



Bel ve boyun ağrılarında elektronöromiyografi

Using electroneuromyography in waist and neck pain

Arzu Yağız On

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İzmir

Bel ve boyun ağrılarında elektrodiagnostik incelemeler, özellikle radikülopati varlığının gösterilme-sinde, dışlan-masında ve ayırıcı tanısında değerlidir. Bu yazıda, radi-külopatilerin değerlendirilmesinde kullanılan elektrodi-yagnostik incelemeler, bu incelemelerin endikasyonları, radikülopatili hastaların değerlendirilmesindeki rolleri, güçlü ve kısıtlı yönleri, duyarlılık ve özgünlükleri ile ilgili bilgiler gözden geçirilecektir.

Anahtar sözcükler: elektromiyografi; elektrodiagnostik incelemeler; radikülopati

Electrodiagnostic examinations are valuable in diag-nosing, excluding and differentiating radiculopathies in patients with neck and waist pain. In this article, elec-trodiagnostic techniques that have been used for evaluat-ing radiculopathies, the indications of electrodiagnosti-c studies and their role in the evalua-tion of the patients with radiculopathy, strengths and limitations of these studies, available information about their sensitivities and specificities will be reviewed.

Key words: electromyography; electrodiagnostic examinations; radiculopathy

Elektrodiagnostik (ED) incelemeler, kas ve sinir-lerin elektriksel aktivitelerinin ölçümü yoluyla alt motor nöron hastalıklarının değerlendirilmesini sağlayan tanısal yöntemlerdir. Bu incelemeler, peri-firik sinir hastalıkları, radikülopati, kas hastalıkları, motor nöron hastalıkları ve motor son plak hastalıklarının tanısında ve birbirlerinden ayırt edilmesinde, lezyonun lokalize edilmesinde, şiddet ve yaygınlığının belirlenmesinde ve prognozunun tahmininde önemli bilgiler verir. Rutin bir ED inceleme, duysal ve motor sinir iletim çalışmalarını (elektronörografi –ENG) ve konvansiyonel iğne elektromiyografisini (EMG) içerir. Bu teknikler sıklıkla birlikte gerçekleştirilir ve birbirle-rini tamamlar. Bu nedenle, ikisi birlikte elektronöro-miyografi (ENMG) olarak adlandırılır. Bazen bunlara, refleks çalışmalar, geç yanıtlar, somatosensöriyel ve motor uyartılmış potansiyeller, tek lif ve makro EMG incelemeleri, repetitif uyarı, sempatik deri yanıtları ve R-R interval analizi gibi diğer teknikler de eklenebilir.

Bel ve boyun ağrılarında ED incelemeler, özellikle ra-dikülopati varlığının gösterilmesinde, dışlanmasında

ve ayırıcı tanısında değerlidir. Radikülopatiler, ENMG laboratuvarlarına en sık başvuru durumlarından biri-dir. Ancak, son yıllarda manyetik rezonans (MR) gö-rüntüleme yöntemlerinin yaygınlaşmasıyla, bu incele-melerin tanıdaki yararlılığı sorgulanmaya başlamıştır. Bununla birlikte, radikülopati tanısında altın standart bulunmamaktadır. Bu nedenle, tanıda klinik bulgular, radyografik incelemeler ve ENMG birbirinin yerine ge-çen değil, birbirini tamamlayan testlerdir.

Burada, bel ve boyun ağrılı hastalarda radikülopa-ti varlığının gösterilmesinde, dışlanmasında ve ayırıcı tanısında kullanılan ED incelemeler, bu incelemelerin endikasyonları, tanısal değerleri ve kısıtlılıkları gözden geçirilecektir.

RADİKÜLOPATİ DEĞERLENDİRMESİNDE KULLANILAN ED İNCELEMELER

ED incelemelerin yararı büyük ölçüde incelemeyi ya-pan kişinin ustalık, deneyim, bilgi ve becerisine bağlıdır. Diğer bütün tanısal testlerde olduğu gibi, çalışmanın

- İletişim adresi: Prof. Dr. Arzu Yağız On, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İzmir
Tel: 0232 - 390 36 82 e-posta: arzuon@gmail.com
- Geliş tarihi: 20 Şubat 2017 Kabul tarihi: 20 Şubat 2017

doğru planlanması, doğru gerçekleştirilmesi ve doğru yorumlanması, doğru sonuçların elde edilmesinde en önemli faktördür. ED incelemeler, fizik muayenenin bir uzantısıdır. Hangi hastada hangi incelemelerin yapılacağı, hastanın klinik bulgularına göre kişiye özel tasarlanır ve elde edilen her bulguya göre her aşamada yeniden yönlendirilir. Bu nedenle, incelemeyi isteyen klinisyen tarafından, hasta ile ilgili ayrıntılı tıbbi bilgileri, fizik muayene bulgularını ve ED incelemenin ne amaçla istendiğini belirten istek kağıdı düzenlenmelidir.

Radikülopatilerin değerlendirilmesinde en önemli ED inceleme, iğne EMG'dir. Bu, kas içine yerleştirilen özel iğne elektrodlar yoluyla kasa ait elektriksel potansiyelleri inceleyen, nörojenik ve miyojenik tutuluşların ayırt edilmesini sağlayan bir yöntemdir. İğne EMG, lezyonun belli bir radiks düzeyine lokalize edilmesini sağlar ve lezyonun şiddeti, yaygınlığı ve süresi ile ilgili önemli bilgiler verir; ayırıcı tanıda da kritik öneme sahiptir.

İzole radikülopati tanısında temel EMG kriteri; aynı miyotomdan, ancak farklı periferik sinirden innerve olan en az iki ekstremitte kasında nörojenik anormalliklerin saptanması, diğer radikslerden innerve olan kasların normal olması ve bu bulguları açıklayacak başka bir elektrofizyolojik anormallik olmamasıdır.^[1-3] Buna göre, bir miyotoma ait en az iki kas incelenmeli, tek kastaki anormallik asla radikülopati lehine değerlendirilmemelidir. Ek olarak, aynı miyotoma ait olan, ancak farklı periferik sinirlerden innerve olan kasların incelenmesi gereklidir. Örneğin, C7 radikülopatide, C7 radiksinden innerve olan radyal ve median sinir innervasyonlu kaslarda anormallik gösterilmelidir. Radikülopatinin dışlanması için de en az iki kasın normal olduğu gösterilmelidir. Ayırıcı tanı için de, bölgedeki komşu kaslar ve aynı periferik sinirden innerve olup farklı radikslerden innerve olan kaslar incelenmelidir. Ekstremitte kaslarına ek olarak, paraspinal kasların iğne EMG incelemesi, radikülopati incelemesinin duyarlılığını arttıran önemli bir incelemedir.^[4-6] Bu incelemenin diğer bir önemi de, plevsus proksimalindeki hasarı göstermesi nedeniyle, radikülopatinin plevsus veya periferik sinir düzeyindeki daha distal bir lezyondan ayırt edilmesini sağlamasıdır. Dolayısıyla, radikülopati tanısına güvenilir ve doğru bir şekilde ulaşmak için, en sık görülen radikülopati düzeyleri için ilgili miyotomlara ait birçok kasın ve paraspinal kasların incelenmesi gereklidir (Tablo 1 ve Tablo 2). İncelenen kas sayısının az olması EMG duyarlılığını düşürmektedir. Ancak, EMG invaziv bir inceleme olduğundan, mümkün olan en az sayıda kas incelenerek tanıya ulaşmak önemlidir.^[4-6]

Radikülopati varlığında, iğne EMG ile ilgili kaslarda saptanan en önemli nörojenik anormallik, akut ve/veya kronik denervasyon bulgularıdır. Radiks

miyotomal dağılımına uyan ekstremitte kaslarında ve paraspinal kaslarda pozitif keskin dalga ve fibrilasyon potansiyelleri gibi denervasyon potansiyellerinin görülmesi, en önemli ve güvenilir bulgudur. Ancak, aksonal kayıpla sonlanan tüm lezyonlarda, EMG'de patolojik bulguların çıkması, lezyon yeri ve kas arasındaki mesafeye bağlı olarak belirli bir zaman alır. Denervasyon potansiyelleri ilk olarak (en erken yedi günde) paraspinal kaslarda görülür. İki-üç haftada proksimal ekstremitte kaslarında, 3-4 haftada distal ekstremitte kaslarında denervasyon potansiyelleri saptanır. Denervasyon potansiyellerinin kaybolması da proksimalden distale doğrudur.^[7-8] Bu nedenle, EMG istenirken ve sonuçlar yorumlanırken bu zamansal özelliğe dikkat edilmelidir. Kronik radikülopatilerde ise, ilgili kaslarda denervasyon potansiyelleri gözlenmezken, kronik nörojenik motor ünit potansiyeli (MÜP) değişiklikleri görülür.

Sinir iletim çalışmaları (SİÇ), radikülopatilerde tanıdan ziyade ayırıcı tanıda önemlidir. Çünkü pür radikülopatilerde, lezyon duyusal gangliyon öncesinde olduğundan, distal duyusal iletim çalışmaları normaldir. Bu bulgu, plevsopati ve periferik nöropati ayırımında önemlidir. Duyusal iletim çalışmalarında belirgin anormallik saptandığında, dorsal kök gangliyon distalindeki bir lezyon varlığı (pleksopati, periferik nöropati, tuzak nöropati gibi) araştırılmalıdır. Radikülopatide motor ileti hızları normal iken, ciddi akson kaybında veya çok düzeyde kök hasarında, ilgili kastan elde edilen Birleşik Kas Aksiyon Potansiyeli (BKAP) amplitüdü küçülebilir. Radikülopati ön tanısıyla gelen bir hastada sinir iletim çalışmalarının hangi yoğunlukta gerçekleştirileceği kararı, klinik bulgular ve ayırıcı tanıda akla gelen diğer durumlar göz önünde bulundurularak verilmelidir.

RADİKÜLOPATİLERDE ENMG ENDİKASYONLARI

Radikülopati Varlığının Gösterilmesi ve/veya Dışlanması

Servikal veya lomber radikülopatiyi düşündüren belirti ve bulgularla başvuran ve klinik bulguların tanıda yeterli olduğu olgularda ED incelemelerin yeri tartışılır olmakla birlikte, bu olgularda radikülopati tanısının doğrulanmasında, lezyonun şiddetinin ve yaygınlığının, süresinin belirlenmesinde yararlı olabilir. Diğer yandan, bazı olgularda klinik bulgular radikülopati varlığını ve lezyon düzeyini ortaya koymakta yetersiz kalabilir. Radiks innervasyonlarındaki örtüşmeler nedeniyle, refleks, motor ve duyu bulgularında değişkenlik, klinik tanıyı güçleştirebilir. Yine, bazı hastalarda radyolojik incelemeler de yetersiz kalabilir. Yapılan çalışmalar, klinik bulgularla

Tablo 1. Üst ekstremité miyotomları

Kas (sinir)	C5	C6	C7	C8	T1
Rhomboid (n.scapulodorsalis)	++				
Supraspinatus/infraspinatus (n.suprascapularis)	++	+			
Deltoid (n.axillaris)	++	+			
Biceps (n.musculocutaneous)	++	++			
Triceps (n.radialis)		+	++	+	
Ext. Carpi radialis (n.radialis)		++	++		
Ext. Indicis proprius (n.radialis)			++	++	
Flx. Carpi ulnaris (n.ulnaris)			+	++	
1. dorsal interosseöz (n.ulnaris)				+	++
Pronator teres (n.medianus)		++	++		
Flx. Carpi radialis (n.medianus)		+	++		
Flx. pollicis longus (n.medianus)				++	+
Abd. pollicis brevis (n.medianus)				+	++

++ majör innervasyon

+ minör innervasyon

Tablo 2. Alt ekstremité miyotomları

Kas (sinir)	L2	L3	L4	L5	S1	S2
İliopsoas (lomber pleksus/n.femoralis)	++	++	+			
Adduktor kaslar (n.obturatorius)	++	++	++			
Vastus medialis/rectus femoris (n.femoralis)	+	++	++			
Tensor fascia lata (n.gluteus superior)				++	++	
Gluteus medius (n.gluteus superior)				++	++	
Gluteus maximus (n.gluteus inferior)				+	++	+
Semitendinosus/semimembranosus (n.tibialis)				++	++	+
Biceps femoris uzun başı (n.tibialis)				+	++	+
Biceps femoris kısa başı (n.peroneus communis)				+	++	+
Tibialis anterior (n.peroneus profundus)			+	++		
Ext. hallucis longus (n.peroneus profundus)				++	+	
Peroneus longus (n.peroneus superficialis)				++	+	
Ext. digitorum brevis (n.peroneus profundus)				++	+	
Gastrocnemius medialis (n.tibialis)					++	++
Abd. hallucis (n.tibialis)					++	++

++ majör innervasyon

+ minör innervasyon

radyografik bulgular arasında uyumsuzluk olduğunu göstermiştir.^[9,10] Daha da ötesi, MR ile asemptomatik kişilerde özellikle lomber bölgede sık anormal bulgular saptanmaktadır. Bu nedenle, MR'de saptanan yapısal değişikliklerin sinir radiksinde fizyolojik anormalliğe neden olup olmadığının gösterilmesinde ED incelemeler yararlıdır. MR ile ilgili bir diğer sorun da, yapısal olmayan radikülopatilerde (diyabetik, inflamatuvar, enfeksiyöz, paraneoplastik) MR'nin kliniği desteklememesidir.^[11,12] Bu nedenle, klinik olarak radikülopati ile uyumlu olan ancak MR negatif olan hastalarda, MR ile gösterilemeyen fizyolojik anormalileri saptamak amacıyla ED incelemeler endikedir. Klinik bulgular ve MR bulgularının uyumsuz olduğu durumlarda da, klinik izlenimi güçlendirmek ve en çok etkilenen radiks düzeyinin belirlenebilmesi amacıyla ED incelemelere başvurulabilir.

Ayrıncı Tanı

Klinik semptom ve bulgulara neden olabilecek diğer nörolojik nedenlerin ortaya konması/dışlanması ED incelemeler kritik öneme sahiptir. Erken dönemde veya hafif tutuluş olan olgularda, radikülopatinin klinik olarak pleksopati veya mononöropatiden ayırımı güç olabilir. L5 radikülopati ile, peroneal sinir nöropatisi, lumbosakral pleksopati veya siyatik sinir nöropatisi karışabilir. Benzer şekilde, C5-6 radikülopati ile brakial pleksopati ve karpal tünel sendromu, C7 radikülopati ile brakial pleksopati ve radyal sinir nöropatisi, C8-T1 radikülopati ile brakial pleksopati ve ulnar sinir nöropatisi karışabilir. Yine, bazı olgularda çok düzeyli lomber radikülopati ile polinöropati ve motor nöron hastalığı ayırımı için ED incelemeler gerekli olur.

Prognoz Tahmini

Tartışmalı olmakla birlikte, ENMG incelemesi normal olan olguların prognozunun patolojik olan olgulara göre daha iyi olduğunu gösteren az sayıda çalışma bulunmaktadır.^[13]

Tedaviye Yanıtın Tahmini

Tartışmalı olmakla birlikte, az sayıda çalışmada, EMG-pozitif radikülopati olgularının epidural steroid enjeksiyonlarına ve cerrahi tedaviye daha iyi yanıt verdiği gösterilmiştir.^[14-16]

RADİKÜLOPATİ TANISINDA EMG İNCELEMELERİNİN DUYARLILIĞI

Servikal veya lomber radikülopati tanısında ENMG incelemelerinin duyarlılığının düşük olması, en önemli

kısıtlılığıdır. Ancak, radikülopati tanısında altın standart olmaması nedeniyle, duyarlılığı hakkında net bilgi bulunmamaktadır. Radikülopati tanısında kullanılan kriterlere ve incelenen kas sayısına bağlı olarak, duyarlılık %30-95 arasında değişmektedir.^[10,17-19] Günlük pratikte de, klinik bulguları radikülopati ile uyumlu olduğu halde EMG incelemesi normal olan olgularla sıklıkla karşılaşmaktadır.

Optimal olarak gerçekleştirilmiş bir iğne EMG incelemesinin duyarlılığını düşüren başlıca nedenler şunlardır:

1. Akut radikülopatide (2-3 haftadan önce) ekstremiteler kaslarının iğne EMG incelemesi normaldir.
2. Pür duyuşal radikülopatilerde iğne EMG normaldir. EMG sadece motor sinir sistemindeki değişiklikleri gösterebilir. Bu nedenle, ağrı, parestezi, uyuşma gibi duyuşal yakınmaları olan, ancak motor defisit eşlik etmediği pür duyuşal radikülopatilerde EMG incelemesi normaldir.^[10]
3. Demiyelinizasyonla giden veya çok ılımlı akson kaybıyla giden radikülopatilerde, iğne EMG incelemesi normaldir. Çünkü EMG, sadece sinirin aksonal bileşenindeki hasarı gösterebilir. Bu durumda, klinik olarak kas kuvvet kaybı gelişmiş motor radikülopatilerde bile iğne EMG normal olacaktır.
4. Denervasyonun reinnervasyonla dengelendiği durumlarda, denervasyon potansiyelleri görülmeyebilir.
5. Paraspinal kasların sinir köküne yakınlığı nedeniyle, erken dönemde ilk olarak bu kaslarda denervasyon görülürken, reinnervasyon sonucu ilk normale dönen kaslar da bu kaslardır. Bu nedenle, kronik radikülopatilerde paraspinal EMG normal olabilir.
6. Özellikle erken dönemdeki radikülopatilerin büyük bir kısmında, primer duyuşal ve miyelin bileşeni etkilendiğinden, bu tür radikülopatilerde iğne EMG incelemeleri normal bulunur. Duyarlılık, radikülopati yakınmaları olan ancak objektif klinik bulgusu olmayan hastalarda düşük iken, kesin ve şiddetli radikülopati olgularında ve motor kaybın olduğu olgularda daha yüksek bulunmaktadır. Bu nedenle, EMG incelemesinin normal olması radikülopati varlığını ekarte ettirmez. Bu durum, EMG incelemesini yapan kadar, tetkiki isteyen hekim tarafından da dikkate alınmak zorundadır.

Bazı durumlarda da, radiks lezyonunun seviyesi tam olarak belirlenemez.^[1,2] Bunun nedenleri:

1. Birçok kasın primer olarak hangi kökten innerve olduğu tam açıklığa kavuşmamıştır. Daha da ötesi, kişiler arası farklılıklar bulunmaktadır.
2. Üst lomber radikülopatilerde kesin düzeyin belirlenmesi güçtür. Bunun en önemli nedeni, L2-3-4 düzeylerinde yoğun miyotomal örtüşmelerin söz konusu olmasıdır.

RADİKÜLOPATİ TANISINDA EMG İNCELEMELERİNİN ÖZGÜNLÜĞÜ

EMG incelemelerinin, duyarlılığı arzu edilenden düşük olmakla birlikte, özgünlüğü çok yüksektir.^[10,20,21] Bu özellik, iğne EMG incelemelerinin en güçlü yönüdür. Radikülopatilerde gereksiz tedavilerden kaçınılmasında özgünlüğün duyarlılıktan daha önemli olması, EMG'nin değerini ve önemini arttıran bir unsurdur. Ancak, gerek servikal gerekse lomber radikülopatilerde, nadiren yalancı pozitif sonuçlar elde edilebilir. Özellikle polifazi artışı gibi ılımlı nörojenik anormalliklerin tek başına tanıda kullanılmaları, yalancı pozitiflik oranının artmasına, bu da gereksiz tedavilere neden olabilir. Yine, paraspinal kasların iğne EMG incelemesinin özgünlüğü düşüktür. Bu kaslarda anormal spontan aktivite asemptomatik sağlıklı kişilerde de saptanabilir. Yapılan çalışmalarda, bu oranın %14,5-42 arasında değiştiği, özellikle 60 yaş üzerinde arttığı bulunmuştur.^[22-24] Motor nöron hastalığı, diyabet, polimiyozit, posterior ramus metastazı gibi diğer durumlarda da, paraspinal kaslarda denervasyon saptanabilir. Yine posterior spinal cerrahiden yıllar sonra bile denervasyon potansiyelleri kayıtlanabilir. Bu durum, laminektomi sonrası yapılan EMG'de sorun yaratır. Bu durumda, hastanın ameliyat öncesi EMG'sinin mevcut olması önem taşır. Eğer operasyon sonrası ilk 10 günde yapılan EMG'de denervasyon varsa, bu denervasyonun eski lezyona bağlı olduğu söylenebilir. Ancak, laminektomi sonrası uzun süreli semptomsuz dönemden sonra yakınmalar ortaya çıkarsa, EMG yeni bir disk protrüzyonu ile epidural veya subaraknoid yapışıklıkları ayırt edemez. Bu durumda MR daha üstündür. Bu kısıtlılıklardan dolayı, özellikle ileri yaşlardaki kişilerde tek anormalliğin paraspinal kaslarda saptanması durumunda, radikülopati tanısı konulmasında dikkatli olunmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Hakimi K, Spanier D. Electrodiagnosis of cervical radiculopathy. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2013;24(1):1-12. [Crossref](#)
2. Barr K. Electrodiagnosis of Lumbar Radiculopathy. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2013;24(1):79-91. [Crossref](#)
3. AAEM. Practice parameter for needle electromyographic evaluation of patients with suspected cervical radiculopathy. *Muscle Nerve* 1999(Suppl 8):209-21.
4. Lauder TD, Dillingham TR, Huston CW, Chang AS, Belandres PV. Lumbosacral radiculopathy screen. Optimizing the number of muscles studies. *Am J Phys Med Rehabil* 1994;73(6):394-402.
5. Dillingham TR, Lauder TD, Andary M, Kumar S, Pezzin LE, Stephens RT, Shannon S. Identification of cervical radiculopathies: optimizing the electromyographic screen. *Am J Phys Med Rehabil* 2001;80(2):84-91.
6. Dillingham TR, Lauder TD, Andary M, Kumar S, Pezzin LE, Stephens RT, Shannon S. Identifying lumbosacral radiculopathies: an optimal electromyographic screen. *Am J Phys Med Rehabil* 2000;79(6):496-503.
7. Pezzin LE, Dillingham TR, Lauder TD, Andary M, Kumar S, Stephens RR, Shannon S. Cervical radiculopathies: relationship between symptom duration and spontaneous EMG activity. *Muscle Nerve* 1999;22(10):1412-8.
8. Dillingham TR, Pezzin LE, Lauder TD, Andary M, Kumar S, Stephens RT, Shannon S. Symptom duration and spontaneous activity in lumbosacral radiculopathy. *Am J Phys Med Rehabil* 2000;79(2):124-32.
9. Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Boos N. MR imaging of the lumbar spine: prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers. *Radiology* 1998;209(3):661-6.
10. Kismalı B, On AY, Kirazlı Y, Kismalı E, Çapacı K, Akşit R. Comparison of clinical, electromyographic and magnetic resonance imaging findings in patients with mechanical low back pain. *Ege Fiz Tip Reh Derg* 2000;6:33-9.
11. Ter Meulen BC, Rath JJ. Motor radiculopathy caused by varicella zoster virus without skin lesions ('zoster sine herpette'). *Clin Neurol Neurosurg* 2010;112(10):933. [Crossref](#)
12. Kim SJ, Kim WR, Kim HS, Park HW, Cho YW, Jang SH, Hwang SJ, Ahn SH. Abnormal spontaneous activities on needle electromyography and their relation with pain behavior and nerve fiber pathology in a rat model of lumbar disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011;36(24):E1562-7. [Crossref](#)
13. Falck B, Nykvist F, Hurme M, Alaranta H. Prognostic value of EMG in patients with lumbar disc herniation - a five year follow up. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1993;33(1):19-26.
14. Annaswamy TM, Bierner SM, Chouteau W, Elliott AC. Needle electromyography predicts outcome after lumbar epidural steroid injection. *Muscle Nerve* 2012;45(3):346-55. [Crossref](#)
15. Spengler DM, Ouellette EA, Battie M, Zeh J. Elective discectomy for herniation of a lumbar disc. Additional experience with an objective method. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72(2):230-7.
16. Alrawi MF, Khalil NM, Mitchell P, Hughes SP. The value of neurophysiological and imaging studies in predicting outcome in the surgical treatment of cervical radiculopathy. *Eur Spine J* 2007;16(4):495-500.
17. Albeck MJ, Taher G, Lauritzen M, Trojaborg W. Diagnostic value of electrodiagnostic tests in patients with sciatica. *Acta Neurol Scand* 2000;101(4):249-54.
18. Kuruoglu R, Oh SJ, Thompson B. Clinical and electromyographic correlations of lumbosacral radiculopathy. *Muscle Nerve* 1994;17(2):250-1.
19. Nardin RA, Patel MR, Gudas TF, Rutkove SB, Raynor EM. Electromyography and magnetic resonance imaging in the evaluation of radiculopathy. *Muscle Nerve* 1999;22(2):151-5.

20. Tong HC. Specificity of needle electromyography for lumbar radiculopathy in 55- to 79-yr-old subjects with low back pain and sciatica without stenosis. *Am J Phys Med Rehabil* 2011;90(3):233-42. [Crossref](#)
21. Robinson LR. Electromyography, magnetic resonance imaging, and radiculopathy: it's time to focus on specificity. *Muscle Nerve* 1999;22(2):149-50.
22. Date ES, Kim B, Yoon JS, Park BK. Cervical paraspinal spontaneous activity in asymptomatic subjects. *Muscle Nerve* 2006;34(3):361-4.
23. Dates ES, Mar EY, Bugola MR, Teraoka JK. The prevalence of lumbar paraspinal spontaneous activity in asymptomatic subjects. *Muscle Nerve* 1996;19(3):350-4.
24. On AY, Öztürk C, Nusreti H, Akşit R. Lumbar paraspinal electromyography in subjects without low back pain. *Ege Fiz Tıp Reh Derg* 1997;3:43-8.