablo 1: Periferik Sinir Lifleri Sınıflaması (27)

Lif Tipi	İsim	Alt Tip	Çap (mm)	İleti Hızı (m/s)	Alternatif Sınıflama
Miyelinli Somatik Afferent/Efferent					
Deri afferenti	A	B	6-12	35-75	α
		δ	1-5	5-30	
Kas afferenti	A	α	12-21	80-120	I Ia,Ib
		β	6-12	35-75	II
		δ	1-5	5-30	III
Kas efferenti	A		6-12	35-75	
Ön boynuz hücreleri (α ve γ motor nöronlar)					
Miyelinli Otonom Efferent					
Preganglionik efferent	B		3	3-15	
Miyelinsiz Somatik/Otonom Afferent/Efferent					
Postganglionik efferent	C		0.2-1.5	1-2	
Dorsal kök ganglionuna afferent (ağrı)	C		0.2-1.5	1-2	IV
Duyu Reseptörü	Lif Tipi				
Saç folikülü	Aβ				
Deri folikülü	Aβ				
Kas içciği	Aα				
Eklem reseptörü	Aβ				
Ağrı,ısı	Aδ, C				

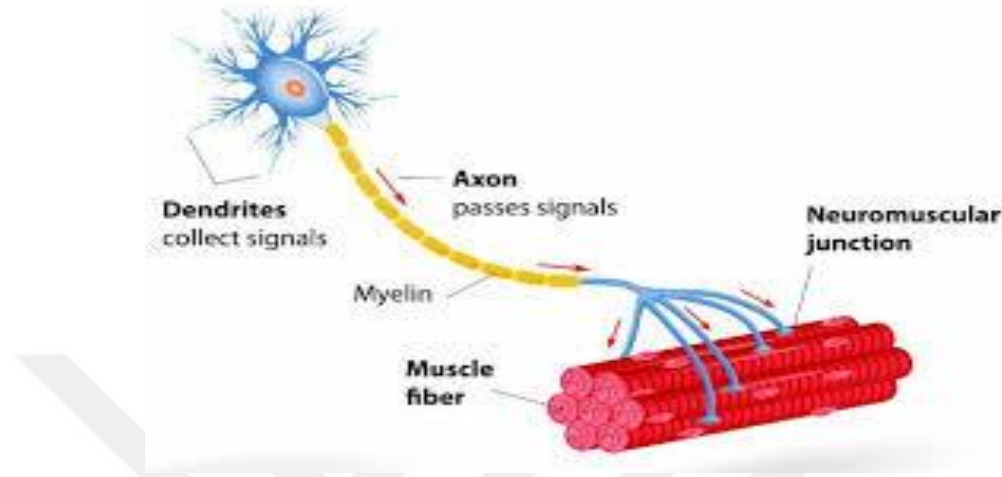
Periferik mikst (motor ve duysal lifler taşıyan) bir sinirin enine kesitinde en dışta, sinirin bütünü nü örten epinöryum tabakası yer alır. Bunun altında gruplar halinde motor ve duysal aksonları içeren fasiküller yer alır. Bir periferik sinir içinde ortalama 3-5 fasikül bulunur. Fasikülü perinöryum çevreler. Periferik sinir boyunca fasikülün lif içeriği değişir. Yani bir fasiküldeki sinir lifi, periferik sinir boyunca bir başka fasiküle geçebilir. Fasikülün içinde aksonların arasındaki bağ dokusuna ise endonöryum adı verilir. Periferik sinir içinde kanı taşıyan kapiller damar sistemi vasa nervorum adını alır (şekil 5) (15,26).



şekil 5: Periferik Sinir Histolojisi (98)

Bir periferik sinir lifinin hücre gövdesi ve aksonu vardır. Hücre gövdesi arka kök ganglionunda veya medulla spinalis ön boynuzda yerleşimli iken, aksonun uzunluğu 1 metreyi aşabilir. Miyelinli liflerde aksonun etrafını miyelin örter. Hızlı ileten sinir liflerinde iletim fonksiyonunda rol oynayan miyelin, schwann hücrelerinin akson çevresinde kıvrılması ile oluşur. Schwann hücreleri, akson boyunca birbiri ardına

dizilerek miyelin kılıfını oluştururlar. Her bir hücrenin miyelin sargısı arasında Ranvier nodu adı verilen kısa bir aralık bulunur (Şekil 6) (15,26).



Şekil 6: Motor Nöron Yapısı (99)

Ranvier nodları arasında schwann hücresi büyük çaplı liflerde 150 kereye kadar kendi üzerine kıvrılarak miyelin tabakasını oluşturur. Nodlar arasındaki mesafe de sinir lifine göre 250 μm ile 2000 μm arasında değişir. Akson çapı ne kadar büyükse nodlar arası mesafe o kadar uzundur ve miyelin tabakası o kadar kalındır. Akson içinde, hücre gövdesinden perifer ve periferden hücre gövdesine doğru değişik hızlarda taşıma mekanizmaları bulunmaktadır. Periferde doğru olan yavaş transport 0.25 - 4mm/gün, hızlı transport ise 200-400mm/gün hızındadır. Yavaş taşıma sisteminin hızı, aksonun rejenerasyon hızına eşittir. Aksonun en distal ucuna gelen materyal, hücre gövdesinden periferde doğru olan yolculuğuna üç yıl önce çıkmış olabilir. Hızlı transport ise enerjiye bağımlı ve ısıya duyarlı olup bu sistemde transmitter sentezleyen enzimler, glikoproteinler ve membran bileşenleri taşınır. Periferden gövdeye doğru olan transport da hızlı işleyen bir sistem olup bu mekanizmayla membranöz prelizozomal yapılar ve ekstraselüler materyaller (akson terminalinden içeri alınan sinir büyüme faktörü gibi) taşınır (15,28).

2.4. PERİFERİK SİNİR YARALANMASI

Periferik sinirlere yönelik her tür travma (ateşli silah yaralanması, kesici aletle yaralanma, elektrik çarpması, yanıklar, ezilmeler, enjeksiyon, gerilme-çekilme, laserasyon gibi), en hafiften en ağıra kadar değişik derecelerde sinir harabiyetine yol açar. Periferik sinir içindeki tüm sinir lifleri aynı derecede zararlanmaya uğrayabileceği gibi, zararlanmanın şiddetine ya da tipine göre, aynı sinir içindeki farklı lifler farklı türde zararlanmaya da uğrayabilir (15,29,30). Periferik sinir hücresinin başlıca üç tip zararlanma modeli söz konusudur (Şekil 7):

- 1) Wallerian dejenerasyon
- 2) Aksonal dejenerasyon
- 3) Segmental demiyelinizasyon

2.4.1. WALLERIAN DEJENERASYON

Periferik sinirin aksonunun herhangi bir yerinde herhangi bir nedenle hasarlanması ve bütünlüğünün bozulması sonucunda oluşan zararlanmadır. Aksonun kesintiye uğradığı yerin distalinde akson ve ardından çevresindeki miyelin kılıf dejenere olur, makrofajlarca fagosite edilir. Aksonun hasar yerinin proksimalinde kalan kısmı ve periferik sinir hücre gövdesi sağlam kalır (Şekil 7). Periferik sinir hücresinin aksonu kesintiye uğradığında wallerian dejenerasyonun gelişimi belirli bir zaman alır. Bu süre 4- 11 gün arasında değişir. Akson ne kadar distalde kesintiye uğrarsa wallerian dejenerasyon o kadar erken gelişir. Wallerian dejenerasyonda ilk günlerde aksonun hasarın distalinde kalan kısmı elektrikle tamamen normal olarak uyarılabilir. Daha sonra hasar yerinin aksonun ucuna mesafesine göre değişen bir süre içinde, sinirin uyarılabilirliği azalır, en çok 11 gün içinde sinir uyarılamaz hale gelir. Motor sinirlerde ise sinir uyarımını takiben kastan alınan yanıt, nöromüsküler kavşağın periferik sinirden iki gün daha önce dejenere olması nedeniyle, hasarın en geç dokuzuncu gününde kaybolur. Sinir kılıfının devamlılığının korunmuş olması halinde, dejenerasyonu takiben sinir, hasarlandığı yerin distaline doğru günde yaklaşık 1 mm hızla rejenere olur.

Aksonun kesintiye uğrayan kısmından distale doğru rejeneren olan kısım aksonun ilk haline göre daha ince miyelinlidir ve internodal aralıklar daha kısadır (15,26).

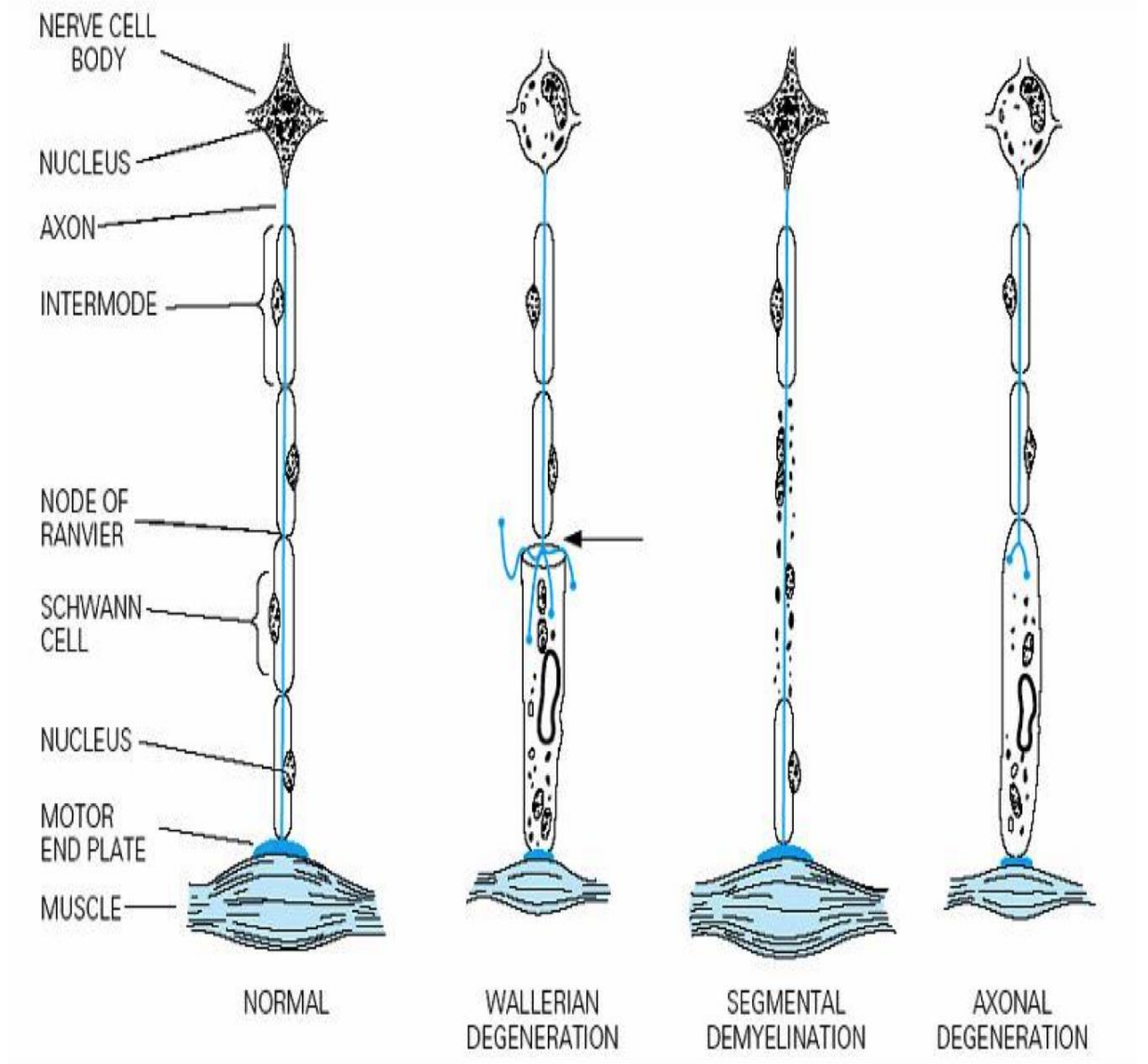
2.4.2. AKSONAL DEJENERASYON

Periferik sinir hücre gövdesinin veya aksonunun hasarı söz konusudur (Şekil 7). Nedeni çoklukla metabolik veya toksiktir. Rahatsızlık, periferik sinir hücre gövdesini doğrudan etkileyen bir nedenle olabileceği gibi aksonun bütününe etkileyen bir nedenle de olabilir. Periferik sinir hücresi canlılığını yitirdiyse artık geri dönüş yoktur. Eğer neden, aksonun bütünlüğü bozulmadan ortadan kaldırılırsa akson haftalar - aylar içinde fonksiyonuna kavuşabilir. Eğer aksonun bütünlüğü bozulduysa wallerian dejenerasyonunda olduğu gibi, dejenerasyonu yavaş bir rejenerasyon süreci izler. Aksonal dejenerasyonda sinir ileti incelemelerinde sinir hala uyarılabilir durumdaysa, ileti hızı normal veya normale yakın değerlerde bulunurken, aksonal dejenerasyonun olduğu motor sinirde birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) amplitüdü, duyu sinirde ise duyu sinir aksiyon potansiyeli (DSAP) amplitüdü ufak bulunur. Daha ileri aşamada ise, motor veya duyu sinir uyarımıyla hedeften potansiyel kaydedilmez. İğne EMG incelemesinde, aksonal dejenerasyonun 10 gün ya da daha sonrasında, denervasyonun neden olduğu spontan potansiyeller (fibrilasyon, pozitif keskin dalga, kompleks ardışık boşalım) kaydedilir. Parsiyel dejenerasyonun olduğu durumlarda (bir kısım aksonun fonksiyonel kaldığı durumlarda) kas içinde kollateral filizlenme yoluyla denerve kas liflerinin sağlam aksonlarca reinnervasyonu sonucu bir iki ay sonrasında nörojenik motor ünite potansiyelleri (polifazik, geniş süreli, normal veya büyük amplitüdü) kaydedilir. Daha ilerleyen dönemde ise bu potansiyeller daha büyük amplitüd kazanırlar. Maksimal kasıda ekranda aynı anda gözlenen farklı motor ünite potansiyel sayısı azalmıştır (seyrelme paterni). Prognozu en kötü olan zararlanma tipidir (15,26).

2.4.3. SEGMENTAL DEMİYELİNİZASYON

Miyelinli sinir liflerinde, periferik sinir aksonunda bir hasar olmaksızın etrafındaki schwann hücresinde ve/veya miyelin kılıfında hasar söz konusudur. (Şekil 7). Demiyelinizasyon, herediter nöropatilerde olduğu gibi tüm sinir boyunca olabilir veya edinsel demiyelinizasyon durumlarda belirli bir sinir segmentinde söz konusu olabilir. Miyelin, yenilenebilir bir yapıdır. Bu nedenle, nedeni ortadan kalktığında,

demiyelinizasyon tümüyle geri dönüşü olan bir süreçtir. Demiyelinizasyonu takiben 15 gün ile 6 ay arasında remiyelinizasyon tamamlanır. Bununla birlikte, remiyelinize olan segmentlerde miyelin, öncekine göre daha ince ve internodal aralıklar daha kısadır. Demiyelinize segmentte ileti hızı yavaşlamıştır. Duyusal sinir ileti incelemesinde DSAP sıklıkla elde edilmez. Motor ileti incelemesinde ise sıklıkla normal ya da normale yakın amplitüdde BKAP elde edilirken demiyelinize segmentte sinir ileti hızı yavaşlamıştır. Eğer demiyelinizasyon, sınırlı bir bölümde ise, bunun distalinden uyarımla normal motor ya da duysal yanıt kaydedilir. Bu bölgenin proksimalinden uyarımla ise, demiyelinizasyonun ağırlığına göre yanıt ufak olarak kaydedilir veya hiç kaydedilemez. Buna "ileti bloğu" adı verilir. İğne EMG incelemesinde fibrilasyon veya pozitif keskin dalga aktivitesi nadiren görülebilir. Motor ünite potansiyelleri, eğer kaydedilebiliyorlarsa, her dönemde normal dalga formlarını sıklıkla korurlar. Bununla birlikte erken evrede polifazik motor ünite potansiyelleri sık olmayarak kaydedilebilir (erken polifazi). Maksimal kası çabasında, "normal motor ünite potansiyelli seyrelme" paterni izlenir (15,26).



Şekil 7: Periferik Sinir Yaralanmasında Hasarlanma Şekilleri (15)

2.4.4. PERİFERİK SİNİR YARALANMASINDA SINIFLAMA

2.4.4.1. **SEDDON SINIFLAMASI:** Sinirde oluşan hasar temel alınarak yapılmış ve nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezisten oluşmuştur (Tablo 2) (31).

Tablo 2: Periferik sinir yaralanması sınıflaması (Seddon ve Sunderland sınıflamaları birleştirilmiş)

Seddon	Sunderland	Patoloji	Prognoz
Nöropraksi	Birinci derece	Miyelin hasarı	Haftalar aylar içinde mükemmel düzelme
Aksonotmezis	İkinci derece	Akson kaybı Değişik derecede bağ doku hasarı	Destek dokuların bütünlüğünün korunmasına ve kasa olan mesafeye bağlı olarak değişebilen prognoz
		Akson kaybı Endonöral tüpler sağlam Perinöryum sağlam Epinöryum sağlam	Kasa olan mesafeye bağlı olarak iyi prognoz
	Üçüncü derece	Akson kaybı Endonöral tüpler hasarlı Perinöryum sağlam Epinöryum sağlam	Kötü prognoz Aksonlar hatalı yöne gidebilir. Cerrahi gerekebilir.
	Dördüncü derece	Akson kaybı Endonöral tüpler hasarlı Perinöryum hasarlı Epinöryum sağlam	Kötü prognoz Aksonlar hatalı yöne gidebilir. Cerrahi sıklıkla gerekir.
Nörotmezis	Beşinci derece	Akson kaybı Endonöral tüpler hasarlı Perinöryum hasarlı Epinöryum hasarlı	Spontan iyilik olmaz. Cerrahi gereklidir. Cerrahiden sonra prognoz belirlenir.

Nöropraksi:

Periferik sinirlerin geçici fonksiyon kaybıdır. Segmental demiyelinizasyona bağlı lokalize iletim bloğu olur. Sinir, makroskopik ve mikroskopik olarak normaldir. Bazı deneysel çalışmalarda, sinir lifi miyelin kılıflarında hasarın olduğu noktada ödem ve bozulma görülür. Hasarın distalindeki sinir normal kalır ve wallerian dejenerasyon görülmez. Nöropraksik hasarın özelliği, bir kaç ay (ortalama 6-8 haftada) hatta saatler içinde geri dönebilir olmasıdır. Motor tutulum, duyu ve otonomik fonksiyonlardan daha fazladır. Nöropraksi, fonksiyon kaybı tam olduğu durumlarda sinirdeki hasarın daha ciddi olduğu diğer derecelere karışabilir. Nöropraksik hasarın genel nedenleri; hafif ve kronik kompresyon (balayı felci) ya da traksiyon, künt travma ya da yüksek hızlı mermilerin indirek etkileridir. Dikkatli bir öykü ve nörolojik muayene tanıda çok önemlidir. Nöropraksi tedavisinde cerrahiye gerek yoktur; iyileşme kendiliğinden ve tamdır (15,26,31).

Aksonotmezis:

Periferik sinirlerin ezilmesi şeklinde tanımlanabilir. Yaralanma bölgesindeki aksonal bozulma distal aksonda tam ayrılmaya yol açar. Hasarlı periferik sinirlerde, bağ dokuları olan endonöryum, perinöryum, aksonun bazal membranı ve epinöryumun korunmasıyla birlikte, miyelin kılıf ve aksonun tam ayrılması vardır. Fizyolojik olarak, şiddetli bir hasar halinde sinirde tam distal Wallerian dejenerasyon oluşur. Böylece, lezyonun hemen distalinde görülen tam bir motor, duyu ve otonomik fonksiyon kaybı görülür. Aksonotmetik yaralanmalarda, sağlam olan endonöral tüpler boyunca miyelin kılıf oluşumu ve aksonal büyümeyle birlikte kendiliğinden rejenerasyon görülür. Fonksiyonların geri dönmesi, son organ ve lezyon arasındaki mesafeye, hastanın yaşına ve rejenerasyon miktarına- ki bu ortalama 1-2 mm / gün- bağlıdır. Klinik değerlendirmenin başında daha ciddi sinir hasarları ile karışabilir (32). Bu tip hasar, iskelet kırıkları, orta derecede çekmeler, kompresyon ve enjeksiyon yaralanmalarıyla birlikte görülür. Eğer aksonotmezis, komplet sinir yaralanmasına neden olmuş ise öykü, klinik ve elektrofizyolojik izlemler tanıya yardımcı olacaktır (15,26,31).

Nörotmezis:

Sinirin tam anatomik olarak kesilmesi ya da sinir ve bağ dokusu elemanlarının spontan iyileşme ile uyuşmayan boyutlarda hasarıdır. Cerrahi onarım olmaksızın iyileşmesi mümkün değildir. Klinik ve EMG görünümü aksonotmezisle aynı olabilir ve motor, duyu, otonomik fonksiyonların tam kaybı ve distal denervasyonu içerir. Sinir tam ayrıldığında proksimal uçta aksonal rejenerasyon bir nöroma oluşturur. Bu tip hasarın yaygın nedeni laserasyon ve direk mermi yaralanmasıdır. Ayrıca; ciddi ezilme, traksiyon, kimyasal madde enjeksiyonu ve iskemik yaralanma da nörotmezisle sonuçlanabilir. Bir nörotmetik lezyonda, sinir fonksiyonlarını iyileştirmek istiyorsak direk onarım gerekir (15,26,31). Prognoz; hastanın yaşına, paralizinin süresine, lezyonun seviyesine, hasarlanmış sinire, cerrahinin yapıldığı zamana ve tekniğe bağlıdır. Tam fonksiyonel iyileşme beklenmez (15,26,31). Yüksek hızlı mermi yaralanmaları, yaraladığı brakial pleksusta nörotmezis yaparken komşu yapılarda vurucu yansıyan etkisinden dolayı nöropraksi ve aksonotmezise neden olabilir. Kısa süreli kompresif uygulamalar sinirde nöropraksik bir hasar oluştururken, daha ciddi ve uzun süren kompresif uygulamalar nörotmezise neden olur (15,26,31).

2.4.4.2. SUNDERLAND SINIFLAMASI

1951 yılında Sunderland, sinirde meydana gelmiş olan hasarın derecesini temel alan anatomik içerikli ve beş dereceden oluşan sınıflamasını önermiştir (Tablo 2). Her iki sistemde de temel olan, periferik sinirlerin anatomisinde ve bağ dokuları olan epinöryum, perinöryum, endonöryum ile nöral elementlerdeki hasarın derecesidir. Her iki uygulamada da hasarın derecesi, klinik semptomlarla doğrulanmalıdır. Bununla birlikte nöral hasarın net sınıflaması genellikle mümkün değildir. Bu ayırım sadece, laboratuvar deneylerinde yapılabilir (15,26,33).

2.4.5. PERİFERİK NÖROPATİ

Periferik sinirlerin hasarı sonucu olan periferik nöropati motor, duyu ve otonom sinirler de dahil olmak üzere farklı sinir tiplerinde görülebilir. Etkilenen bölgede uyuşma, karıncalanma, hissizlik, yanıcı-batıcı ve diğer farklı türlerde ağrı, anormal duyuusal semptomlar, güçsüzlük ve denge kaybına neden olur. Otonom sinirler kalp hızı, sindirim, bağırsak-mesane boşalması gibi bedensel işlevleri kontrol ettiğinden, otonomik nöropati, bu işlevlerin kontrol kaybı ile kendini gösterir. Otonom nöropati semptomları; kan basıncı düzensizliği, kusma, ishal veya kabızlık, kalp atış hızı dengesizlikleri veya terleme olarak tezahür edebilir.

Periferik Nöropati Nedenleri:

1. Diabetes mellitus ve diğer endokrinolojik bozukluklar (akromegali vb.)
2. Zona (Post herpetik nevralji)
3. Vitamin eksiklikleri (özellikle B12 ve folat)
4. Alkol
5. Otoimmün hastalıklar (Sistemik lupus eritematozis, Romatoid artrit, Guillain-Barre sendromu vb.)
6. AIDS (hastalığın kendisi ya da tedavisi nedeniyle), sifiliz
7. Böbrek yetmezlikleri
8. Kalıtsal hastalıklar (Amiloid polinöropati, Charcot-Marie-Tooth hastalığı vb.)
9. Toksin maruziyeti (ağır metal, arsenik, altın bileşikleri, civa, kurşun, organofosfat pestisitler)
10. Maligniteler, kemoterapötikler (vinkristin vb) ve antibiyotikler (metronidazol ve izoniazid gibi)
11. Nörofibromatozis ve benzeri fakomatozlar

12. Bazı konjenital hastalıklar (Fabry hastalığı, Tangier hastalığı, Herediter sensöriyel otonomik nöropati ve Herediter amiloidoz vb.)

13. Statin tedavisi

14. Tuzaklanma

15. İdiyopatik

Bazen spesifik sinirlerde de nöropatik tutulum olabilir. Spesifik tutulumun en sık karşılaştığı periferik sinir, karpal tünel sendromunda bilekte tuzaklanan median sinirdir. Aslında herhangi bir periferik sinir tuzaklanabilir ve nöropatik semptomlara neden olabilir. Bu vakalarda, nöropatiye neden olan bir hastalık değil sinir üzerindeki basınçtır.

2.4.5.1. TUZAK NÖROPATİ

Tuzak nöropati; müskülotendinöz, kemik ve ligamentöz yapılar gibi sert dokularla sınırlandırılmış dar bir kanaldan geçen bir periferik sinirin kısa segmenti üzerindeki artmış gerginlik ve kompresyon potansiyeli nedeniyle oluşabilir (34). Ayrıca fizyolojik sinir kayması engellenirse lokal travma sekeli de tuzak nöropatiye neden olabilir (34). Tuzak nöropatiler çeşitli bölgelerde olabilir. Siyatik, pudental, obturator, femoral ve lateral femoral kutanöz sinirler tuzaklanabilen ve kalça ağrısına neden olabilen sinirlerdir (35).

Periferik sinir tuzaklanmasının sinir fonksiyonu üzerindeki olumsuz etkilerinin mekanizması karmaşıktır; ama bu olumsuz etkilerin vasküler geçirgenlikte lokal değişiklikler, aksonal transportun bozulması ve ödem oluşumu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (35).

Tuzak nöropatilerin mekanizmalarının iyi anlaşılması için, sinir hasarı tipleri hakkında bilgi gereklidir. Üç temel sinir zedelenmesi tipi vardır: gerilim ilişkili, laserasyon ve kompresyon. Gerilim ilişkili yaralanmalar, brakial pleksusun avülsiyonunda görüldüğü gibi sinirin gerilmesi sonucu oluşur (bunun bir örneği,

doğumla ilişkili yaralanma, Erb tipi palsi). Laserasyon yaralanmaları bıçak vb. aletler nedeniyle oluşabilir. Kompresyon yaralanması en yaygın olan zedelenme tipidir. Tuzak nöropatileri kompresyon yaralanması tipine girer. Hasar gören sinir gövdesinin fiziksel ve fonksiyonel durumunu sınıflandırmaya yönelik yukarıda da bahsedildiği üzere Seddon sınıflamasında bu yaralanmalar üç geniş kategoriye ayrılmıştır: nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezis (Tablo 2) Sunderland daha sonra bunları ağırlık derecelerine göre beş kategoride sınıflandırmıştır. Tuzaklanma nöropatilerinin çoğu nöropraksi kategorisindedir.

Kompresyon yaralanmalarında yer alan –bazen birlikte de bulunabilen- iki temel patolojik mekanizma vardır: Mekanik kompresyon ve iskemi (34).

Mekanik Kompresyon

Akut sinir hasarını gösteren wallerian dejenerasyonun aksine, kronik sinir kompresyonu yaralanmaları aşağıda tartışılan bazı değişikliklerle ilişkili bulunmuştur. Bunların sinirin mekanik olarak sıkıştırıldığıının kanıtı olduğu düşünülmektedir.

1. Demiyelinizasyon ve remiyelinizasyon: Kronik sinir kompresyonlarında sinir iletiminin yavaşlamasında altta yatan mekanizmanın bu şekilde olduğu düşünülür. Hayvan çalışmaları da bu görüşü destekler (36,37). Sıçrayıcı iletimde miyelinin ana rolü göz önüne alındığında, bu mekanizmanın ince miyelin ve azalmış internodal uzunluğa bağlı olarak sinir iletiminde yavaşlamadan sorumlu olduğu akla yatkındır (38).

2. Schwann hücrelerinin eş zamanlı proliferasyon ve apoptozisi: Gupta ve Steward, bir hayvan modelinde komprese segmentte ve kompresyon distalinde schwann hücrelerinin proliferasyonunu göstermişlerdir (39). Elektron mikroskopik analizleri, aksonal bir dejenerasyon veya şişme olmadığını ve bu değişikliklerin, sinir iletim hızında herhangi bir tespit edilebilir değişiklik olmadan önce olduğunu göstermiştir. Karpal tünel sendromu gibi bir kronik sinir kompresyonunda sinir impuls yayılımının etkinliğinin bozulmasına, internodal uzunluk ve miyelin kalınlığında azalma neden olur (40).

3. Miyelin ile ilişkili protein ve aksonal filizlenmenin sayısının azalması (downregülasyonu): Yetişkinlerde aksonal büyümeyi inhibe ettiği bilinen miyelin ile ilişkili glikoproteinin herhangi bir aksonal yaralanma belirtisi olmaksızın azalması (downregülasyonu) nedeniyle kompresyona uğramış sinirde akson filizlenmesi gösterilmiştir (41).

4. Dorsal kök gangliyonunun cevabı: Chao ve ark. (42) kronik sinir kompresyonuna cevaben bir tür büyüme molekülü olan ve hücre dışı olaylarda görev alan F-aktinin modülasyonunda kritik rolü olan GAP-43 (Growth Associated Protein-43) artışını (upregülasyonu) göstermiştir. Bu upregülasyonun, küçük kalibreli izolektin B4 bağlayıcı molekülün bir bölümüne ve kalsitonin geni ile ilişkili peptit-pozitif nöronlara lokalize olduğu bulunmuştur. Kronik sinir kompresyonunun, dorsal kök gangliyonunda fenotipik bir değişikliğe neden olduğu ve bunun, sıkışma bölgesi ve yakınında glial kaynaklı nörotrofik faktörde bir artış ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

İskemi

Periferik siniri besleyen iyi gelişmiş bir mikrovasküler sistem vardır ve bu, sinirlerdeki aksiyon potansiyellerinin enerjiye bağlı doğası nedeniyle önemlidir. Bu nedenle tuzak nöropatilerde görüldüğü üzere bu kan damarlarının kompresyonunun etkilenen sinirlerin işlev bozukluğuna neden olacağı akla yatkındır. Sinir segment rezeksiyonu geçirmiş hastaların sunulduğu birkaç vaka raporunda endonörium ve perinöryumdaki mikrodamar duvarlarının kalınlaştığı gösterilmiştir. Bu bulgular ayrıca perinöral ödem, kalınlaşma ve yaralanma bölgesinde fibrozis ile ilişkilendirilmiştir (43).

Genellikle karpal tünel sendromu sırasında erken dönemlerde mikrosirkülasyon bozukluğu sonucunda bir sinirin bir bölümünün kompresyonu vardır; ancak bu, fleksör retinakulumun transeksiyonundan hemen sonra düzelir. Mikrosirkülasyonun restorasyonu ile sıklıkla sinir fonksiyonunun hızlı ya da gecikmiş geri dönüşü söz konusudur ve bu da, iskeminin tuzak nöropatilerde görülen semptomların gelişiminde rol oynadığını destekler (44). Tuzak nöropatilerde iskeminin rolü hakkında daha fazla kanıt, beta blokörlerin başlangıcından sonra karpal tünel sendromu gelişen ve ilacın

kesilmesinden sonra tam düzelme görülen üç hipertansif hastanın sunulduğu vaka raporunda gösterildi (45). Hastalar semptom rekürrensini görmediği 18 aya kadar takip edildi. Bu hastalarda beta-blokör kullanımının bir yan etkisi olarak ortaya çıkan sıvı retansiyonu karpal tünel sendromunun muhtemel mekanizması olarak öne sürülmüştür.

Semptomlar genellikle sinsice başlar ve yavaş yavaş ilerler. Bunlar lokalize ağrı, duyu kayıp ve/veya motor güçsüzlüğü içerebilir; bu üç belirtiden biri diğerinden daha belirgindir

Tablo 3: Tuzak Nöropati Tipleri (34)

Sinir	Tuzaklanma Yeri
Supraskapular	Spinoglenoid çentik
Brakiyal pleksusun alt trunkus ve medial kordu	Torakal outlette servikal kot veya bant (nörojenik torakal outlet sendromu)
Median	
Bilek	Karpal tünel
Dirsek	Lasertus fibrosus, pronator teres kasının iki başı arası (pronator teres sendromu) , sublimis köprüsü
Ulnar	
Bilek	Guyon kanalı (ulnar tünel)
Dirsek	Bisipital oluk, kübital tünel
Radial	

Sinir	Tuzaklanma Yeri
Proksimal radial sinir kompresyonu	Humerus spiral oluk
Posterior interosseous	Radial tünel- Supinator kas içine giriş noktasında (Frohse arkadı)
Lateral femoral kutanöz (meraljia parestetika)	İnguinal ligament
Obturator	Obturator kanal
Posterior tibial	Tarsal tünel, medial malleol-fleksor retinakulum
İnterdijital plantar (Morton's metatarsalji)	Plantar fasya (3. ve 4. metatarsal başları)
Peroneal sinir	Diz laterali
Pudental sinir	Perine (En sık Alcock kanalda)

2.4.5.2. PELVİK BÖLGE TUZAK NÖROPATİLERİ

Diğer kas-iskelet sistemi patolojileri ile potansiyel birlikteliği ve hepsinin semptom benzerliği nedeniyle kalça ve pelvik bölgedeki sinir tuzaklanmalarını tanımlamak ve ayırt etmek güç olabilir. Siyatik ve pudental sinirler posterior kalça bölgesinde tuzaklanmaya daha hassastır (35).

Siyatik sinir subgluteal alanda, piriformis altında ya da obturator, gemelli ve / veya kuadratus femoris kasları üzerinden geçerken tuzaklanabilir (46). İskiyum ve minör trokanter arasında ise iskiyofemoral impingement (sıkışma) şeklinde tuzaklanabilir (47,48). Ayrıca iskiyum seviyesinde, proksimal hamstring kasları da siyatik sinir

tuzaklanmasına dahil olabilir; bu durum iskiyal tünel sendromu olarak tanımlanır (47, 49).

Ploteau ve arkadaşları (55) pudendal tuzaklanmanın en sık, iskiyal ıkıntıdaki (spine) sakrospinöz ve sakrotüberöz bağlar arasındaki boşlukta gerçekleştiğini söyler. Wadhwa ve arkadaşlarına (1) göre ise tuzaklanma en sık Alcock kanalında gerçekleşir. Pudendal tuzaklanmaya aşağıda pudendal nöropati bölümünde daha ayrıntılı değinilecektir.

Potansiyel posterior sinir tuzaklanmasına yönelik fizik muayene şu testleri içermelidir (47).

- Oturur pozisyonda palpasyon testi
- Oturur pozisyonda piriformis gerilme testi
- Aktif piriformis testi
- İskiofemoral testi
- Aktif diz fleksiyon testi

Oturur pozisyonda palpasyon testi: Bu testte hassasiyetin lokasyonu önemlidir. Hasta muayene eden kişinin eline oturur ve posterior kalçadaki  bölge palpe edilir: 1) subgluteal bölge, sakrum laterali, derin eksternal kalça rotatorları 2) iskiyum ve hamstring orijini 3) iskiyum medialinde yumuşak doku (50).

Oturur pozisyonda piriformis gerilme testi ve Aktif piriformis testi: Subgluteal bölgede siyatik tuzaklanmayı tespit etmek için kullanılırlar (51).

İskiofemoral test: Kalça adduksiyon ve dış rotasyon pozisyonunda ekstansiyon yaparken iskiyum ile minör trokanter teması sırasında semptom alevlenmesi olup olmadığını değerlendirir.

Aktif diz fleksiyon testi: Proksimal hamstring patolojisini ve iskiyal tünel sendromunu 30° ve 90° de test eder (47). Hasta oturur ve dizini önce 30° fleksiyona, sonra 90° fleksiyona getirir. Bu sırada muayene eden, iskiyal tüneli palpe eder. Hasta semptomların indüklenmesi için her pozisyonda dirence karşı beş saniyeliğine dizlerini aktif olarak fleksiyonda tutar (47). Pudental sinir tutulumu olanlarda bu testler bazen hafif ağrılı olabileceği gibi genelde normaldir (52,53). Pudental tuzaklanma değerlendirilmesinde sakrospinöz ve sakrotuberöz bağlar, obturator internus kası ve pudental kanalın yakınında tuzaklanma belirtileri ortaya çıkarabilecek şekilde piriformis proksimalinde ve iskiyum medialindeki siyatik çentikte hassasiyet olup olmadığı dikkatli palpasyonla değerlendirilmelidir (35). İntrapelvik tuzaklanmayı ekarte etmek için dikkatli bir transvajinal veya transrektal muayene gerekir.

2.4.5.3. PUDENTAL TUZAK NÖROPATİ

Patognomonik görüntüleme, laboratuvar ve elektrofizyolojik kriterlerin yokluğunda pudental nöropatinin tanısı, diğer nöropatiler gibi, primer olarak klinik ve ampirik olarak kalır; dolayısıyla klinik seyir ışığında tanı kriterleri sürekli olarak gözden geçirilmelidir (52). Pudental nöropatide pudental sinir tuzaklanması en sık görülen etyolojidir. Post-herpetik nöropati, gerilme nöropatisi (genellikle ağrılı değildir ya da çok hafif ağrılıdır), periferik polinöropati, postradyoterapi nöropatisi, neoplastik kompresyon, Tarlov kistleri vb. gibi diğer etyolojiler de tarif edilmiştir (1).

Pudental sinir tuzaklanması sonucu gelişen pudental nöropati için tanısal kriterler NANTES Kriterleri olarak adlandırılmıştır (52). Pudental tuzak nöropati tanısı koymak için bu beş kriterin hastada mevcut olması gerekir.

NANTES Kriterleri:

- Pudental sinir bölgesinde ağrı: Anüsten penise veya klitorise kadar
- Ağrının otururken belirginleşmesi
- Ağrının hastayı gece uyandırmaması
- Objektif duyu bozukluğu olmadan ağrı olması
- Diagnostik pudental sinir blokajı ile rahatlayan ağrı

Pudendal sinirin tuzak nöropatisi (PSTN) kadın ve erkek her iki cinsiyette de görülebilen kronik, dirençli ve özürleyici perineal ağrının sık görülen nedenlerinden biridir.

Pudendal sinir; majör siyatik foramenden çıkarken, sakrospinöz bağ üzerinden geçerken, Alcock kanalı olarak da bilinen obturator fasya ve sakrotüberöz ligament tarafından oluşturulan pudendal kanal boyunca geçerken, perine ve genital organları innerve etmek üzere pubik kemiğin inferiorunda tekrar belirlediği bölgelerde tuzaklanabilir (54,55). Tuzaklanma Ploteau ve arkadaşlarına (55) göre en sık, iskiyal çıkıntındaki (spine) sakrospinöz ve sakrotüberöz bağlar arasındaki boşlukta, Wadhwa ve arkadaşlarına (1) göre Alcock kanalında gerçekleşir. Pudendal sinirin mediali, obturator internus kası ile iskiyum arasında da sıkışabilir.

Pudendal tuzak nöropati semptomları; genital, rektal ve terminal üriner sistem dahil olmak üzere bacaklar arasındaki eyer alanını kapsayan sinir dağılımının tamamında veya bir kısmında ağrı, disfonksiyon ve uyuşukluktur. Ayrıca cinsel ve sfinkter disfonksiyonları da görülebilir. Cinsel işlev bozuklukları, kadının sürekli uyarılma sendromu yanı sıra duyu yokluğu, disparoni ve erkekte impotansı içermektedir. Ağrı semptomunu biraz daha irdelediğimizde pudendal tuzak nöropati pudendal sinir dağılım alanında -penis, skrotum, labia, perine ve / veya anorektal bölgeleri içine alacak şekilde- iskiyum medialinde ağrıya neden olur diyebiliriz (35). Ağrı, kalça fleksiyon hareketleri (oturma, tırmanma, bisiklete binme, çömelme ve egzersiz) ile artan kronik bir ağrıdır. Pek çok hastada çarpıcı ortak özellik olan PSTN'de ağrının oturma ile artıyor olması çok önemli bir klinik özelliktir; ancak bazı hastalar böyle bir öykü vermeyebilir. Ayrıca tuvalete oturmak bu durumun dışındadır yani ağrı artışı olmaz. Çünkü tuvalet oturduğunda düz ve sert zeminde oturmanın tersine iskiyum mediali kompresyona maruz kalmaz (35). Genellikle sabah hissedilmeyen veya daha az hissedilen ancak gün ilerledikçe artan nöropatik ağrı (yanma, yırtılma, elektriklenme, şimşekvari saplanıcı, keskin, bıçak gibi batıcı, yabancı cisim hissi gibi tanımlanabilen) ile karakterizedir. Pudendal nöropatinin semptomları arasında erektil / orgazm disfonksiyonu, vulvodinia, fekal ya da stres inkontinans da sayılabilir (56).

Tablo 4: Pudental tuzak nöropatide lokalizasyon ve semptom ilişkisi (35)

Lokalizasyon	Semptom
İskiyal çıkıntı (spine) , sakrospinöz ligament, minör siyatik çentik girişi	İskium medialinde ağrı
Major siyatik çentik ve piriformis kası	Siyatik çentik hassasiyeti ve piriformis kas spazmı-hassasiyeti
Alcock kanalı ve obturator internus kası	Obturator internus spazmı ve hassasiyeti

Etyolojisinde doğum esnasında gerilme/ traksiyon veya perineal yırtıklar, uzun süreli oturma, pelvis kırığı gibi travma ve bazı egzersizler suçlanmıştır. Hatta uzun süreli bisiklet sürmenin de pudental sinir tuzaklanması ile ilişkili olabileceği (55,57,58), bisiklet oturağının burnu ile pubik kemik arasında doğrudan kompresyonun ya da tekrarlayıcı pedal çevirmeden kaynaklanan sürtünmenin, pudental kanaldaki siniri ve onun terminal motor ve duyuşal dallarını nöropati açısından hassas hale getirebileceği ile ilgili yayınlar da mevcuttur (35). Ancak pudental tuzak nöropatinin etyolojisi henüz net değildir ve ileri incelemeler gerektirir (19,59).

PSTN tanısı, klinik olarak tipik öyküye dayanılarak konur ve konservatif tedavisi, tekrarlayan travmayı önlemeye yönelik perine bölgesinin korunması, farmakolojik nöromodülasyon tedavileri ve fizyoterapiyi içerir. Ancak konservatif tedavilerin yanıt vermediği olgularda çok farklı cerrahi tedavi seçenekleri vardır ve olası tuzaklanma bölgelerinde dekompresyonu hedefleyen farklı cerrahi yaklaşımlar tanımlanmıştır (60,61). Literatürde üç farklı yolla (transperineal, transgluteal ve iskiorektal fossa) uygulanan cerrahi yaklaşımların hedefi pudental siniri etrafındaki dokulardan serbestleştirerek iskiorektal fossada serbest olmasını sağlamak ve Alcock kanalını genişletmektir. Bu cerrahiler açık veya laparoskopik yöntemlerle uygulanabilir (60).

Pudendal tuzak nöropati nedenleri :

Toplam 189 hastayı içeren geniş seri bir çalışmada pudendal nöropati tanımlanan hastalarda pudendal tuzaklanma için dört lokasyon tanımlanmıştır (1): Siyatik çentik (%2.1), iskiyal çıkıntı (spine) (%4.8), Alcock kanalı (%79.9) ve distal dal nöropatisi (%13). Etiyolojiler lezyon yerleri temel alınarak daha da sınıflandırılabilir (1,19,25):

- Pelvis veya sakrum: Bir tümör veya enfeksiyon sakral sinir veya proksimal pudendal sinir gövdesine yayılabilir.
- İnter-ligamentöz boşluk: Sinir yaralanması düşmeye bağlı olabilir veya sinir sakrotuberöz ligamentin kalınlaşmış falsiform bölümünün altına sıkışabilir.
- Alcock kanalının girişi: Önceki düşüş veya pelvik cerrahi, örn. histerektomi veya daha önce pelvik meş cerrahisi; kalınlaşmış veya sıkı obturator fasya altında.
- İskiorektal boşluk: Daha önceden hemoroidal cerrahi, iskiorektal apse veya proktokolektomi.
- Alcock kanalı: Pubik kemik fraktürü.
- Pubik kanal iç kısmı: Doğum travması veya bisiklet.
- Pubik simfiz alanı: Travma, penil kırık veya ameliyat.

2.5. PUDENDAL NÖROPATİ TANISINDA MAGNETİK REZONANS NÖROGRAFINİN YERİ

Pudendal sinirin anatomisi ve karmaşık dallanma paterni yeterince anlaşılmadığı için hastalar sıklıkla yanlış tanı alır ve yanlış tedavi edilir, böylece morbidite artar (56,57). Pudendal nöropati, Filler ve ark. (62) tarafından incelenmiş ve siyatik çentik, iskiyal çıkıntı (spine), Alcock kanalı ile hemoroidal, perineal ve dorsal penil / klitoral sinirleri içeren terminal dalların distal bölgedeki tutulumu gibi farklı tuzak yerleri tanımlanmıştır.

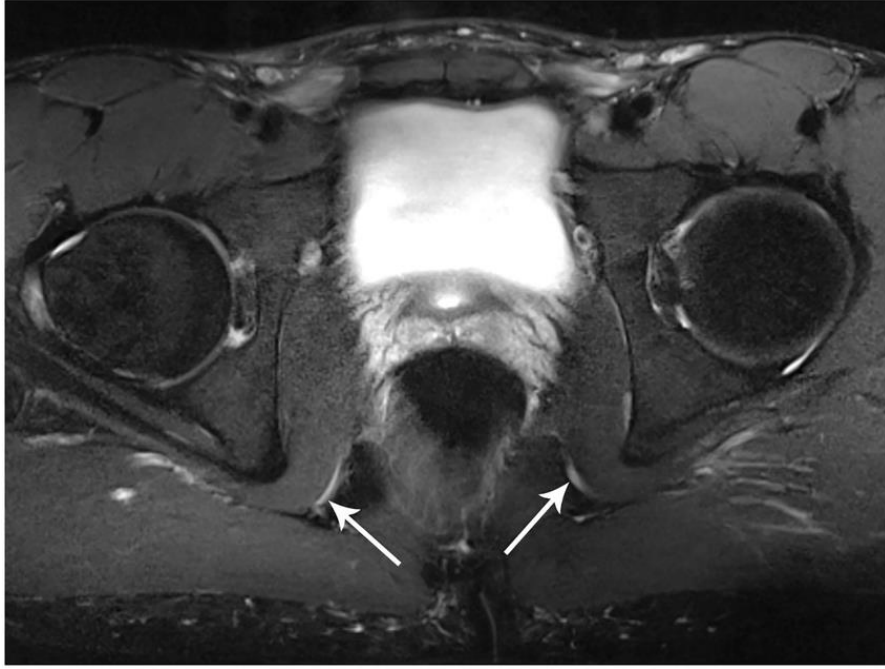
Pudendal nöropatiden klinik olarak şüphelenilmeli ve tanı; uyarılmış potansiyeller, elektronöromyografi, nöronal blok gibi elektrofizyolojik testler ve magnetik rezonans görüntüleme gibi farklı yöntemlerle teyit edilmelidir. Pudendal sinir küçük çaplı olması nedeniyle klasik difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ve difüzyon tensör görüntüleme (DTG) teknikleriyle iyi tanımlanamaz. Bu nedenle yüksek çözünürlüklü morfolojik sekanslar sinirin değerlendirilmesinde büyük rol oynamaktadır

(1,63). Üç boyutlu yüksek çözünürlüklü magnetik rezonans nörografi (MRN) periferik nöropatilerin tanımlanması için geliştirilmiş bir görüntüleme tekniğidir (63,64). Radyolog magnetik rezonans görüntüleme ile incelenen pelvik tabanın kompleks anatomisini, özellikle pudental sinirin trasesini iyi bilmelidir. Üç boyutlu yüksek çözünürlüklü magnetik rezonans nörografi, pudental sinir nöropatisi şüphesi olan hastalarda klinik ve elektrofizyolojik incelemelerin beraberinde tamamlayıcı bir tetkik olarak kullanılmalıdır (65).

Üç boyutlu yağ baskılı teknik temelli yeni magnetik rezonans görüntüleme (MRG) çalışmaları (şekil 8), periferik sinir hasarının değerlendirilmesi için kalitatif açıdan yüksek doğruluk oranları sağlamaktadır. Ancak bu teknikler kantitatif bilgi sağlamamaktadır. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ve difüzyon tensör görüntüleme (DTG), farklı biyolojik yapılardaki su moleküllerinin hareketini değerlendirebilen ve ölçebilen fonksiyonel MRG teknikleridir. Bu teknikler başta merkezi sinir sisteminin değerlendirilmesi olmak üzere diğer anatomik alanlarda başarıyla uygulanmış olup, periferik sinir ve pleksus değerlendirmesi için gelecek vaat etmektedirler (63). Fonksiyonel görüntüleme çağında, bu sekanslar hem merkezi hem periferik sinir sisteminde geleneksel morfolojik değerlendirmenin ötesinde ilave bilgi sağlamaktadırlar (66). DAG ve DTG, söz konusu yapıların fonksiyonel bütünlüğü hakkında değerli patofizyolojik bilgiler sağlayan kalitatif ve kantitatif periferik sinir analizi yapılmasına izin verir. Travma ve periferik sinir veya pleksus yaralanmasında, DAG ve DTG'den türetilmiş görünür difüzyon katsayısı (GDK ya da ADC) veya fraksiyonel anizotropi (FA) gibi birkaç parametre; lif organizasyonu, aksonal akım veya miyelin bütünlüğü hakkında bilgi verecek sinir hasarının olası biyobelirteçleri olarak kullanılabilir. Bu tekniklerin fiziksel temelleri ve sınırlamaları hakkında doğru bilgi, görüntüleme bulgularının optimum yorumu için önemlidir (63,Tablo 5).

Tablo 5. Pudental MR’da pudental nöropati ile uyumlu olan patolojik bulgular (1)

Pudental sinirde kalınlık artışı
Pudental sinirde diffüz T2 sinyal artışı
Pudental nörovasküler demet düzeyinde prominent görünüm/sinyal artışı
Pudental sinir komşuluğunda ödem
Pudental sinir trasesinde herhangi bir segmentte kontrastlanma



Şekil 8: Pudental Sinir 3T MR Nörografisi. Aksiyal yüksek çözünürlüklü yağ baskılı T2 ağırlıklı MR görüntüsü bilateral pudental sinirlerin anormal hiperintensitesini ve kalınlaşmasını gösteriyor (100).

2.6. PUDENDAL NÖROPATİ TANISINDA SOMATOSENSÖRİYEL UYARILMIŞ POTANSİYELLERİN YERİ

Somatosensöriyel uyarılmış potansiyel (çok yaygın kullanılan İngilizce kısaltması ile SEP) kaydı, periferik stimülasyon yerinden pariyetal duyu korteksine uzanan nöral yollardaki iletimi araştırmak için nörolojik uygulamada çok kullanılan araştırmacı ve güçlü bir tekniktir (67).

Dorsal penil/klitoral veya perineal sinirin elektriksel stimülasyonu ile bir serebral SEP kaydedilebilir. Bu SEP, santral kayıtlama alanında (Cz-2 cm:Fz) en yüksek amplitüdedir. Yaklaşık 40 ms'deki ilk pozitif pik (P1 veya P40 olarak adlandırılan) sensöriyel eşğin 2-4 katı gücünde bir uyarı kullanılarak elde edilir.

Somatosensöriyel uyarılmış potansiyeller (SEP'ler) hem merkezi hem de periferik sinir sistemini değerlendirmek için kullanılır. Bulgular, somatosensöriyel yollarda bir lezyonun mevcudiyetini göstermek, lokalize etmeye yardımcı olmak ve prognoz için rehberlik etmek açısından yararlı olabilir (11). Bununla birlikte SEP bulguları tek başına spesifik bir tanıya götürmez ve SEP normal olduğu için organik bir hastalık dışlanamaz (68). Bu test özellikle normal bulbokavernöz refleks varlığında uygulanır (10).

SEP, konvansiyonel sinir iletim çalışmaları ile çalışılmayan periferik sinirleri ve periferik sinirlerin çalışma için erişilemeyen proksimal kısımlarını değerlendirmek için kullanılmıştır. F-dalgası çalışmaları bu amaç için daha yararlı olmasına rağmen SEP, Guillain-Barre sendromlu hastalarda proksimal tutulumu saptamak için kullanılmıştır. Meraljia parestetika gibi proksimal tuzak nöropatili hastalarda lezyon tanınmasını sağlayabilir. Brakiyal pleksus lezyonlarını değerlendirmek için kullanılmıştır, ancak faydası EMG'den daha azdır. Örneğin, EMG çalışmaları bu tanı için yeterli olduğundan sıklıkla anormal olmasına rağmen, torasik outlet sendromunun elektrofizyolojik tanısı için SEP gerekli değildir (69,70). Nörojenik olmayan torasik outlet sendromlu hastalarda ise SEP normaldir (70). Travmatik pleksopatili hastalarda SEP, ciddi postgangliyonik bir lezyon da varsa pregangliyonik lezyonları açığa çıkarmayabilir. İzole radikülopatili ve yalnızca pozitif semptomları (ağrı ve parestezi gibi) olan hastalarda hem SEP hem de EMG çok fazla yardımcı olmayabilir (71). Kök kompresyon belirtileri mevcut olsa dahi, büyük sinir trunkuslarının uyarılmasıyla elde

edilen SEP'ler (kollardaki median ve ulnar sinirler, bacaklardaki peroneal ve tibial sinirler vb), bu sinirlerin polisegmental yapısı nedeniyle genellikle normaldir. Süperfisiyal radyal (C6), safen (L4), yüzeysel peroneal (L5) ve sural (S1) gibi kutanöz sinirlerin stimülasyonu, segmental olarak daha spesifiktir; ancak bulgular tüm vakaların sadece yarısında anormaldir. Dolayısıyla dermatomal uyarı bu bağlamda yeterince hassas ve spesifik görünmemektedir. Lateral femoral kutanöz, iliohipogastrik, safen ve interkostal sinirleri uyarmak için özel teknikler geliştirilmiştir (72,73). Normal SEP ve anormal duyuşal semptomlar arasındaki uyumsuzluğun olası bir nedeni de, standart SEP'ler tarafından tespit edilemeyecek saf ince lif nöropati varlığıdır.

Somatosensöriyel sistem, mekanoresepsiyon, termoresepsiyon, nosisepsiyon, propriosepsiyon ve visserosepsiyon olmak üzere beş alt modaliteden oluşan beşinci duyunun algılanmasına (dokunma) hizmet eder. Bu alt modaliteler, cilt, kas-iskelet sistemi ve iç organlardan gelen duyuşal bilgilerin bilinçli olarak algılanmasını sağlar (11). Buna ek olarak, somatosensöriyel afferentler çok sayıda motor ve otonom refleks yolları ile medulla spinalis, beyin sapı ve ön beyindeki refleks merkezleri ile birlikte hareket eden geri besleme döngülerinde yer alır. Ayrıca somatosensöriyel afferentler, uyku ve uyanıklığı düzenleyen asendan retiküler aktive edici sisteme (ARAS) güçlü bir eksitatör girdi sağlar.

Somatosensöriyel sistem iki ana bölümden oluşur: Dorsal kolon-lemniskal sistem ve spinotalamik sistem. Dorsal kolon-lemniskal sistem, mekanoresepsiyonu (taktil nesne algılanması, cilt temasının lokalizasyonu, titreşim ve doku-yapı tespiti) ve propriosepsiyonu (eklem pozisyonu, hareketi ve kuvveti) algılar. Spinotalamik sistem (ekstralemniskal sistem olarak da adlandırılır), termoresepsiyonu (sıcak, soğuk), nosisepsiyonu (yaklaşan doku hasarını ve ağrıyı) ve visserosepsiyonu algılar. İki sistem de dört nörondan oluşur. Birinci nöron gövdeleri, dorsal kök ganglionları, trigeminal ganglion, orta beyin trigeminal nükleusu ve vagus ganglionundadır. İkinci nöronlar dorsal kolon nükleusunda (lemniskal sistem) veya medulla spinalis arka boynuzunda (spinotalamik sistem sistemi) yer alır; ikinci nörondaki aksonlar orta hattı çaprazlar. Her iki sistem, üçüncü nöron ile talamusun ventroposterior çekirdeğine ve oradan da dördüncü nöron aracılığıyla primer ve sekonder somatosensöriyel korteks, posterior

pariyetal korteks, posterior ve orta insula ile orta singulat korteksten oluşan somatosensöriyel korteks ağına projekte olurlar (74).

Bu iki ana sistemin yanı sıra, somatosensöriyel fonksiyonlara aracılık eden dorsal spinoserebellar yol (alt ekstremitte propriyosepsiyon), postsinaptik dorsal kolon yolu (pelvik organ ağrısı) ve vagus siniri (ağrılı olmayan visseral algılar) gibi diğer yollar da bu sistemin bir parçasıdır. Standart SEP teknikleri yalnızca dorsal kolon-lemniskal sistemin işlevini değerlendirir. SEP anormalliklerinin varlığı, somatosensöriyel sistem patolojisini gösterirken; normal SEP bulguları, spinotalamik sistemin selektif patolojisini dışlayamaz.

SEP genellikle, seçilen sinir üzerindeki cilde uygulanan bipolar transkutanöz elektriksel stimülasyonla uyarılır. 0.1 - 0.2 ms'lik monofazik kare dalga elektrik impulsları sabit akım uyarıcısı ile iletilmelidir (11). Rutin kayıtlamada uyarı parametreleri, belirgin ama tolere edilebilir bir hisse neden olan uyarın yoğunluğu içerir: Kutanöz sinirlerde (sural veya süperfisiyal radyal sinirler) duyuşal eşikğin 2-3 katı büyüklüğünde uyarın genellikle yeterli SEP'leri elde edecek kadar yüksektir; mikst sinirlerde motor ve duyuşal eşikler için genellikle tekrarlanabilir kas seğirmesi sağlayan yoğunluğa ulaşmak yararlıdır. Uyarın hızı 3-5 Hz olmalıdır. Her iki taraf için mümkün olduğunca aynı yoğunluk uygulanmalıdır. Katot, anodal blok olasılığını azaltmak için proksimalde olmalı ve uyarın artefaktını en aza indirgemek için, bir toprak elektrodu uyarılan ekstremitte üzerinde uyarılma bölgesi ile kayıt elektrodları arasına yerleştirilir. Median SEP'te anot bilek kırışıklığının üzerinde, katot ise 2 cm proksimalde olmalıdır. Tibial SEP'te katot, aşil tendonunun medial sınırı ile medial malleolusun arka sınırı arasında ortaya, anot ise yaklaşık 3 cm distale yerleştirilir. Kayıt elektrodları standart EEG (Elektroensefalografi) disk elektrodlarıdır. Cilt elektrod empedansı 5000 Ω 'dan düşük olmalıdır. Üst ve alt ekstremitte stimülasyonlarında klinik olarak en yararlı SEP bileşenleri, sırasıyla 50 ve 100 ms'den önce pik yaptığından analiz süresinin 100 ms'den fazla uzatılmasına gerek yoktur.

Klinikle uyumlu SEP bileşenlerini kaydetmek için alt ve üst frekans filtreleri genelde 3 Hz ve 2000 Hz olarak ayarlanır (75). Dalgaların tekrarlanabilirliğini sağlamak ile latans ve amplitüdlerini doğru olarak ölçmek için, ana kortikal SEP dalgaları için ortalama en az 500 averajlama ve en az iki uyarın bloğunun tekrarlanması önerilir.

Spinal ve subkortikal komponentler, rutin diagnostik amaçla bile 1000-2000 uyarıyı gerektirebilir.

Pudental sinir tuzaklanması ile diğer fokal sinir tuzaklanmaları arasında belirgin bir paralellik vardır (örn., karpal tünelde median sinir, dirsekte ulnar sinir); ancak klinikleri; anatomik farklılıklara, gün boyu oturma nedeniyle tekrarlanan kompresyona ve farklı lif türlerine (visseral, somatik, motor, duyu, otonom) bağlı olarak farklıdır. Bu yüzden, nörofizyolojik testler tanıda çok yardımcıdır (19).

SEP, nörojenik lezyon şüphesi olan hastalarda anorektal ve perineal bölgenin nörofizyolojik değerlendirmesinin de bir parçasıdır (76,77). Pudental SEP (PSEP) tekniği ilk kez 1983 yılında Haldeman tarafından tanımlanan (78), tipik bir " W-şekilli " dalga formunun saçlı derisine yapıştırılmış bir disk elektroduyla kayıtlanması esasına dayanır; ki bu yanıt, taraf uyarımına cevaben belirli bir latans olarak ortaya çıkar. Birçok çalışma SEP'in dorsal penil ve klitoral stimülasyon sonrasında etkili bir şekilde kaydedilebileceğini göstermiştir (77,78,79). Tipik kayıt, somatosensöriyel yol boyunca nöral yapıların sıralı aktivasyonunu yansıtan bir dizi dalgadan oluşur. Anal refleks ile birlikte bulbokavernoz refleks, pudental sinir terminal motor latansı ve eksternal anal sfinkterin elektronöromiyografisi (ENMG) ve SEP; anal ve genitoüriner nöral yolları etkileyen sensöriyel anormallikleri doğrulamak ve lokalize etmek için perineolojide kullanılır (10).

Pudental SEP: Nörofizyolojide, pelvik taban kaslarının elektromiyografisi ve bulbokavernöz refleks en sık uygulanan çalışmalardır. Somatosensöriyel periferik ve merkezi yolları değerlendirmek için pudental SEP kullanılabilir. Potansiyeller, orta hattan (Cz'nin 2 cm arkasından) bir Fz referansı ile penisin tabanındaki halka elektrodlar (0.1 ms'lik kare dalga tek impulslar, 2 Hz frekansta ve duyu eşliğinin üç katı yoğunlukta) uyarıldıktan sonra kaydedilir. 500 ortalama ile kararlı ve tekrarlanabilir bir sinyal elde edilir ve ilk pozitif defleksiyonda ölçülen onun latansıdır (P1). Normal latans 37 ms'dir ve 48 ms'yi aşan değerler (veya tibial SEP'te P39 pikinden 7 ms daha uzun olan değerler) anormal olarak kabul edilir (9,80). Kadınlarda üro-cinsel disfonksiyonları incelemek için, özel bir elektrod (bridge-stimulating electrode) elle

klitoris üzerinde tutulur ve kafa derisi kaydı penis stimölasyonlarında olduğu gibi aynı şekilde alınır.

Kortikal somatosensöriyel uyarılmış potansiyellerin amplitüdü erkeklerde kadınlara göre daha büyüktür; bunun nedeni erkeklerde pudendal sinirin daha kolay erişilebilir olması olabilir (9). Diğer taraftan cevabın başlangıcı kadınlarda erkeğe göre biraz daha erken ortaya çıkmaktadır. Bu fark ise istatistiksel olarak anlamlıdır. Çünkü latans, boy bağımlı bir antitedir.

Pudendal SEP, diyabetik nöropati ile ilişkili impotanza veya medulla spinalis hasarında yüksek bir duyarlılığa sahipken, etyolojisi bilinmeyen bir erektil disfonksiyonun teşhis edilmesinde faydası tartışmalıdır (81,82) .

2.6.1. PUDENDAL SEP'İN PUDENDAL TUZAK NÖROPATİDE TANI KOYDURUCU GÜCÜ

Pudendal tuzak nöropatinin teşhisinde; bulbokavernöz kas ve / veya sfinkter elektromiyografisi, pudendal sinir iletim çalışmaları, sakral refleksler ve somatosensöriyel uyarılmış potansiyeller (SEP) olarak tanımlanan nörofizyolojik testler kullanılır (9,10).

Tuzaklanmanın pudendal nöropatinin kaynağı olarak tanımlanması çok önemlidir; çünkü bu tanı sıkışan sinirin cerrahi dekompresyonuna yol açabilir ve cerrahi endikasyon uygun olmalıdır (83). Pudendal sinir tuzaklanmasından şüphelenildiğinde genellikle perine elektronöromiyografi (EMG) çalışması yapılır.

Klasik olarak uygulanan iki teknik vardır:

- İlki karşılaştırmalı analiz için bulbokavernöz ve eksternal anal sfinkter kaslarında bilateral olarak yapılan iğne elektromiyografi (EMG).
- İkincisi, pudendal sinir terminal motor latansını ölçmek için siyatik çıkıntından geçen pudendal sinirin transrektal uyarılmasını içeren pudendal sinir motor iletim çalışmaları ile sakral refleks latansını belirlemek için penis veya klitoris dorsal sinirinin yüzeysel stimölasyonu ve bulbokavernöz kas veya sfinkter kasından kayıtlama ile elde edilen refleks çalışmaları.

St Mark's Hospital elektrodu (Şekil 9) ile pudental sinir terminal motor latans ölçümü, genellikle altın standart olarak kabul edilir (83). Fakat, bu teknik için literatürde bildirilen normal üst sınır çok kısadır (2 - 2.5 ms). Bu durum St Mark's kayıt elektrodları kullanıldığında gerçek motor aksiyon potansiyeli olarak işaretlenmiş bir motor artefaktan kaynaklanıyor olabilir (84). Ek olarak, pudental sinir sıklıkla transrektal stimülasyon bölgesinin proksimalinde tutulur. Bu nedenle, sakral refleks latanslarının eş zamanlı ölçümü önerilir.



Şekil 9: St Mark's Hospital Elektrodu (101)

Sinir tuzaklanması ile indüklenen ağrı öncelikle aksonal eksitabilitede lokal bir artış ile ilişkili olup, aşırı ve ektopik diken deşarjlarına yol açar (85). Periferik değişiklikleri, kronik ağrının korunmasında önemli bir rol oynayan merkezi duyarlılaşma izler. Geleneksel ENMG teknikleri bu süreçlerin doğrudan kanıtlarını sağlayamaz ve bu nedenle ENMG sonuçları, sinir tuzaklanması sendromunda ağrı yoğunluğu ile korele değildir (86). Sinir sıkışması ciddi veya uzun süreli ise, segmental demiyelinizasyon meydana gelir. Ancak buna mutlaka ağrı seviyesindeki değişikliklerin eşlik etmesi zorunlu değildir. Demiyelinizasyon, iletim bloğu durumunda anormal motor ünite potansiyellerinin azalmış katılımı ile birlikte olan fokal sinir iletim yavaşlaması ile sonuçlanır. Tuzaklanmanın ileri evresinde, Wallerian dejenerasyonuna

bağlı aksonal kayıp vardır ve bu nedenle motor ünit potansiyellerinin amplitüd-süre uzaması veya aksonal filizlenmeye bağlı faz sayısı artışı sonucu EMG katılım paterni azalır. Ek olarak, aktif denervasyon durumunda spontan EMG aktivitesi var olabilir ve motor sinir iletim hızı, büyük ve hızlı ileten liflerin kaybı nedeniyle azalabilir.

Genel nörofizyolojik teknikler pudental innervasyonun duyuşal parametrelerini doğrudan test etmez. Örneğın karpal tünel sendromunda, motor anormallikler, duyuşal anormalliklere kıyasla hastalığın geç dönemlerinde ortaya çıkmaktadır (87). Bu nedenle perineal ENMG çalışmalarının pudental sinir tuzaklanması tanısındaki duyarlılığı, potansiyel sinir tuzaklanma bölgelerinde fokal duyuşal iletimin ölçülmesinin imkansızlığı nedeniyle sınırlıdır.

Pudental SEP'lerin pudental sinir tuzaklanmasında tanıya yardımcı olmadaki rolüne ilişkin literatürde tatmin edici bir veri yoktur. Bunun nedeni SEP'in uygulanma tekniğinden dolayı teşhis için tatmin edici sonuçlar alınamayışı olabilir (88). Stimülasyon alanının ağırlı bölgenin distalinde kalmasının kötü potansiyellere neden olmasının getirdiğı kısıtlılığın yanı sıra, anormal SEP'lerin nadir görülmesinin bir diğerk makul nedeni de hastanın muayene sırasındaki duruşu olabilir. SEP çalışmaları her zaman, semptomların ortaya çıktığı oturma pozisyonunda yapılmak yerine, sırt üstü yatan hastada yapılmaktadır. Oysa pudental tuzak nöropatideki şikayetler tamamen veya kısmen tek taraflı ve oturma pozisyonunda kötüleştiğinden, genellikle bilateral eş zamanlı stimülasyon ile sırt üstü pozisyonda gerçekleştirilen rutin SEP çalışmaları da, sinir tuzaklanmasını göstermede başarısız olabilir (88). Ayrıca, önceki pudental SEP çalışmalarının çoğuş, semptomatik ve asemptomatik tarafları ayrı ayrı değerlendirmek yerine, halka şeklinde elektrodlar kullanılarak bilateral stimülasyon ile gerçekleştirilmiştir.

Pudental tuzak nöropatinin tek taraflı (veya tek taraflı baskınlığı olan bilateral) dağılımlı bir tür nöropatik ağrı olduğunu göz önüne alırsak, muayenede ağrıyı provoke eden oturma postürünü sağlamak ve asemptomatik taraf stimülasyonu ile uyarılan normal yanıtların seyreltici etkisinden kaçınmak gereklidir.

Örmeci ve Öge tarafından yeni tanımlanan yöntem ile pudental SEP 'lerin tanısall doğruluğuş, hastaların semptomatik ve asemptomatik taraflarının hem oturma postürü provokasyonundan önce hem de sonra ayrı ayrı stimüle edilmesiyle arttırılmıştır (88).

Pudental SEP'te stimülasyon ve kayıt yerleri arasında bir lezyon olması durumunda amplitüd kaybı ve / veya potansiyellerin latanslarının uzaması anormalliği gösterir (9,11). Yeni pudental SEP tekniği, supin pozisyonda elde edilen amplitüdün oturur pozisyonda kaybı ve supin pozisyona tekrar gelindikten sonra artışını anormallik olarak kabul eder ve esas alır (88).

Tuzak nöropatilerde, iletim defekti sinirin kısa bir segmenti ile sınırlıdır. Bunun majör elektrofizyolojik sonucu, iletim yavaşlaması bulgusuna göre daha önemli bir bulgu olan iletim bloğudur. Oturma sırasındaki amplitüd kaybının esas olarak semptomatik pudental sinirde iletim bloğundan kaynaklandığını, tutulan kısa segment boyunca görülen iletim yavaşlamasının ise minör derecede patolojik olduğunu veya afferent yollarda iletimle seyreltiği için oluştuğunu söyleyebiliriz (89,90). Parsiyel iletim bloğu oturma pozisyonunun sonunda normal kontrollerde de ortaya çıkmasına rağmen, hastalardaki tuzaklanmalar, SEP yanıtlarında belirgin bir şekilde daha fazla amplitüd kaybına yol açmaktadır. Bazı ciddi pudental nöropati hastalarında supin pozisyonunda pudental SEP anormallikleri görülebilmeye rağmen, elektrofizyolojik yöntemin gücü, hastaların çoğunda oturma provokasyonu ile güçlendirilebilir (88). Oturma pozisyonunun sonunda gözlenen amplitüd azalması ile birliktelik gösteren supin pozisyona geçildiğinde ortaya çıkan amplitüd artışının anormalliğin ayırt edilmesinde son derece hassas olduğu ileri sürülebilir (88). Burada belirlenen teknik kolaylıkla uygulanabilir ve non-invazivdir, bununla birlikte, gerekli olan daha uzun test süresi dezavantaj olabilir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı Nörofizyoloji Laboratuvarı'nda 28.06.2012 ile 10.04.2017 tarihleri arasında pudendal EMG'si yapılmış ve pudendal MR'ı çekilmiş olan hastalar retrospektif olarak tarandı. Yapısal lezyonu olmayan ve NANTES kriterlerini karşılayan pudendal nöropati ön tanılı hastalar çalışmaya dahil edildi. Dışlama kriterlerini karşılayan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Toplam 51 hasta çalışmaya alındı ve EMG ile MR sonuçları arasındaki korelasyonun saptanması amaçlandı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Hastanın ürolojik açıdan değerlendirilmiş ve pudendal nöropati ön tanısı almış olması
- Hastanın pudendal EMG tetkikinin merkezimizde yapılmış olması
- Hastanın pelvik MRG tetkikinin merkezimizde yapılmış olması

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Hastanın ürolojik açıdan değerlendirilmemiş olması
- Hastanın pelvik MRG tetkikinin dış merkezde yapılmış olması veya MRG tetkikinin hiç yapılmamış olması
- Daha önceden geçirilmiş ve pudendal siniri etkileyebilecek pelvik cerrahi öyküsü olması
- EMG tetkikini etkileyebilecek hastalık öyküsü olması (polinöropati nedeni olabilecek primer ve/veya sekonder etyolojilere sahip olması)
- Pudendal MRG sonucunda pudendal nöropati ile uyumlu olabilecek patolojiler haricinde tanı almış olması (kitle, enfeksiyon vb.)

Çalışma için Yeditepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı.

Elektrofizyolojik çalışma (pudental EMG ve SEP) Keypoint-net (Natus Medical Inc., Middleton, WI) elektrofizyoloji ünitesi kullanılarak yapıldı. Uyarılar salinle ıslatılmış keçe yastıklı çubuk elektrodlar kullanılarak verildi (çap:4mm, elektrod arası uzaklık: 2.5 cm). Kadın hastalarda stimülatör katotu her iki tarafta klitoris lateraline minör ve majör labiumlar arasına; anot ise posteriora yerleştirildi. Erkek hastalarda anot, penis lateraline glans koronanın proksimaline katot ise, anotun proksimaline yerleştirildi. Toprak elektrodu ise ipsilateral iliak spinöz çıkıntıya yerleştirildi. 0,2 ms süreli kare dalga elektriksel impulslar 2 Hz sıklığında gönderildi. Elektriksel uyarı yoğunluğu kontralateral taraftaki sinir uyarılmasını önlemek için duyuşal eşik değeri 2 katı olarak ayarlandı. SEP yanıtları, uluslararası 10-20 sistemine göre, Cz ve Fpz'nin 2 cm arkasındaki noktalara yerleştirilen 9 mm küp elektrodlar kullanılarak kaydedildi. Frekans filtreleri 5 ve 3000 Hz arasındaydı. Ekran sensitivitesi 5 μ V ve süpürme hızı 10 ms idi. Supin pozisyonda en az 350 ortalanan yanıtta oluşan üç ardışık SEP kaydı elde edildi. Kortikal yanıtın ilk negatif defleksiyonunun başlangıç latansı ve P1 ve N1 defleksiyonları arasındaki amplitüd farkı ilk supin pozisyonda, oturma pozisyonunun başında, oturma pozisyonunun sonunda ve ikinci supin pozisyonunun sonunda kaydedildi. Supin ve oturma pozisyonlarındaki latans ve amplitüd farklılıkları hesaplandı ve yüzde değerler ile ifade edildi.

Pudental MR Nörografi incelemeleri 3T Philips Ingenia (Release 5) cihazı ile pelvik yapılara yönelik olarak yağ baskılı T2 A koronal (TR 6450 ms, TE 60 ms, kesit kalınlığı 4 mm, FOV 370 mm) ve aksiyal (TR 7500 ms, TE 80 ms, kesit kalınlığı 7 mm, FOV 380 mm), pudental sinire yönelik olarak T1A (TR 460 ms, TE 10 ms, kesit kalınlığı 3 mm, FOV 210 mm) ve yağ baskılı T2A aksiyal (TR 6300 ms, TE 80 ms, kesit kalınlığı 3 mm, FOV 190 mm) ve koronal ve yağ baskılı proton dansite koronal (TR 4200 ms, TE 30 ms, kesit kalınlığı 3 mm, FOV 250 mm) kesitler ile elde edildi. Sonrasında IV gadolinyum uygulaması ile (0,1 mmol/kg) ile yağ baskılı T1 aksiyal ve koronal plan (TR 530 ms, TE 10 ms, kesit kalınlığı 3 mm, FOV 240 mm) sekanslar ile inceleme sonlandırıldı.

İstatistik: Veriler bilgisayarda SPSS 25.0 (Statistical Packages of Social Sciences) programı kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Açıklayıcı istatistikler sürekli değişkenler

için ortalama \pm standart sapma şeklinde kategorik değişkenler için frekans ve yüzde şeklinde gösterildi. Demografik özelliklere göre ölçümlerin karşılaştırılmasında Bağımsız iki grubun, normal dağılıma uyan verilerinin karşılaştırılmasında iki bağımsız örneklem t testi kullanıldı. İki ölçüm arasında uyum olup olmadığını belirlemek için McNemar testi kullanıldı. $p < 0,05$ olması durumunda aradaki fark anlamlı kabul edildi.



4. BULGULAR

Tablo 6: Çalışmaya katılan hastalarda cinsiyet dağılımı

	Sıklık(n)	Yüzde(%)	Kümülatif Yüzde(%)
Kadın	30	58,8	58,8
Erkek	21	41,2	100
Toplam	51	100	

Çalışmaya 30 kadın (%58,8), 21 erkek (%41,2) olmak üzere toplam 51 hasta dahil edilmiştir.

Tablo 7: Hastaların yaşa bağlı verilerinin cinsiyete göre dağılımı

	Yaş					
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata Ortalaması
Kadın	30	24	63	43,83	10,706	1,955
Erkek	21	22	63	36,81	10,038	2,190

Kadın hastalarda minimum yaş 24 maksimum yaş 63 olmak üzere 10,706 standart sapma ile yaş ortalaması 43,83 olarak tespit edildi. Erkek hastalarda minimum yaş 22 maksimum yaş 63 olmak üzere 10,038 standart sapma ile yaş ortalaması 36,81 olarak tespit edildi.

Tablo 8: Hastaların şikayetlerinin dağılımı

Şikayet	Sıklık (n)	Yüzde(%)
Miksiyon şikayetleri	31	60,7
Suprapubik ağrı	6	11,7
Kasık ağrısı	9	17,6
Perineal ağrı ve/veya yanma	14	27,4
Kalça ağrısı	8	15,6
Perianal ağrı ve/veya yanma ve/veya kaşıntı	10	19,6
Vulvodinia	10	19,6
Penil ağrı ve /veya yanma	4	7,8
Testis ağrısı	5	9,8

Sistizm bulgularını içerecek şekilde sorgulanan hastaların 31'inde (%60,7) miksiyon şikayetleri, 6 hastada (%11,8) suprapubik ağrı, 1 hastada perineal ağrı ile birliktelik göstermek üzere toplam 9 hastada kasık ağrısı, 1 hastada penil ağrı ve/veya yanma ve 2 hastada vulvodinia ile birlikte olmak üzere toplam 14 hastada perineal ağrı ve/veya yanma, 2 hastada perianal ağrı ile birliktelik göstermek üzere toplam 8 hastada kalça ağrısı, 2 hastada penil ağrı ve/veya yanma ve 2 hastada vulvodinia ve 2 hastada kalça ağrısı ile birliktelik göstermek üzere toplam 10 hastada perianal ağrı ve/veya yanma ve/veya kaşıntı, 4 hastada penil ağrı ve /veya yanma, toplam 5 hastada testis ağrısı, 9 hastada ise vulvodinia mevcuttu.

Tablo 9: Hastalarda yakınma sürelerinin dağılımı

	Sıklık (n)	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
0-1 yıl	17	33,3	33,3
2-3 yıl	19	37,3	70,6
4-5 yıl	6	11,8	82,4
6-7 yıl	2	3,9	84,3
8-9 yıl	1	2,0	86,3
≥10 yıl	6	11,8	98,0
Toplam	51	100,0	

Olguların 17'sinin (%33,3) şikayet süresi 1 yıl ve daha az, 19 olgunun (%37,3) 2 ila 3 yıl, 6 olgunun (%11,8) 4 ila 5 yıl, 2 olgunun (%3,9) 6 ila 7 yıl, 6 olgunun (%11,8) 10 yıl ve daha fazla, yalnızca 1 olgunun (%2) 8 ile 9 yıl arasında idi.

Tablo 10: Hastaların pudental nöropatiye yönelik kullandıkları ilaçların cinsiyete göre dağılımı

	Kadın (n)	Erkek (n)	Toplam (n)
NSAID	3	2	5
Narkotik analjezik			
Oksikodon	1	1	2
Tramadol	2	1	3
Toplam (n)	3	2	5
Antiepileptik			
Pregabalin	14	8	22
Gabapentin	4	4	8
Karbamazepin	2	-	2
Toplam (n)	20	12	32
Antispazmodik			
Tolterodine	2	2	4
Solifenasin	3	1	4
Fesoterodin	1	1	2
Toplam (n)	6	4	10
Antidepresan			
Essitalopram	1	-	1
Sitalopram	-	1	1
Amitriptilin	2	1	3
Duloksetin	4	1	5
Toplam (n)	7	3	10

Nöropatik ağrıya yönelik olarak 5 hasta NSAID, 5 hasta narkotik analjezik, 10 hasta antispazmodik ve 10 hasta antidepresan grubundan ilaç kullanıyordu. 51 hastanın 32'si antiepileptik ilaç kullanıyordu.

Tablo 11: Hastalarda travma öyküsü oranı

	Sıklık (n)	Yüzde(%)	Kümülatif Yüzde (%)
Bilinmiyor	25	49	49
Pozitif	17	33,3	82,4
Negatif	9	17,6	100
Toplam (n)	51	100	

51 hastadan 17'sinde (%33,3) travma öyküsünün pozitif, 9'unda (%17,6) negatif olduğu öğrenildi.

Tablo 12: Hastalarda operasyon öyküsü oranı

	Sıklık (n)	Yüzde (%)
Abdominal operasyon	8	15,6
Spinal operasyon	2	3,9
Kranial operasyon	1	2
Operasyon yok	40	78,4

8 hastada abdominal (%15,6), 2 hastada spinal (% 3,9), 1 hastada kranial (%2) olmak üzere toplam 11 hastada operasyon öyküsü vardı. 51 hastanın 40'ında (%78,4) operasyon öyküsü bulunmuyordu.

Tablo 13: Hastalarda nöropatiye eşlik edebilecek diğer hastalıkların dağılımı

Ek Hastalık	Sıklık (n)	Yüzde(%)
Yok	39	76,4
İskelet anormallikleri	3	5,9
Lomber disk hernisi	6	11,8
Hipertansiyon	2	3,9
Hiperlipidemi	2	3,9
Romatizmal hastalık	1	2,0
Psikiyatrik hastalık	1	2,0

51 hastanın 39'unda (%76,4) ek hastalık bulunmuyordu. 6 hastada (%11,8) lomber disk hernisi, 3 hastada iskelet anormallikleri, 2 hastada hipertansiyon, 2 hastada hiperlipidemi, 1 hastada romatizmal hastalık (romatoid artrit) ve 1 hastada psikiyatrik hastalık (majör depresyon) mevcuttu. Sadece 1 hastada lomber disk hernisi ve astım şeklinde; 1 hastada ise hipertansiyon ve hiperlipidemi şeklinde ikili komorbidite vardı.

Tablo 14: Hastalarda klinik ön tanı olarak pudendal nöropatide tutulan taraf dağılımı

Ön tanı	Sıklık (n)	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Sağ pudendal nöropati	19	37,3	37,3
Sol pudendal nöropati	22	43,1	80,4
Bilateral pudendal nöropati	10	19,6	100
Toplam	51	100	

Şikayetleri ve muayeneleri doğrultusunda 51 hastanın 19'u (%37,3) sağ pudendal nöropati, 22'si (%43,1) sol pudendal nöropati, 10'u (%19,6) bilateral pudendal nöropatiydi.

Tablo 15: Hastalarda EMG bulguları ile yakınma tarafında pudendal blok uygulamasının sonuçları

Pudendal Blok Cevabı		EMG Pozitif	EMG Negatif	Toplam	
	Blok yapılmamış	N	20	8	28
		% Pudendal Blok Cevabı	71,4	28,6	100
		% EMG	52,6	61,5	54,9
	Pozitif	N	18	2	20
		% Pudendal Blok Cevabı	90	10	100
		% EMG	47,4	15,4	39,2
	Negatif	N	0	3	3
		% Pudendal Blok Cevabı	0	100	100
		% EMG	0	23,1	5,9
Toplam	N	38	13	51	
	% Pudendal Blok Cevabı	74,5	25,5	100	
	% EMG	100	100	100	

EMG’de pudendal nöropati tespit edilen 38 hastanın 20’sinde pudendal blok uygulanmamış. Geri kalan 18 hastada pudendal blok cevabı pozitif olarak saptanmış. EMG’de pudendal nöropati saptanmayan 13 hastanın 8’ine pudendal blok işlemi uygulanmamış; 3’ünde pudendal blok cevabı negatif, 2’sinde ise pozitif gelmiş.

Tablo 16: Hastalarda EMG sonucuna göre pudendal nöropatide tutulan taraf dağılımı

	Sıklık (n)	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Normal	11	21,6	21,6
Sağ pudendal nöropati	13	25,5	47,1
Sol pudendal nöropati	13	25,5	72,5
Bilateral pudendal nöropati	12	23,5	96,1
Değerlendirilemedi	2	3,9	100
Toplam	51	100	

Yapılan EMG’ler sonucunda 11 hastanın sonucu normal raporlandı. 13 hastada sağ, 13 hastada sol, 12 hastada bilateral pudendal nöropati tespit edildi. 2 hastanın EMG sonucu ise ‘değerlendirilemedi’ olarak raporlandı.

Tablo 17: Klinik olarak pudental nöropati tanısı alan hastalarda EMG ile tanının değerlendirilmesinde tutarlılık oranının cinsiyete göre dağılımı.

			Kadın	Erkek	Toplam	
Ön tanı-EMG	Uyumlu	N	26	12	38	
		% Ön tanı-EMG	68,4	31,6	100	
		% Cinsiyet	86,7	57,1	74,5	
	Uyumlu değil	N	4	9	13	
		% Ön tanı-EMG	30,8	69,2	100	
		% Cinsiyet	13,3	42,9	25,5	
Toplam						
			N	30	21	51
			% Ön tanı-EMG	58,8	41,2	100
			% Cinsiyet	100	100	100

Ön tanı ve EMG sonuçları uyumlu olarak tespit edilen 38 hastadan 26'sı kadın (% 68,4) , 12'si erkek (% 31,6) idi. Ön tanı ve EMG sonuçlarının uyumlu olmadığı 13 hastadan 4'ü kadın (%30,8), 9'u erkek (%69,2) idi. Toplamda 51 hastanın 38'inin (%74,5) ön tanı ve EMG sonuçları uyumlu olduğu 13'ünün (%25,5) uyumlu olmadığı görüldü. Ön tanı ve EMG sonuçlarının uyumlu olmadığı 13 hastanın 11'inde pudental nöropati ön tanısı düşünülmesine rağmen EMG sonucunun normal olduğu diğer bir deyişle pudental nöropati olmadığı anlaşıldı. Geri kalan 2 hastanın EMG'si ise hastaların tetkike uyum göstermelerindeki sıkıntı nedeniyle 'değerlendirilemedi' olarak raporlandı.

Tablo 18: Klinik olarak pudental nöropati tanısı alan hastalarda MR ile tanının değerlendirilmesinde tutarlılık oranının cinsiyete göre dağılımı

			Kadın	Erkek	Toplam
Ön tanı-MR	Uyumlu	N	14	4	18
		% Ön tanı-MR	77,8	22,2	100
		% Cinsiyet	46,7	19,0	35,3
	Uyumlu değil	N	16	17	33
		% Ön tanı-MR	48,5	51,5	100
		% Cinsiyet	53,3	81	64,7
Toplam		N	30	21	51
		% Ön tanı-MR	58,8	41,2	100
		% Cinsiyet	100	100	100

Ön tanı ve MR sonuçları uyumlu olarak tespit edilen 18 hastadan 14'ü kadın (% 77,8) , 4'ü erkek (% 22,2) idi. Ön tanı ve MR sonuçlarının uyumlu olmadığı 33 hastadan 16'sı kadın (%48,5), 17'si erkek (%51,5) idi. Toplamda 51 hastanın 18'inin (%35,3) ön tanı ve MR sonuçlarının uyumlu olduğu 33'ünün (%64,7) uyumlu olmadığı görüldü.

Tablo 19: EMG ile pudental nöropati tanısı alan hastalarda MR ile tanının değerlendirilmesinde tutarlılık oranının karşılaştırılması

			Ön tanı-MR uyumlu	Ön tanı-MR uyumlu değil	Toplam
Ön tanı-EMG	Uyumlu	N	14	24	38
		% Ön tanı-EMG	36,8	63,2	100
		% Ön tanı-MR	77,8	72,7	74,5
	Uyumlu değil	N	4	9	13
		% Ön tanı-EMG	30,8	69,2	100
		% Ön tanı-MR	22,2	27,3	25,5
Toplam		N	18	33	51
		% Ön tanı-EMG	35,3	64,7	100
		% Ön tanı-MR	100	100	100

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		,000 ^a
N of Valid Cases	51	

Ön tanıları ile EMG'leri uyumlu olan toplam 38 hastanın 14'ünde MR'ın hem ön tanı hem EMG ile uyumlu olduğu tespit edildi. Geri kalan 24 hastada ön tanı ve EMG uyumu görülmesine rağmen MR uyumlu görülmedi. Ön tanı ve EMG'lerinin uyumlu olmadığı 13 hastanın MR'larının da EMG'leri ile uyumlu olmadığı görüldü. Sadece 4 hastanın ön tanı ve EMG bulgusu uyumlu olmamasına rağmen ön tanı ve MR'larının uyumlu olduğu tespit edildi.

Pudental nöropati tanısı açısından yapılan EMG ve MR korelasyonu değerlendirme amaçlı istatistiksel analizde $p < 0,05$ ($p = 0,000^a$) olduğu ve EMG-MR korelasyonunun istatistiksel olarak uyumlu olmadığı tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Pelvik ve/veya perineal ağrının sık görülen nedenlerinden biri pudendal nöropatidir. Hastaların neredeyse tümünde pudendal sinir dağılım alanında genellikle oturma ile artan kronik ağrı öyküsü vardır.

Pudendal nöropatinin prevalansı genel popülasyonda %6.6'dır ve sıklıkla kadınlarda görülmektedir (1). Diğer periferik sinir bozukluklarının aksine, pudendal sendromlar genellikle bilateraldir (62). Etiyolojisinde tuzaklanma, künt veya iyatrojenik travma (doğum, cerrahi, kırık vs.), enfeksiyon, tümör kompresyonu ya da infiltrasyonu gibi çeşitli nedenler olabilir. Bu etyolojiler, pudendal siniri veya dallarını, izole ya da sakral ve pelvik sinirleri de içerebilecek şekilde etkileyebilir. Pudendal nöropatide pudendal sinir tuzaklanması en sık görülen etyolojidir. Pudendal sinir tuzak nöropatisi (PSTN) etyolojisinde ise uzun süreli oturma ve bazı egzersizler suçlanmıştır. Hatta uzun süreli bisiklet sürmenin de pudendal sinir tuzaklanması ile ilişkili olabileceği (55,57,58), bisiklet oturağının burnu ile pubik kemik arasında doğrudan kompresyondan ya da tekrarlayıcı pedal çevirmeden kaynaklanan sürtünmenin pudendal kanaldaki siniri ve onun terminal motor ve duyuşal dallarını nöropati açısından hassas hale getirebileceği ile ilgili yayınlar da mevcuttur (35). Ancak pudendal tuzak nöropatinin etyolojisi henüz net değildir ve ileri incelemeler gerektirir (19,59). Pudendal sinir, dört ana noktada tuzaklanma ihtimaline sahiptir. PSTN kategorileri şu şekilde tanımlanmıştır (62) :

- Tip I, sadece siyatik çentikteki piriformis kasının seviyesinde tuzaklanma
- Tip II, iskiyal çıkıntı (spine) düzeyinde ve sakrotuberöz ligament seviyesinde tuzaklanma
- Tip III, obturator internus kasının medial yüzeyi üzerindeki Alcock kanalında tuzaklanma
 - Tip IIIa, sadece obturator internus kas tutulumu
 - Tip IIIb, hem obturator internus hem piriformis kası tutulumu
- Tip IV, pudendal sinirin distal dallarında tuzaklanma

Pudental nöropatiden klinik olarak şüphelenildikten sonra tanı; uyarılmış potansiyeller, elektronöromyografi, nöronal blok gibi elektrofizyolojik testler ve magnetik rezonans görüntüleme gibi farklı yöntemlerle teyit edilmelidir.

Anamnez ve fizik muayene sonrası pudental nöropati ön tanılı hastalarda genellikle uygulanan nöronal blok, tanı için yol göstericidir. Ancak bazı hastalarda pudental nöropati pozitif olmasına rağmen pudental blokaj negatif olabilir. Öncelikle dört kategoride incelenen pudental tuzaklanma noktalarından hangisinde sinirin tuzaklandığını öngörmek ve o noktaya blokajı uygulamak gerekir. Patoloji olmayan noktalara uygulanan blokajlar olumlu sonuç vermez ve yanlış negatif sonuçlara neden olur. Ayrıca blokaja cevap vermeyen hastaların bir kısmı da Tip IV kategorisindedir; diğer bir deyişle pudental sinirin distal dallarında tuzaklanma vardır (62).

Günümüzde periferik sinir tuzaklanma ve hasarlanmalarının tanı ve takibinde en iyi ve ilk seçilen tetkikler nörofizyolojik tetkiklerdir (2,3,4). Bu testler, bulbokavernöz ve anal sfinkter iğne EMG ile yapılan sakral refleks çalışmaları, pudental sinir motor iletim çalışmaları ve somatosensöriyel uyandırılmış potansiyel (SEP) çalışmalarını içerir (9,10). Pudental sinirin müsküler dalları; üretral sfinkter (perineal sinir adı verilen dal tarafından innerve edilir), eksternal anal sfinkter (anal sinir tarafından innerve edilir) ve bulbokavernöz kası (penis / klitorisin dorsal siniri tarafından innerve edilir) innerve eder. Sfinkter EMG, bu sfinkterlerdeki nörojenik değişiklikleri saptayabilir; ki bu bulgu, Onuf nükleusunun veya onun motor sinir liflerinin, yani pudental sinirin tutulumunu gösterir. BCR; pudental afferent sinir, pudental efferent sinir ve S2-S4 refleks arkının bütünlüğünü değerlendirir. Non-invaziv, kolay uygulanabilen ve oturmaya müsait bir yöntem olması nedeni ile önemli olan PSEP, penil veya klitoral stimülasyon ile kafa derisinden kaydedilmiş potansiyellerdir ve pudental sinirin duyuşal merkeze iletiminin yani pudental sinirin tüm afferent yolunun değerlendirilmesi için objektif bir nörofizyolojik değerlendirme yöntemidir (91).

Periferik sinir yaralanmalarının tanısı ve ayırıcı tanısında yardımcı olarak kullanılan diğer bir yöntem magnetik rezonans görüntülemedir (MRG). Nörografi şeklinde çekilmiş MRG, periferik sinir patolojilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yüksek çözünürlüklü, non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir ve şüpheli pudental nöropati olgularında giderek daha fazla kullanılmaktadır (1).

Pek çok hastada çarpıcı ortak özellik olan PSTN'de ağrının oturma ile artıyor olması çok önemli bir klinik özelliktir; ancak bazı hastalar böyle bir öykü vermeyebilir. Ayrıca tuvalete oturmak bu durumun dışındadır yani ağrı artışı olmaz. Çünkü tuvalet oturduğunda düz ve sert zeminde oturmanın tersine iskiyum mediali kompresyona maruz kalmaz (35). Genellikle sabah hissedilmeyen veya daha az hissedilen ancak gün ilerledikçe artan nöropatik ağrı (yanma, yırtılma, elektriklenme, şimşekvari saplanıcı, keskin, bıçak gibi batıcı, yabancı cisim hissi gibi tanımlanabilen) ile karakterizedir. Pudental nöropatinin semptomları arasında erektil / orgazm disfonksiyonu, vulvodinia, fekal ya da stres inkontinans da sayılabilir (56). Patognomonik görüntüleme, laboratuvar ve elektrofizyolojik kriterlerin yokluğunda pudental nöropatinin tanısı, diğer nöropatiler gibi, primer olarak klinik ve ampirik olarak kalır. Bu da tanıda zorluğu getirir. Üstelik pudental sinir tuzak nöropatisi için ayrıntılı ve tanıya yönelik nörofizyolojik tetkikler yapılmadığı takdirde PSTN, bir ekartasyon tanısı olarak kalır.

Somatosensöriyel uyandırılmış potansiyel (SEP), bir dermatom veya duyuşal sinir üzerinden elektriksel uyarıma karşı merkezi sinir sisteminde (MSS) ortaya çıkan ve saçlı deriden kayıtlanabilen potansiyeller olarak tanımlanabilir (9).

Uyarılmış potansiyeller klinikte; klinik öykü ve fizik/nörolojik muayenenin tanı için yetersiz olduğu zaman duyuşal işlevlerdeki anormallikleri göstermekte, patolojinin anatomik dağılımının belirlenmesinde ve nörolojik hastalıkların seyrindeki değişikliklerin izlenmesinde kullanılır (92). Somatosensöriyel uyandırılmış potansiyellerin ölçümü, genitoüriner yoldan beyne giden afferent yolları araştırmak için nesnel olarak mevcut olan tek tekniktir. Periferik nöropatiler, medulla spinalis patolojileri ve bazı supraspinal hastalıklar gibi duyuşal innervasyonları etkileyen bozuklukların değerlendirilmesi için çok önemli bir araçtır (79).

Periferik sinir hastalığını değerlendirmek için SEP kullanımının birkaç endikasyonu vardır:

1. Standart elektromiyografik yöntemlerle kolayca erişilemeyen normal veya hastalıklı sinirler için iletim ölçümleri
2. Bir duyuşal sinir aksiyon potansiyeli kaydedilemediğinde aksonal devamlılığı gösterebilmek için

3. Radikülopatilerin değerlendirilmesi (özellikle pleksopatilerde olduğu üzere duyuşal belirtiler ya da semptomlar baskın olduğunda)

Duyusal dallarının klitoris/penis, distal üretra ve skrotum/vulvar labiayı innerve ettiği pudental sinir (9,79), penis/klitorisin dorsal sinirinin veya perineal sinirin dağılım alanındaki duyuşal reseptörlerin elektriksel uyarımı ile medulla spinalise taşıdığı oradan da sensörimotor kortekse doğru hareket eden aksiyon potansiyellerini üretir (79). Bu impulsların akışı, somatosensöriyel korteksin üzerindeki kafa derisine yerleştiren yüzey elektrodları tarafından kaydedilebilen kortikal bir yanıtı oluşturur. SEP incelemesinde bir anomaliyi en iyi gösteren bulgu, lezyon düzeyinden ve bunun distalinden uyarı ile elde edilen potansiyellerin amplitüd kaybı veya latansının uzamasıdır (9,11). SEP dalgalarının latansları kişinin ve çevrenin fiziksel özelliklerinden etkilendiğinden karar vermeden önce bulguların bu faktörlere göre düzeltilmesi gerekir.

Literatürde kadın ve erkek cinsiyet için pudental SEP çalışmalarının normal değerlerini gösterir çok sayıda yayın bulunmaktadır (67,79); ancak rutin pudental SEP çalışmalarının klinik tanıya üstünlüğü ve tuzak nöropatiyi doğru saptamadaki başarısı yetersizdir. Klasik olarak tanımlanan ve uygulanan pudental SEP teknikleri dorsal penil/klitoral sinirleri iki taraflı uyarır ve bu da testin duyarlılığını düşürür. Oysa yeni pudental SEP teknikleri her iki taraftaki sinirleri ayrı ayrı uyarır. Klasik tekniklerle uygulanan SEP'lerdeki anormallikler genellikle zaten ağır nörolojik defisiti olduğu bilinen veya radyolojik olarak yapısal anormallik gösterilebilen (kauda sendromu, lumbosakral radikülopati veya pleksopatiler gibi) hastalarda anormal olarak bulunabilmektedir ve sadece klinik tanıyı destekler niteliktedirler.

Pudental sinir tuzak nöropatisi kliniğinde yakınmaların oturmak ile artıyor olması nedeni ile rutinde yatarak yapılan SEP çalışmaları pudental tuzak nöropatiyi göstermekte yetersiz kalabilmektedir. Belli bir süre oturur pozisyonda kalmanın PSTN için bir provokasyon olduğu görülmüştür. Bugüne kadar yapılan çalışmalar daima yatar pozisyonda yapılmış, oturur pozisyonda provokasyon yapılmamıştır. Ayrıca çoğunlukla sağ ve sol tarafları ayrı ayrı değerlendirmek yerine çalışmanın sadece orta hattan yapılması da tekniğin yetersizliğinin bir nedeni olabilir. PSTN tanısının daha hassas

şekilde konmasına yardımcı olmak amacıyla bilateral ayrı ayrı ve ek olarak oturur pozisyonda da pudental SEP yapmanın klinik olarak PSTN tanısı almış hastalarda daha yüksek doğrulukla tanıya katkıda bulunduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda 28.06.2012 ile 10.04.2017 tarihleri arasında merkezimize başvuran anamnez ve muayene bulguları ile pudental nöropati ön tanılı 30 kadın 21 erkek olmak üzere toplam 51 hastanın 38'inde yeni geliştirdiğimiz pudental SEP tekniğini içeren elektrofizyolojik testlerle pudental nöropati saptadık. Bu 38 hastanın 26'sı kadın, 12'si erkekti. Geri kalan 13 hastanın 2'sinin (1'i erkek 1'i kadın olmak üzere) EMG'si 'değerlendirilemedi' olarak raporlandı. 3'ü kadın 8'i erkek 11 hastanın EMG'si ise normaldi.

Kadınlarda pudental nöropatiye yönelik klasik elektrodiagnostik testlerin yetersiz olmasının nedeni, kadın genital sinirlerinin anatomik olarak erişilme güçlüğü olabilir (93). Erkeklerde, dorsal penil sinir, elektrodiagnostik testlerle nispeten daha kolay erişilebilen büyükçe bir sinirdir. Dorsal klitoral sinir nispeten küçüktür ve klitoral krusun dorsal yüzeyinde genital cildin derininde seyreder (94). Perineal sinirin dalları, kadında innervasyon için ağaç dalları gibi dallanma gösterdiğinden daha küçüktür ve onları depolarize etmek zordur. SEP yanıtı olmayan aşırı kilolu hastalarda obezitenin küçük liflerin depolarize edilememesine katkıda bulunmuş olabileceği de ayrıca bilinen bir gerçektir (93). Bütün bu bilgiler ışığında çalışmamızda EMG raporu 'değerlendirilemedi' olarak raporlanan hastalardan 1'i kadın ve 1'i de beden kitle indeksi 32 olan erkek hastanın EMG sonuçlarını bu doğrultuda yorumlamak rasyonel olacaktır.

MRG non-invaziv natürde, radyasyon içermeyen bir görüntüleme metodu olup uygulayıcı bağımlı değildir (1). Uygun teknikle yapıldığında pudental nöropati tanısını desteklemek açısından ve EMG ile pudental nöropati tanısı kesinleşmiş hastaların takibinde, gereğinde operasyon endikasyonu konmasında ve ayrıca post-op takiplerde yardımcı olabilecek bir yöntemdir. Uzun tetkik süreleri, her merkezde uygulanabilir

olmaması ve tetkik yorumlama konusunda deneyimli klinisyen ihtiyacı doğurması en önemli handikaplarıdır.

Pudental nöropati tanısını akla getirmek ve kesinleştirmek hastalar için son derece önemlidir. Çünkü birçok hekim bu sendroma aşına olmadığından, semptomların başlangıcından sonra tanı alma süresi genellikle 2 yılın üzerinde olup hatta bazen 10 yılın üstündedir (62). Hastaların çoğu üroloji, jinekoloji, genel cerrahi, psikiyatri, nöroşirürji, nöroloji ve algoloji gibi uzmanlık alanlarından en az 5 hekim tarafından görülmektedir (62). Ayrıca hastalar tanı almadan önce yapay lomber disk yerleştirme, lomber füzyon, sakroiliak eklem füzyonu, histerektomi, prostatektomi, rektal cerrahi ve akupunktur ve tetik noktası enjeksiyonları benzeri çok çeşitli nonspesifik ağrı tedavileri gibi girişimlere maruz kalabilmektedir (62). Pudental nöropati tanısındaki ve prognozundaki tüm bu zorluklar ile literatürde bu ön tanıya yönelik EMG ve MR karşılaştırmalı herhangi bir çalışmaya rastlamamamız nedeniyle çalışmamıza dahil olan 51 hastaya pudental MR nörografi çekildi. Amacımız pudental EMG sonuçları ile pudental MR nörografi sonuçlarının korele olup olmayacağını görmekti.

MR nörografi, pudental sinir boyunca olan anatominin ayrıntılı görünümünü sağladı. Elde edilen patolojik bulgular, pudental sinirde kalınlık artışı, pudental sinirde diffüz T2 sinyal artışı, pudental nörovasküler demet düzeyinde prominent görünüm/sinyal artışı, pudental sinir komşuluğunda ödem, pudental sinir trasesinde herhangi bir segmentte kontrastlanmasını içermekteydi. Alcock kanalındaki pudental nörovasküler demetin prominent görünümü ve/veya sinyal artışı ödeme ve/veya deformasyona bağlı olarak değerlendirildi.

Çalışmaya alınan 51 hastanın 38'inde saptanan pudental nöropati 13 hastada sağda, 13 hastada solda ve 12 hastada ise bilateral olarak tespit edildi. Sağda pudental nöropati tespit edilen 13 hastanın 2'sinde MR nörografide sağda pudental nöropati bulgusu görüldü. Solda pudental nöropati tespit edilen 13 hastanın 6'sında MR nörografide solda pudental nöropati bulgusu görüldü. Bilateral pudental nöropati tespit edilen 12 hastanın MR nörografileri incelendiğinde 1'inde sağ, 3'ünde sol, 1'inde bilateral pudental nöropati bulgusu görüldü. 2 hastada EMG'de sağ pudental nöropati tespit edilirken MR'da sol pudental nöropati bulgusu görüldü. 4 hastada EMG'de bilateral pudental nöropati tespit edilirken MR'da 3'ünde sol ve 1'inde sağ pudental

nöropati bulgusu görüldü. Pudental nöropati tespit edilen 38 hastanın 23'ünün MR nörografisinin normal olduğu görüldü. EMG ve MR korelasyonunun, SPSS programı ile analiz edildiğinde p değeri 0,000 olarak tespit edildi ve istatistiksel olarak uyumlu olmadığı görüldü.

Obturator spazmının pudental sendromlardaki majör rolünü, bu alanla ilgilenenlerin çoğu da yapılan çalışmalarda genelde ya gözden kaçırmıştır ya da önemini yeteri kadar vurgulamamıştır (95,96). Çalışmamızda pudental nöropati tespit edilip MR nörografisi normal olan hastalarda obturator internus spazmını göz önünde bulundurmak, EMG ve MR arasındaki korelasyon eksikliğini açıklayabilen temel nedenlerden biri olabilir. Ayrıca obturator internus spazmı ile ilişkili olmayan tip IV kategoride PSTN'si olan hastalarda MR nörografi bulgu vermeyebilir. Hatta MR nörografisi normal olan hastaların etkilenen taraflarında obturator internus kasının anatomik anormallikleri veya atrofisi ve piriformis kaslarında iki taraf arasındaki asimetri de söz konusu olabilir (62).

Pudental MR nörografide pudental sinirin normal olarak değerlendirilmesi için 'normal' tanımının belirlenmiş sınırları ile ilgili bilgi literatürde henüz bulunmuyor. Bu durum pudental MR nörografi değerlendirilmesinde güvenilirliği düşürüyor. Pudental sinirin MRN'deki normal görünümünün cut off değerlerinin netleştirilmesi ve MR sonuçlarının bu değerlere göre değerlendirilmesinin önemli olduğunu ve EMG ile karşılaştırmalı yapılan çalışmalarda korelasyon saptanması için daha doğru sonuçlara ulaşılabileceğini düşünüyoruz.

Çalışmanın Kısıtlayıcı Faktörleri

Örneklem grubumuzun küçük olması ve çalışmadaki hasta grubumuzun, MRN cut off değerleri netleştirilmiş kontrol grubu ile karşılaştırılmaması çalışmamızın kısıtlayıcı faktörleri arasında sayılabilir.

6. SONUÇ

Bu çalışma retrospektif olarak kliniğimizde pudental nöropati ön tanılı hastaların pudental EMG sonuçları ile merkezimizde pudental MR nörografi sonuçlarının birbiriyle korele olup olmadığını görmek için uygulandı. Çalışmamızda bu iki tetkik istatistiksel olarak karşılaştırıldığında korele olmadıkları görüldü. Pudental nöropati bağlamında pudental MR nörografinin kullanılacağı ileriki çalışmalarda obturator internus spazmının göz önünde bulundurulması, tip IV kategoride PSTN'si olan hastalarda MR nörografi bulgusunun olmayışı, obturator internus ve piriformis kasının anatomik anormallikleri ve belki de en önemlisi pudental sinirin MRN'deki normal görünümünün cut off değerlerinin netleştirilmesi bu konuda daha doğru ve kesin sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Birçok hekimin bu sendroma aşına olmaması, semptomların başlangıcından sonra tanı alma süresinin uzun olması ve kesin tanı koydurucu tetkiklerin çok az merkezde yapılabiliyor olması gibi pudental nöropati tanısındaki ve prognozundaki zorluklar ve literatürde bu ön tanıya yönelik EMG ve MR karşılaştırmalı herhangi bir çalışmaya rastlamamız bu antiteye yönelik ilerde daha çok ve ayrıntılı çalışmalar yapılmasını önemli kılmaktadır.

7. ÖZET

Pudental sinirin tuzak nöropatisi (PSTN) perineal ağrının sık görülen nedenlerinden biridir ve hastalarda ortak özellik, pudental sinir dağılım alanında oturma hareketi ile artan kronik ağrıdır. Etiyolojisi net değildir ve tanısı, tipik öyküye dayanılarak klinik olarak konan bir ekartasyon tanısıdır.

Birçok hekimin bu sendroma aşına olmaması, semptomların başlangıcından sonra tanı alma süresinin uzun olması ve tanı konmasına yardımcı tetkiklerin çok az merkezde yapılabiliyor olması gibi pudental nöropati tanısında ve prognozunda birtakım zorluklar mevcuttur.

Günümüzde periferik sinir tuzaklanma ve hasarlanmalarının tanı ve takibinde en iyi yöntem pudental SEP içeren elektronöromiyografidir (ENMG). PSTN tanısının daha hassas şekilde konmasına yardımcı olmak amacıyla bilateral ayrı ayrı ve ek olarak oturur pozisyonda da pudental SEP yapmanın, klinik olarak PSTN tanısı almış hastalarda daha yüksek doğrulukla tanıya katkıda bulunduğu belirlenmiştir.

Periferik sinir yaralanmalarının tanısı ve ayırıcı tanısında kullanılan diğer bir yöntem magnetik rezonans nörografidir. MRN periferik sinir patolojilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yüksek çözünürlüklü, non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir ve şüpheli pudental nöropati olgularında giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, 28.06.2012'den 10.04.2017 tarihine kadar Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı ENMG laboratuvarında pudental nöropati ön tanısı ile pozisyonel SEP çalışması yapılmış ve pudental sinir tuzak nöropatisi (PSTN) tanısı almış hastalarda pudental MRN'si yapılmış olanlar taranarak, hastalarda SEP ile konulan PSTN tanısı ile pudental MR nörografisinde saptanan patolojiler arasındaki korelasyon araştırılmıştır.

Çalışmaya alınan 51 hastanın 38'inde saptanan pudental nöropati 13 hastada sağda, 13 hastada solda ve 12 hastada ise bilateral olarak tespit edilmiştir. Sağda pudental nöropati tespit edilen 13 hastanın 2'sinde MR nörografide sağda pudental nöropati bulgusu görülmüştür. Solda pudental nöropati tespit edilen 13 hastanın 6'sında MR nörografide solda pudental nöropati bulgusu görülmüştür. Bilateral pudental

nöropati tespit edilen 12 hastanın MR nörografileri incelendiğinde 1'inde sağ, 3'ünde sol, 1'inde bilateral pudental nöropati bulgusu görülmüştür. 2 hastada EMG'de sağ pudental nöropati tespit edilirken MR'da sol pudental nöropati bulgusu görülmüştür. 4 hastada EMG'de bilateral pudental nöropati tespit edilirken MR'da 3'ünde sol ve 1'inde sağ pudental nöropati bulgusu görülmüştür. Pudental nöropati tespit edilen 38 hastanın 23'ünün MR nörografisinin normal olduğu raporlanmıştır. SPSS programı ile analiz edildiğinde EMG ve MR korelasyonunun p değeri 0,000 olarak tespit edilmiş ve istatistiksel olarak uyumlu olmadıkları görülmüştür.

Pudental nöropati bağlamında pudental MR nörografinin kullanılacağı ileriki çalışmalarda obturator internus spazmının, tip IV kategori PSTN'nin ve obturator internus ile piriformis kasının anatomik anormalliklerinin iyi değerlendirilmesi ve belki de en önemlisi pudental sinirin MRN'deki normal görünümünün cut off değerlerinin netleştirilmesi bu konuda daha doğru ve kesin sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Literatürde bu ön tanıya yönelik EMG ve MR karşılaştırmalı herhangi bir çalışmaya rastlamamız bu antiteye yönelik ilerde daha çok ve ayrıntılı çalışmalar yapılmasını önemli kılmaktadır.

8. SUMMARY

Pudendal nerve entrapment neuropathy (PNEN) is a common causes of perineal pain, and its common presentation among patients is chronic pain, increasing when pressure is applied within the area of pudendal nerve distribution. PNEN is diagnosed based on the typical presentation and eliminating other possible differential diagnosis, as the etiology remains unknown.

Many physicians find diagnosing pudendal neuropathy challenging, considering they are unfamiliar to this pain syndrome. In addition, the time period needed to diagnose may prolong, while only few centers offer adjunctive tests to confirm the diagnosis of pudendal neuropathy which then reflect the difficulty facing the investigation and prognosis.

Currently, the best method for distinguishing and following up in peripheral nerve entrapment and the causes damage is electroneuromyography (ENMG) with pudendal SEP. Bilateral pudendal SEP in lying and sitting position has been proven to assist in more precisely performed diagnosis of PSTN, leading to higher accuracy in clinically diagnosed patients with PSTN.

Another method utilized to differentiate peripheral nerve injuries is magnetic resonance neurography. MRN is a high-resolution, non-invasive imaging technique used in the evaluation of peripheral nerve pathologies and has gained more attention in cases of suspected pudendal neuropathy.

Patients evaluated by positional SEP study as PNEN in ENMG laboratory of Yeditepe University Medical Faculty from 28.06.2012 to 10.04.2017 underwent pudendal MR neurography imaging at the Radiology Department of Yeditepe University Medical Faculty. In our study the correlation between PNEN diagnosis by SEP and pathologic findings in MRN of these patients has been investigated.

Pudendal neuropathy, detected in 38 of the 51 patients analyzed, was found in 13 patients on the right, 13 patients on the left side and in 12 patients bilaterally. In 2 of 13 patients, the pudendal neuropathy found on the right side, confirmed by the MR neurography also indicating right sided pudendal neuropathy. In 6 of 13 patients, the pudendal neuropathy found on the left side with MR neurography investigation also

indicating left side pudendal neuropathy. Upon analyzing the MR neurography of 12 patients with bilateral pudendal neuropathy, 1 patient revealed to have right, 3 left, and 1 had bilateral pudendal neuropathy. Right pudendal neuropathy was detected with EMG in 2 patients who also showed left pudendal neuropathy findings on MRN. EMG was positive for bilateral pudendal neuropathy in 4 patients, of whom 3 showed left sided findings and one showed right sided pudendal neuropathy findings on MRN. Of the 38 patients with pudendal neuropathy 23 were reported to have normal MR neurographies. Upon statistical analysis using the SPSS program, the p-value of EMG and MR correlation resulted in 0,000 hence revealing a statistically incompatible outcome.

In further studies, a better evaluation of obturator internus spasms, type IV category of PNEN and anatomical abnormalities of the obturator internus and piriformis muscles in pudendal MR neurography in the context of pudendal neuropathy, and perhaps most importantly, clarification of the cut-off values of the normal view of the pudendal nerve in MRN can ensure results to be obtained. Due to our inability to find research articles and studies concerning pudendal neuropathy with EMG and MRN comparison results, we believe our study to lead to further investigation following our publication.

9. KAYNAKLAR

- 1) Wadhwa V, Hamid AS, Kumar Y, Scott KM, Chhabra A. Pudendal nerve and branch neuropathy: magnetic resonance neurography evaluation. *Acta Radiologica* 2017; 58(6):726–733.
- 2) Uzun N, Tanriverdi T, Savrun FK, Kiziltan ME, Sahin R, Hanimoglu H, Hanci M. Traumatic Peripheral Nerve Injuries: Demographic and Electrophysiologic Findings of 802 Patients from a Developing Country. *Journal of J Clin Neuromusc Dis* 2006;7:97–103.
- 3) Noble J, Munro CA, Prasad VS, Midha R. Analysis of upper and lower extremity peripheral nerve injuries in a population of patients with multiple injuries. *J Trauma* 1998;45:116 –122.
- 4) JS. *Clinical Electromyograph- Nerve conduction studies*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.
- 5) Maravilla KR, Bowen BC. Imaging of the peripheral nervous system: evaluation peripheral neuropathy and plexopathy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998; 19 (6):1011 1023.
- 6) Aagaard BD, Maravilla KR, Kliot M. MR neurography. MR imaging of peripheral nerves. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1998; 6(1):179-194.
- 7) Sara L. Neal, MD, MA, and Karl B. Fields, MD, Peripheral Nerve Entrapment and Injury in the Upper Extremity, *Am Fam Physician*. 2010;81(2):147-155.
- 8) Martinoli C, Serafini G, Bianchi S, Bertolotto M, Gandolfo N, Derchi LE, Ultrasonography of peripheral nerves, *J Peripher Nerv Syst*. 1996;1(3):169-78 .
- 9) Opsomer RJ, Guerit JM, Wese FX, Van Canghai PJ. Pudendal cortical somatosensory evoked potentials. *J Urol*. 1986 Jun;135(6):1216-8.
- 10) Podnar S, Vodusek DB. Protocol for clinical neurophysiologic examination of the pelvic floor. *Neurourol Urodyn*. 2001;20(6):669-82.
- 11) Cruccu G, Aminoff MJ, Curio G, Guerit JM, Kakigi R, Mauguiere F, Rossini PM, Treede RD, Garcia-Larrea L. Recommendations for the clinical use of somatosensory-evoked potentials. *Clin Neurophysiol*. 2008 Aug;119(8):1705-19.

- 12) Moore and Persaud. The Developing Human Clinically Oriented Embryology; 5. ed. 493 pp. By Keith L. Moore and T.V.N. Persaud. Philadelphia: W. B. Saunders, 1993 pp: 416-420.
- 13) Kayalı H, Şatıroğlu G, Taşyürekli M.:İnsan embriyolojisi (7. Baskı), Alfa baskıevi, İstanbul,1992,160-185.
- 14) Arıncı K, Elhan A: Anatomi cilt 2, Ankara Üniversitesi Basımevi, 2. baskı, Ankara, 1991,155-275.
- 15) Yazarlar: İstanbul Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Editör: A. Emre Öge, Betül Baykan, Nöroloji, 2. Baskı, Nobel tıp kitapevi, 2011,649-655.
- 16) Yıldırım M: Temel İnsan Anatomisi, Nobel Kitabevi, üçüncü baskı, İstanbul, 1997.
- 17) Ertekin C. Editor. Sentral ve Periferik EMG. İzmir: Meta basım; 2006.
- 18) Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Ferguson MWJ: Gray's Anatomy, New York, Churcill Livingstone 38th ed, 1995.
- 19) Popeney C, Ansell V, Renney K. 2007. Pudendal nerve entrapment as an etiology of chronic perineal pain: diagnosis and treatment. Neurorol Urodynam 26:820-3.
- 20) The anatomy of the pudendal nerve and its branches and the clinical implications thereof, Sone van der Walt, University of Pretoria, 2013, 2-3.
- 21) Meeks GR, Grey JE. Nerve injury associated with pelvic surgery. (cited 2011,13 August);Available from: <http://www.uptodate.com/store>.
- 22) Moore KL, Dalley AF. Clinically Orientated Anatomy. 5ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins;2006.
- 23) Krissi H, Stanton SL. Bilateral iliococcygeus fixation technicque for enterocele and vaginal vault prolapse repair. Pelviperineology.2010;29:11-4.
- 24) Shafik A, Doss S. Surgical anatomy of the somatic terminal innervation to the anal and urethral sphincters: role in anal and urethral surgery. J Urol. 1999;161(1):85-9.
- 25) Shafik A, El-Sherif M, Youssef A, Olfat ES. Surgical anatomy of the pudendal nerve and its clinical implications. Clin Anat. 1995;8(2):110-5.

- 26) Walter G. Bradley, M.D, F.R.C.P, Robert B. Daroff, M.D, Gerald M. Fenichel, M.D. Joseph Jankovic, M.D, Çeviri Editörleri: Tan E, Erdem-Özdamar S., Neurology in Clinical Practice, Principles of Diagnosis and Management, Türkçe, 5.baskı, Veri medikal yayıncılık, 2008, 1145-1165.
- 27) David C. Preston, Barbara E. Shapiro, Çeviri Editörleri: Örmeci B., Öge AE., Elektromiyografi ve Nöromusküler Hastalıklar Klinik-Elektrofizyolojik Bağıntılar, Nobel Tıp Kitabevleri, 2017,17.
- 28) Koebke J: Anatomy of the brachial plexus. Orthopade 26(7):586-9, 1997.
- 29) Eser F, Aktekin LA, Bodur H, Atan C. Etiological factors of traumatic peripheral nerve injuries. Neurol India 2009;57:434-7.
- 30) Ertekin C. Editor. Sentral ve Periferik EMG. İzmir: Meta basım; 2006.
- 31) Seddon HJ. Surgical disorders of the peripheral nerves, 2nd edition. New York: Churchill Livingstone; 1975. p 21–23.
- 32) Kline DG. Surgical management of nerve injuries. American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine. Syllabus. Assessment of traumatic nerve injuries; 2005. 21–18.
- 33) Sunderland S. Nerves and nerve injuries, 2nd edition. New York: Churchill Livingstone; 1978. p 133–138.
- 34) Wahab KW, Sanya EO, Adebayo PB, Babalola MO, Ibraheem HG. Carpal Tunnel Syndrome and Other Entrapment Neuropathies. Oman Medical J. 2017;32(6):449-454.
- 35) Martin RR, Martin HD, Kivlan BR. Nerve entrapment in the hip region: current concepts review. Int J Sports Phys Ther. 2017;12(7):1163-1173.
- 36) Ludwin SK, Maitland M. Long-term remyelination fails to reconstitute normal thickness of central myelin sheaths. J Neurol Sci 1984 May;64(2):193-198.
- 37) Berger BL, Gupta R. Demyelination secondary to chronic nerve compression injury alters Schmidt-Lanterman incisures. J Anat 2006 Jul;209(1):111-118.
- 38) Pham K, Gupta R. Understanding the mechanisms of entrapment neuropathies. Review article. Neurosurg Focus 2009 Feb;26(2):E7.
- 39) Gupta R, Steward O. Chronic nerve compression induces concurrent apoptosis and proliferation of Schwann cells. J Comp Neurol 2003 Jun;461(2):174-186.
- 40) Gupta R, Nassiri N, Hazel A, Bathen M, Mozaffar T. Chronic nerve compression alters Schwann cell myelin architecture in a murine model. Muscle Nerve 2012 Feb;45(2):231-241.

- 41) Gupta R, Rummler LS, Palispis W, Truong L, Chao T, Rowshan K, et al. Local down-regulation of myelin-associated glycoprotein permits axonal sprouting with chronic nerve compression injury. *Exp Neurol* 2006 Aug;200(2):418-429.
- 42) Chao T, Pham K, Steward O, Gupta R. Chronic nerve compression injury induces a phenotypic switch of neurons within the dorsal root ganglia. *J Comp Neurol* 2008 Jan;506(2):180-193.
- 43) Mackinnon SE, Dellon AL, Hudson AR, Hunter DA. Chronic nerve compression—an experimental model in the rat. *Ann Plast Surg* 1984 Aug;13(2):112-120.
- 44) Rempel D, Dahlin L, Lundborg G. Pathophysiology of nerve compression syndromes: response of peripheral nerves to loading. *J Bone Joint Surg Am* 1999 Nov;81(11):1600-1610.
- 45) Emara MK, Saadah AM. The carpal tunnel syndrome in hypertensive patients treated with beta-blockers. *Postgrad Med J* 1988 Mar;64(749):191-192.
- 46) Martin HD Shears SA Johnson JC Smathers AM Palmer IJ. The endoscopic treatment of sciatic nerve entrapment/deep gluteal syndrome. *Arthroscopy*.2011;27:172-181.
- 47) Martin HD Khoury A Schroder R Palmer IJ. Ischiofemoral Impingement and Hamstring Syndrome as Causes of Posterior Hip Pain: Where Do We Go Next? *Clin Sports Med*. 2016;35:469-486.
- 48) Kivlan BR Martin RL Martin HD. Ischiofemoral impingement: defining the lesser trochanter-ischial space. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25:72-76.
- 49) Gomez-Hoyos J Reddy M Martin HD. Dry Endoscopic-Assisted Mini-Open Approach With Neuromonitoring for Chronic Hamstring Avulsions and Ischial Tunnel Syndrome. *Arthrosc Tech*. 2015;4:e193-199.
- 50) Martin HD Reddy M Gomez-Hoyos J. Deep gluteal syndrome. *J Hip Preserv Surg*.2015;2:99-107.
- 51) Martin HD Kivlan BR Palmer IJ Martin RL. Diagnostic accuracy of clinical tests for sciatic nerve entrapment in the gluteal region. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22:882-888.

- 52) Labat JJ, Riant T, Robert R, Amarenco G, Lefaucheur JP, Rigaud J. Diagnostic criteria for pudendal neuralgia by pudendal nerve entrapment (Nantes criteria). *NeuroUrol Urodyn*. 2008;27:306-310.
- 53) Ploteau S, Cardaillac C, Perrouin-Verbe MA, Riant T, Labat JJ. Pudendal Neuralgia Due to Pudendal Nerve Entrapment: Warning Signs Observed in Two Cases and Review of the Literature. *Pain Physician*. 2016;19:E449-454.
- 54) Loukas M, Louis RG, Jr, Hallner B, Gupta AA, White D. Anatomical and surgical considerations of the sacrotuberous ligament and its relevance in pudendal nerve entrapment syndrome. *Surg Radiol Anat*. 2006;28:163-169.
- 55) Ploteau S, Perrouin-Verbe MA, Labat JJ, Riant T, Levesque A, Robert R. Anatomical Variants of the Pudendal Nerve Observed during a Transgluteal Surgical Approach in a Population of Patients with Pudendal Neuralgia. *Pain Physician*. 2017;20:E137-E143.
- 56) Chhabra A, McKenna CA, Wadhwa V, Thawait GK, Carrino JA, Lees GP, Dellon AL. 3T magnetic resonance neurography of pudendal nerve with cadaveric dissection correlation. *World J Radiol*. 2016. 8(7):700-706.
- 57) Kennedy J. Neurologic injuries in cycling and bike riding. *Neurol Clin*. 2008;26:271-279.
- 58) Possover M. Laparoscopic management of endopelvic etiologies of pudendal pain in 134 consecutive patients. *J Urol*. 2009;181:1732-1736.
- 59) Benson JT, Griffis K. Pudendal neuralgia, a severe pain syndrome. *Am J Obstet Gynecol*. 2005 May;192(5):1663-8.
- 60) Erdogru T, Avci E, Akand M. Laparoscopic pudendal nerve decompression and transposition combined with omental flap protection of the nerve (Istanbul technique): technical description and feasibility analysis. *Surg Endosc*. 2014 Mar;28(3):925-32.
- 61) Shafik A, El Sibai O, Shafik IA, Shafik AA. Role of sacral ligament clamp in the pudendal neuropathy (pudendal canal syndrome): results of clamp release. *Int Surg*. 2007 Jan-Feb;92(1):54-9.
- 62) Filler AG. Diagnosis and treatment of pudendal nerve entrapment syndrome subtypes: imaging, injections, and minimal access surgery. *Neurosurg Focus*. 2009;26:E9.

- 63) Nogueroles TM, Barousse R, Socolovsky M, Luna A. Quantitative magnetic resonance (MR) neurography for evaluation of peripheral nerves and plexus injuries. *2017*;7(4):398-421.
- 64) Takahara T, Hendrikse J, Yamashita T, Mali WP, Kwee TC, Imai Y, Luijten PR. Diffusion-weighted MR neurography of the brachial plexus: feasibility study. *Radiology* 2008;249:653-60.
- 65) Cejas CP, Bordegaray S, Stefanoff NI, Rollán C, Escobar IT, Consigliere Rodríguez P. Magnetic resonance neurography for the identification of pudendal neuralgia. *2017*. 77(3):227-232.
- 66) Martín Nogueroles T, Martínez Barbero JP. Advanced diffusion MRI and biomarkers in the central nervous system: a new approach. *Radiologia* 2017;59:273-85.
- 67) Pelliccioni G, Piloni V, Sabbatini D, Fioravanti P, Scarpino O. Sex differences in pudendal somatosensory evoked potentials. *Tech Coloproctol*. 2014 Jun;18(6):565-9.
- 68) Aminoff MJ, Eisen AA. Somatosensory evoked potentials. *Muscle Nerve* 1998;21:277-90.
- 69) Yiannikas C, Walsh JC. Somatosensory evoked responses in the diagnosis of thoracic outlet syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1983;46:234-40.
- 70) Aminoff MJ, Olney RK, Parry GJ, Raskin NH. Relative utility of different electrophysiologic techniques in the evaluation of brachial plexopathies. *Neurology* 1988;38:546-50.
- 71) Yiannikas C, Shahani BT, Young RR. Short-latency somatosensory evoked potentials from radial, median, ulnar, and peroneal nerve stimulation in the assessment of cervical spondylosis. Comparison with conventional electromyography. *Arch Neurol* 1986;43:1264-71.
- 72) Mobbs RJ, Szkandera B, Blum P. Posterior femoral cutaneous nerve entrapment neuropathy: operative exposure and technique. *Br J Neurosurg* 2002;16:309-11.
- 73) Rabie M, Drory VE. A test for the evaluation of the lateral cutaneous branch of the iliohypogastric nerve using somatosensory evoked potentials. *J Neurol Sci* 2005;238:59-63.

- 74) Treede RD. Das somatosensorische System. In: Schmidt RF, Lang F, editors. *Physiologie des menschen*. 30th ed. Heidelberg: Springer; 2007. p. 297–323.
- 75) Rossini PM, Cracco RQ, Cracco JB, House WJ. Short latency somatosensory evoked potentials to peroneal nerve stimulation: scalp topography and the effect of different frequency filters. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1981;52:540–52.
- 76) Vodusek DB, Amarenco G, Podnar S (2009) Clinical neurophysiological tests. In: Abrams P, Cardozo L, Khoury S, Wein A (eds) *Incontinence*, 4th edn. Health Publications Ltd, Plymouth, pp 523–540.
- 77) Loening-Baucke V, Read NW, Yamada T, Barker AT (1994) Evaluation of the motor and sensory components of the pudendal nerve. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 93:35–41.
- 78) Haldeman S, Bradley WE, Bhatia NN, Johnson BK (1983) Cortical evoked potentials on stimulation of pudendal nerve in women. *Urology* 21:590–593.
- 79) Cavalcanti GA, Bruschini H, Manzano GM et al (2007) Pudendal somatosensory evoked potentials in normal women. *Int Braz J Urol* 33:815–821.
- 80) Delodovici ML, Fowler CJ. Clinical value of the pudendal somatosensory evoked potential. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1995;96: 509–15.
- 81) Sartucci F, Piaggese A, Logi F, Bonfiglio L, Bongioanni P, Pellegrinetti A, et al. Impaired ascendant central pathways conduction in impotent diabetic subjects. *Acta Neurol Scand* 1999;99:381–6.
- 82) Ashraf VV, Taly AB, Nair KP, Rao SS. Role of clinical neurophysiological tests in evaluation of erectile dysfunction in people with spinal cord disorders. *Neurol India* 2005;53:32–5.
- 83) Lefaucheur JP, Labat JJ, Amarenco G, Herbaut AG, Prat-Pradal D, Benaim J, Aranda B, Arne-Bes MC, Bonniaud V, Boohs PM, Charvier K, Daemgen F, Dumas P, Galaup JP, Sheikh Ismael S, Kerdraon J, Lacroix P, Lagauche D, Lapeyre E, Lefort M, Leroi AM, Opsomer RJ, Parratte B, Prévinaire JG, Raibaut P, Salle JY, Scheiber-Nogueira MC, Soler JM, Testut MF, Thomas C. What is the place of electroneuromyographic studies in the diagnosis and management of pudendal neuralgia related to entrapment syndrome? *Neurophysiol Clin*. 2007 Aug-Sep;37(4):223-8.

- 84) Lefaucheur JP, Yiou R, Thomas C. Pudendal nerve terminal latency: age effects and technical considerations. *Clin Neurophysiol* 2001;112:472—6.
- 85) Campbell JN, Meyer RA. Mechanisms of neuropathic pain. *Neuron* 2006;52:77—92.
- 86) Longstaff L, Milner RH, O’Sullivan S, Fawcett P. Carpal tunnel syndrome: the correlation between outcome, symptoms and nerve conduction study findings. *J Hand Surg [Br]* 2001;26:475—80.
- 87) Jablecki CK, Andary MT, So YT, Wilkins DE, Williams FH. Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electromyography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome. AAEM Quality Assurance Committee. *Muscle Nerve* 1993;16:1392—414.
- 88) Örmeci B, Avcı E, Kaspar Ç, Terim ÖE, Erdoğan T, Öge AE. A Novel Electrophysiological Method in the Diagnosis of Pudendal Neuropathy: Position-related Changes in Pudendal Sensory Evoked Potentials. *Urology*. 2017. 99:288.e1-288.e7.
- 89) Ochoa J, Fowler TJ, Gilliatt RW. Anatomical changes in peripheral nerves compressed by a pneumatic tourniquet. *J Anat.* 1972 Dec;113(Pt 3):433-55.
- 90) Olney RK, Miller RG. Conduction block in compression neuropathy: recognition and quantification. *Muscle Nerve*. 1984 Oct;7(8):662-7.
- 91) Cai ZY, Niu XT, Pan J, Ni PQ, Wang X, Shao B . The value of the bulbocavernosus reflex and pudendal nerve somatosensory evoked potentials in distinguishing between multiple system atrophy and Parkinson’s disease at an early stage. *Acta Neurol Scand*. 2017. 136(3):195-203.
- 92) Chiappa KH. Principles of evoked potentials. In: Keith H. Chiappa (ed.), *Evoked potentials in clinical medicine* (3rd ed). Philadelphia, Lippincott-Raven Publishers. 1997; pp. 1-30.
- 93) Yang CC , Kromm BG. New techniques in female pudendal somatosensory evoked potential testing. *Somatosens Mot Res*. 2004,21(1):9-14.
- 94) O’connell HE, Hutson JM, Anderson CR, Plenter RJ(1998) Anatomical relationship between urethra and clitoris. *J urol* 159: 1892–1897.

- 95) Leigh RE: Obturator internus spasm as a cause of pelvic and sciatic distress. *J Lancet* 72:286–287, 1952.
- 96) Swezey RL: Obturator internus bursitis: a common factor in low back pain. *Orthopedics* 16:783–786, 1993.
- 97) <https://www.orthobullets.com/anatomy/10110/lumbosacral-plexus>
- 98) <https://prezi.com/kwa-jzxadlnl/hiv-and-aids/>
- 99) https://www.123rf.com/photo_23684904_structure-motor-neuron-vector-diagram-include-dendrites-cell-body-with-nucleus-axon-myelin-sheath-no.html
- 100) https://www.researchgate.net/figure/Pre-operative-pudendal-nerve-3T-MR-neurography-Axial-high-spatial-resolution-T2-weighted_fig2_309894189
- 101) https://neuro-source.com/index.php?id_product=123&controller=product&id_lang=1