



Derleme

Geliş Tarihi: 09.09.2022
Kabul Tarihi: 15.09.2022

Servikal Spondilotik Miyeloradikülopatide Elektrofizyolojik Değerlendirme

Electrophysiological Evaluation in Cervical Spondylotic Myeloradiculopathy

Özgür ÖZTOP ÇAKMAK, Ali Emre ÖGE

Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Yazışma adresi: Özgür ÖZTOP ÇAKMAK ✉ ooztop@ku.edu.tr

ÖZ

Servikal spondilotik miyeloradikülopati tekrarlayan omurilik basısı sonucu ortaya çıkar. Servikal spondilotik miyeloradikülopatide hasta asemptomatik olabileceği gibi hayat kalitesini belirgin derece etkileyecek ölçüde disabiliteye yol açan bir klinik de görülebilir. Hasta hikayesi, nörolojik muayene bulguları ve radyolojik görüntüleme bulgularına dayanarak tanı konulabilir. Tedavi planı bireye göre değişebilir. Hastanın kliniğine göre konservatif yaklaşım ile sürdürülebileceği gibi cerrahi girişim de gerektirebilir. Elektromiyografi ve uyandırılmış potansiyel incelemeleri servikal spondilotik miyeloradikülopati seyrinde spinal ön boynuz hücreleri, radikslar, spinal inen ve çıkan yollardaki gelişen lezyonların varlığını, lokalizasyonlarını ve ağırlığını göstermekte yardımcı olurlar. Elektromiyografi, somatosensöryal uyandırılmış potansiyel incelemeleri ve motor uyandırılmış potansiyel incelemelerinin özellikle birlikte kullanılması hasta tanı ve takibinde vazgeçilmez bilgiler sağlayabilir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Elektromiyografi, Servikal spondilotik miyeloradikülopati, Uyandırılmış potansiyeller

ABSTRACT

Cervical spondylotic myeloradiculopathy is caused by recurrent spinal cord compression. The clinical presentation of cervical spondylotic myeloradiculopathy may vary. The diagnosis can be made based on the patient's history, neurological examination findings, and radiological imaging findings. Depending on the clinical features, the management of the cases can be sustained with a conservative approach or may require surgical intervention. Electromyography and evoked potential studies are helpful in demonstrating the presence, localization, and severity of the lesions in the spinal anterior horn cells, radix, and spinal descending and ascending tracts in the course of cervical spondylotic myeloradiculopathy. The combination of electromyography, somatosensory evoked potential studies, and motor evoked potential studies can provide crucial information for patient diagnosis and follow-up.

KEYWORDS: Cervical spondylotic myeloradiculopathy, Electromyography, Evoked potentials

■ GİRİŞ

Servikal spondilotik miyeloradikülopati (SSM) statik ya da dinamik olarak tekrarlayan omurilik basısı sonucu ortaya çıkar. Tanısı semptom, nörolojik muayene bulguları ve radyolojik görüntüleme bulgularına dayanır (6,16).

Servikal bölgedeki spondilotik miyelopatinini oluşturduğu klinik tabloda en sık rastlanan yakınmalar boyunda ağrı ve uyuşma, üst ekstremitelerde ağrı, güçsüzlük, beceriksizlik, hareket kısıtlılığı alt ekstremitelerde güçsüzlük, ve ileri aşamadaki lezyonlarda spastisite ve inkontinans olarak sıralanabilir (6). Has-

taya özgün tedavi seçenekleri konservatif yaklaşımla izlem, fizik tedavi ve rehabilitasyondan dekompresyon cerrahisine dek uzanır. Özellikle ağır servikal omurilik kompresyonu olan olgularda cerrahi endikedir ve hangi hastaya cerrahi uygulanacağına belirlenmesi önemlidir (1).

Spondiloza bağlı radyolojik değişiklikler 50 yaş üzerindeki genel popülasyonda %80 oranında görülebilir (12). Dolayısı ile sinir doku hasarını spondiloza bağlamak için hastanın belirti ve bulgularının radyolojik olarak gösterilen spondilotik değişiklikler, omurilik parankimine ait bulgular ve kök basısı bulguları ile uyumlu olduğunun ortaya konulması gerekmektedir.

Servikal spondilotik miyelopatide elektrofizyolojinin hem tanı, tedavi seçiminde hem de izlemede ve tedavi yanıtını değerlendirmesinde rolü vardır. Bu derlemede servikal spondilotik miyelopatide elektrofizyolojik incelemelerin kullanım alanları gözden geçirilecektir.

Elektrofizyolojik çalışmalar omurilik fonksiyonu hakkında segmenter olarak bilgi verebilen elektromiyografi (EMG), geç yanıtlar ve sinir iletim çalışmalarının (SİH) yanında omurilikte inen ve çıkan uzun yolaklar hakkında bilgi verebilen somatosensoryel uyandırılmış potansiyel incelemeleri (SEP), motor uyandırılmış potansiyel incelemeleri (MEP) olarak ayrılabilir.

■ ELEKTROMİYOGRAFİ

Elektromiyografi servikal spondiloz ve diskopati sonucu ortaya çıkan sinir kökü tutulumları ile miyelopati sonucu gelişen spinal önboynuz hasarının dağılımı, ağırlığı ve zamanı hakkında bilgi verebilmektedir. Bu durumlarda duysal sinir iletimleri, hastanın sıklıkla duysal semptom ve bulguları olmasına rağmen, genellikle normaldir. Bunun nedeni patolojik sürecin olguların çok büyük çoğunluğunda patolojinin arka kök gangliyonu proksimalinde olmasıdır. Motor iletim incelemeleri de büyük oranda normaldir, standart motor iletim incelemeleri servikal spondilotik miyelopatide genellikle en az oranda etkilenen C8-T1 innervasyonlu kaslardan kayıtlama ile yapılır. Eğer C5-C7 innervasyonlu kaslardan kayıtlama yapılır ise şiddetli aksonal hasara yol açmış radikülopati ya da miyelopatilerde motor amplitüdülerde azalma saptanabilir. Servikal spondilotik miyelopatinin önde gelen EMG bulguları iğne EMG'si ile saptanlardır. Eğer patolojik süreç kayda değer oranda ön boynuz ya da radikals hasarı oluşturmuş ise ilgili miyotomda yer alan kaslarda bu hasar ile orantılı denervasyon ve reinnervasyona işaret eden bulgular saptanır. Böylece iğne EMG'si bulguları hasarın hangi segmentlerde, ne ağırlıkta ve ne zaman ortaya çıktığına dair kıymetli bilgiler sağlayabilir (14).

Motor nöron hastalığı/Amyotrofik lateral skleroz (ALS), üst ekstremitelerde asimetric zaaf ve atrofi, altta piramidal bulguların olması ile SSM ayırıcı tanısında yer alan en önemli hastalıklardan biridir (11). Klinik olarak duysal belirti ve bulguların varlığı SSM lehinedir. Ancak bazı olgularda spondilotik radyolojik bulguların varlığı bu iki tabloyu ayırt etmede büyük zorluk yaratabilir. EMG bu gibi olgularda yaygın spinal ön boynuz tutulumunu gösterebilirse tanı koydurucu olur.

Üst ekstremitenin tuzak nöropatileri ağrı, duyu kusuru bazen fokal zaaf ve atrofilere yol açarak SSM'nin ayırıcı

tanısına girebilirler. Bunlardan en sık görüleni iki yanlı üst ekstremitelerde ağrı ve uyuşukluk ile seyreden karpal tünel sendromudur. Toplumda prevalansı yüksek olan bu tuzak nöropatisinin tanısına sinir iletim incelemeleri ve bazen iğne EMG'sinin yardımı ile varılır. SSM ve tuzak nöropatilerin birlikte olduğu daha nadir olgularda nörolojik tabloya yol açan asıl nedenin ortaya konulması klinik ve nörofizyolojik tecrübe gerektirir (3).

■ UYANDIRILMIŞ POTANSİYELLER

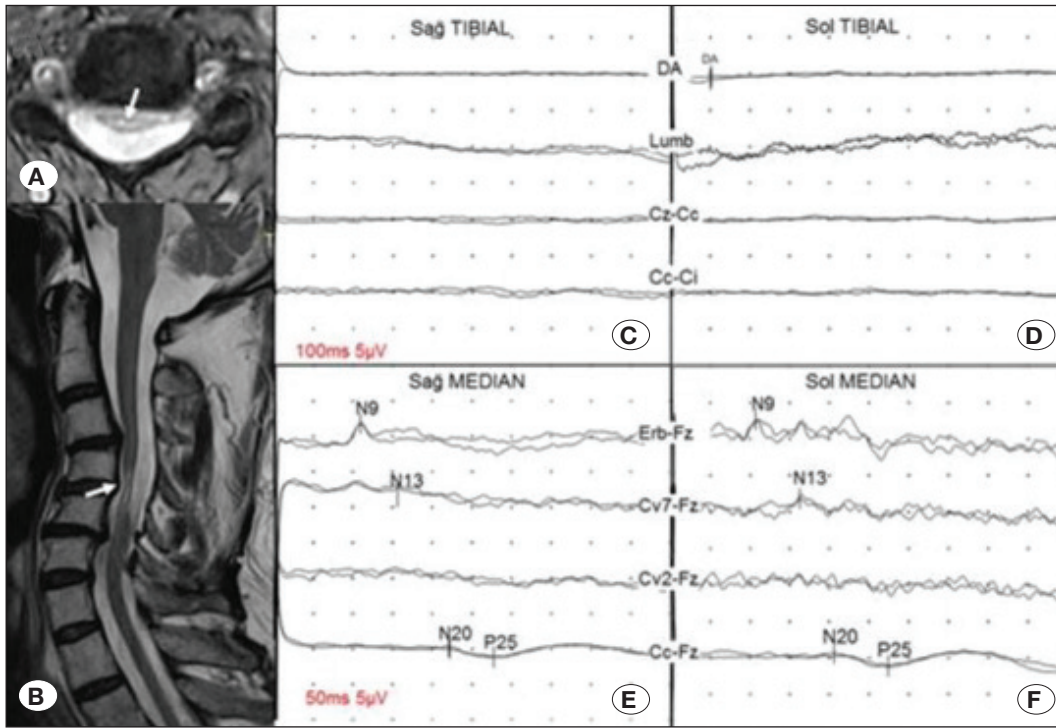
Uyandırılmış potansiyel incelemeleri omurilikte uzun traktus lezyonunun varlığını hangi yolların hangi seviyede tutulduğunu, tutulumun niteliği ve şiddetini ve de prognozunu belirlemede kıymetli bilgiler verebilecek elektrofizyolojik inceleme yöntemleridir (12).

Somatosensoryel uyandırılmış potansiyel incelemeleri afferent periferik sinir liflerinin uyarılması ile periferik ve santal sinir sistemi kaynaklı potansiyellerin kaydedilmesidir. Bu amaçla en sık uyarılan karışık (mikst) sinirler üst ekstremitede median ve ulnar, alt ekstremitede tibial ve peroneal sinirlerdir. SEP incelemelerinde genellikle bu sinirler iki yanlı uyarılması ile yapılır. Omurilik etkilenmesinin araştırılmasında sıklıkla kullanılan median sinir bilek seviyesinde uyarılır, kayıt elektrotları erb noktası servikal 2. ve 7. vertebral spinöz çıkıntıları ve karşı taraf parietal bölgeye yerleştirilir. Sırasıyla bu bölgelerden elde edilen potansiyeller N9, N11, N13 ve N20 olarak adlandırılır. Benzer şekilde tibial sinir için uyarım ayak bileği düzeyinde yapılır, diz ardından, üst lomber seviyeden ve karşı taraf parietal bölgede kortikal potansiyeller (P37-N45) elde edilir (12).

Uyandırılmış potansiyel incelemelerinde bir lezyonu lokalize etmenin genel prensibi uyarım bölgesinden lezyona kadar olan nöral yapılardan kaynaklanan potansiyellerin normal zaman ve şekil özellikleri ile simetrik olarak kaydedilmesi, lezyon bölgesinden kortekse kadar olanların ise kaybolmaları ya da gecikmelerinin artmasıdır. SEP incelemelerinde periferik sinirlerin kalın myelinli lifleri spinal arka kordon ve lemniskus medialiste taşınan afferent iletim için bu prensipler geçerli olur. Örneğin orta servikal yerleşimli bir lezyonda median SEP incelemesinde lezyon tarafında periferik potansiyel (N9) normal olarak kaydedilirken, servikal spinal N13 potansiyelinin kaybolduğu ve primer somatosensoryel üzerinden kaydedilen N10 potansiyelinin geciktiği gösterilebilir (Şekil 1) (12). Tibial SEP incelemesinde arka kordon iletimi lomber bölgenin üzerinde aksar; median ve tibial SEP'in birlikte kullanılması bazen arka kordon medial ve lateral etkilenmesi konusunda bilgi verebilir (5,10).

Belirli dermatomların selektif elektriksel uyarımının radikülopatilerin ortaya konulmasında daha duyarlı olabileceği düşünülmüş ama dermatomal SEP incelemeleri tek seviyeli radiküler tutulumları ortaya koymada kendilerinden beklenen duyarlılığı gösterememişlerdir (4).

Motor uyandırılmış potansiyel incelemeleri manyetik ya da elektrik uyarım cihazları ile motor korteksin ve sinir köklerinin farklı seviyelerde non-invaziv şekilde uyarılması ve yüzeyel elektrotlarla ilgili kas gruplarında motor yanıtların kaydedilmesine dayanır. Motor korteksten ön boynuz hücrelerine ya da ön



Şekil 1: Median ve tibial SEP ile örnek olgu. Altmış dokuz yaşında, eski trafik kazası öyküsü olan, 2 yıldır yavaşça ilerleyen kollarda uyuşma ve yürüme güçlüğü yakınmaları nedeniyle incelenen erkek hastanın aksiyal (A) ve sagittal (B) planda T2 MR kesitlerinde orta-alt servikal omurilikte, belirgin atrofiyle seyreden miyelomalazik lezyonu görülmektedir. Sağ (C) ve sol (D) tibial SEP incelemesinde lomber ve kortikal potansiyeller elde edilememiştir. Sağ (E) ve sol (F) median SEP incelemesinde üst servikal bağlantılardan servikal N13 potansiyelleri elde edilememiş, sağda kortikal N20 potansiyelleri hafif derecede uzun latansla kaydedilmiştir.

köke olan iletimin süresi ve diğer bazı özellikleri inen motor yollardaki iletim aksamalarının gösterilmesini sağlar.

Motor uyandırılmış potansiyel incelemeleri genellikle ağrısız uyarım sağlayan manyetik uyarcılar kullanılarak yapılır. Bu cihazlarda konsansatörlerde biriktirilen elektrik enerjisi çok kısa bir süre içerisinde bakır sarmallar içerisinde geçirilir ve sarmalın çevresinde oluşan değişken manyetik alan alttaki dokuda yer alan nöral yapıları uyarır. Manyetik sarmallar kalvaryumun ve omurganın üzerine tanjansiyel olarak yerleştirilerek sırası ile korteks ve sinir kökleri uyarılır (2).

Motor uyandırılmış potansiyel incelemelerinde uzamış merkezi iletim zamanı omurilikte inen yolakların etkilendiğini gösterebilir ve farklı miyotomlarda yer alan kayıt kasları kullanılarak lezyonun belirli bir spinal seviyeye lokalize edilmesini sağlar. Örneğin servikal spondilolitik miyelopati orta servikal segmentlerde yer alıyorsa MEP incelemesi üst servikal (örneğin trapez kası) ve alt servikal (örneğin hipotenar kas) segmentlerden innervasyon alan kaslarda kayıtlama ile yapılırsa ve trapez kasına olan merkezi iletim süresi normal, hipotenar kasa olan merkezi iletim süresi uzamışsa lezyon bu iki seviyedeki kayıt kaslarını innerve eden segmentlerin arasına yani orta servikal bölgeye lokalize edilebilir (Şekil 2) (12).

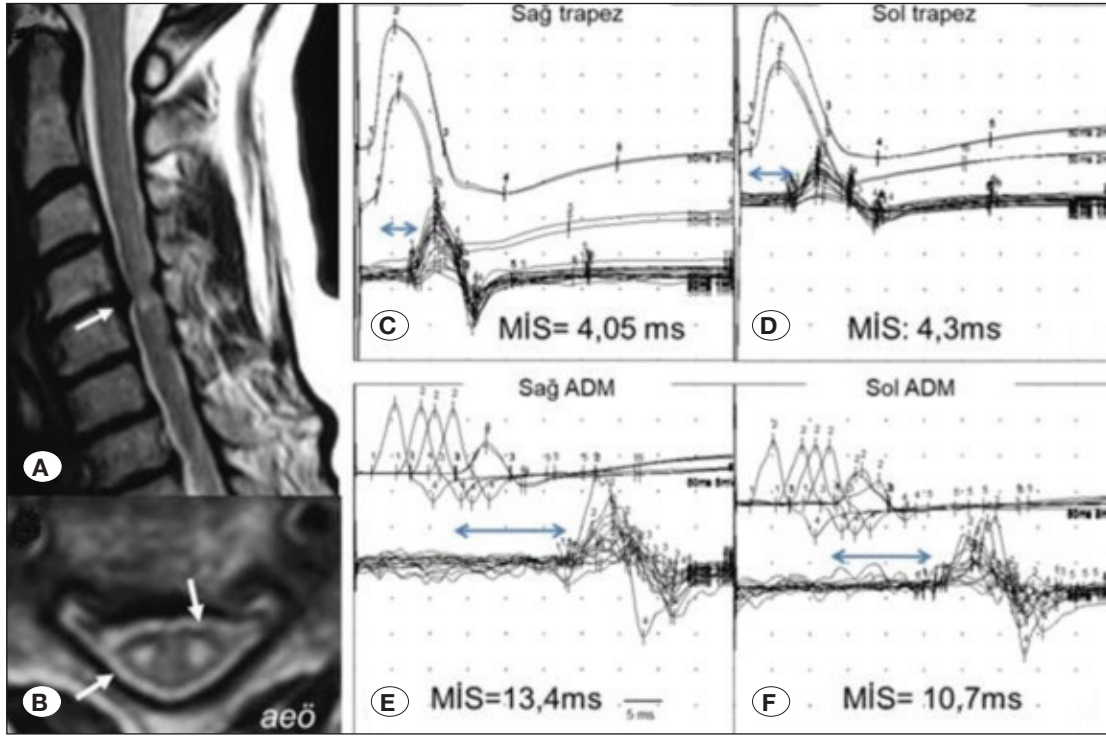
Motor uyandırılmış potansiyel incelemelerinin hastalık progresyonun izlenmesinde ya da tedavi monitorizasyonunda da faydalı olduğu bildirilmiştir. 231 servikal spondiloz hastasının dahil edildiği bir çalışmada, MEP çalışmalarının omurilik anor-

malliklerini tanımda %98 sensitif ve spesifik olduğu prospektif olarak klinik, elektrofizyolojik ve MR görüntülemeleri ile değerlendirilen olduğu gösterilmiştir (7,9).

Bedranik ve ark. radyolojik olarak tespit edilmiş ancak asemptomatik olan servikal spondilolitik miyelopati olgularında uyandırılmış potansiyel çalışmaları omurilik basısını %50 olguda ortaya koyduğu gösterilmiş ve iki yıllık izlemde uyandırılmış potansiyel çalışmaları anormal olan olguların üçte birinde semptom ortaya çıktığını bildirmiştir. Yazarlar kombine SEP ve MEP çalışmalarının subklinik spondilolitik servikal omurilik basının fonksiyonel ilişkisini değerlendirmekte ve iki yıllık klinik sonucu tahmin etmekte kıymetli olduğunu vurgulamışlardır (3).

Simo ve ark. uyandırılmış potansiyel incelemelerinin rolünü omurilik basısı olan SSM'li 51 hastada çalışmışlar. Hastalar klinik semptom ve bulgularına göre üç gruba ayrılmış. Klinik bulgusu olmayan hastaların çoğunun uyandırılmış potansiyel çalışmaları normal, parestezi, objektif bulgusu olmayan güçsüzlük gibi nonspesifik semptomları olan hastaların çoğunda MEP anormal, SEP normal, klinik olarak semptom ve bulgusu olan hasta grubunda da hem SEP hem de MEP anormal bulunmuş. Bu sonuçlar miyelopatinin erken döneminde MEP'in SEP'e üstün olduğu yönünde yorumlanmıştır (13).

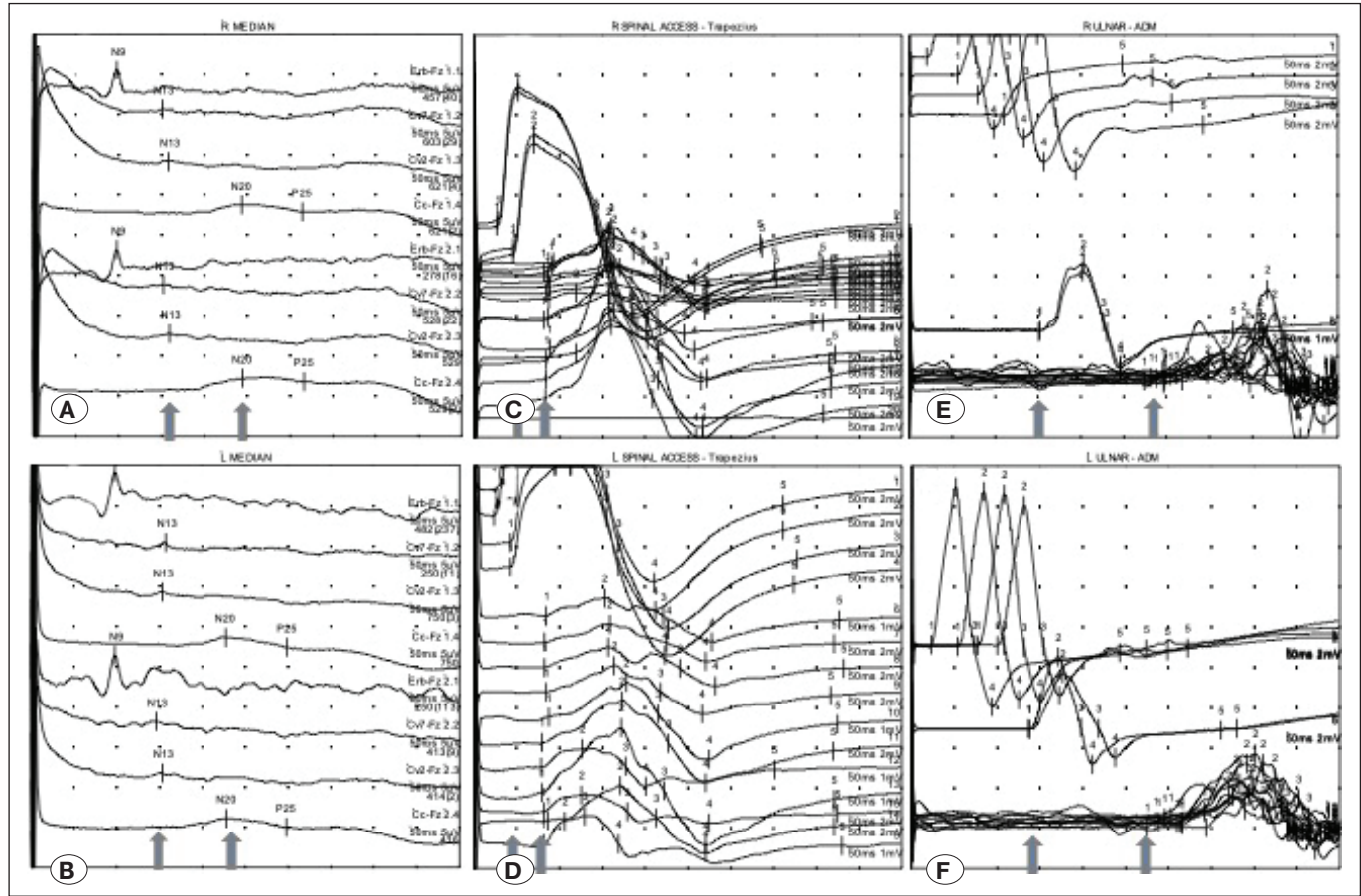
Lo ve ark. prospektif olarak SSM olgularının cerrahi sonuçlarını preoperative olarak MEP ile öngörmeye yönelik çalışmışlar; SSM kliniği gösteren 46 hasta ve 45 sağlıklı kontrol olguyu cerrahi öncesi ve sonrası olarak değerlendirmişler. Üst ve alt



Şekil 2: MEP incelemesi ile örnek olgu. İlerleyici yürüme güçlüğünden yakınan ve muayenesinde piramidal kuadriparezi bulguları saptanan hastada, MR görüntüleme incelemelerinde (A, B) C4-C5 düzeyinde omurilik içerisinde sinyal artışına neden olan lezyonun (servikal spondilolitik miyelopati?) hastanın yakınmalarından sorumlu olup olmadığı araştırılıyor. İki yanlı mm. trapezius (C ve D) ve abduktör digiti minimiden (E ve F) kayıtlama ile yapılan MEP incelemesinde elektriksel periferik sinir uyarımını izleyerek (C ve D'de üstteki traseler, E ve F'de üst traselerdeki ilk 4 potansiyel) manyetik sinir kökü uyarımı (C ve D'de ortadaki traseler, E ve F'de üst traselerde son potansiyeller) ve kortikal uyarım (en alttaki traseler) yapılmış, ↔ merkezi iletim sürelerini gösteriyor. Merkezi iletim süreleri C ve D'de simetrik ve normal bulunurken, E ve F'de sağda baskın (E) olmak üzere belirgin derecede uzamış. Bu durum, iki yanlı inen motor yolları etkileyen orta servikal bölge yerleşimli bir lezyonu düşündürüyor ve görüntüleme incelemesinde saptanan hiperintens lezyonun klinik tabloda sorumlu olduğunu telkin ediyor.

ekstremitelerde santral motor iletim zamanı ve cerrahi öncesi klinik skorlama arasındaki negatif korelasyon anlamlı bulunmuş. Dekompresyon ameliyatı sonrası altıncı ay değerlendirmesinde ise üst ekstremitelerde santral iletim zamanı değerleri ve MEP amplitüdü ile klinik iyilik skorları arasında ilişki bulunmuş. Cerrahi öncesi klinik ne kadar ağır durumda ise, merkezi motor iletim zamanı o kadar uzun, cerrahi dekompreseye yanıtın da o kadar iyi olduğu gösterilmiş. Bu verilere dayanarak Lo ve ark. üst ekstremitelerde santral iletim zamanı anormalliklerinin ağır SSM olgularında cerrahi sonuç için bağımsız öngörücü olduğunu ileri sürmüşlerdir (8,15).

SSM hekimin karşısına asemptomatik ve radyolojik olarak tesadüfen bulunmuş aşamadan ağır klinik belirtiler vermeye kadar farklı dönemlerde gelebilir. Elektrofizyolojik incelemeler bu aşamaların her birinde tutulmuş olan nöral yapıların hangileri olduğu, hangi seviyede ve ne ağırlıkta lezyona uğradıkları ve hasarların nasıl seyrettiği konusunda bilgi sağlayabilirler. Bu nedenle EMG, SEP ve MEP incelemelerinin kombine olarak kullanılması nöral yapılardaki fizyolojik işlev kusurunun çerçevesinin ayrıntılı ile çizilmesini ve takip edilmesini sağlar (Şekil 3).



Şekil 3: EMG, SEP ve MEP incelemelerinin birlikte kullanılması. 63 yaşında erkek hastanın 4-5 yıldır boyun ağrıları, ellerde uyuşma ve dengesizlik yakınları var, MR incelemesinde C4-5, C5-6'da servikal spondilolitik myelopati bulguları mevcut. EMG incelemesinde sağ C5-C6 sol C6-C7 segmentlerinde kronik spinal ön boynuz-radiks hasarına işaret eden bulgular var. Median SEP incelemesinde iki yanlı kortikal N20 dalgasının latans uzaması spinal arka kordon iletiminde aksamayı gösterirken (A, B) MEP incelemesinde iki yanlı trapez kaslarına inen kortikospinal traktuslarda iletim normal (C, D), buna karşılık hipotenar kaslara inen kortikospinal traktuslarda iletim iki yanlı aksamış (E, F). Böylece orta servikal bölge yerleşimli servikal spondilolitik myelopatinin hem iki yanlı inen motor traktuslardaki, hem de arka kordonlardaki iletimi aksatmış olduğu, ayrıca iki yanlı alt motor nöronları ve/veya aksonlarını hasara uğrattığı görülüyor (gri oklar arasındaki zaman SEP ve MEP incelemelerinde merkezi iletim sürelerini gösteriyor).

KAYNAKLAR

1. Badhiwala JH, Ahuja CS, Akbar MA, Witiw CD, Nassiri F, Furlan JC, Curt A, Wilson JR, Fehlings MG: Degenerative cervical myelopathy - update and future directions. *Nat Rev Neurol* 16:108-124, 2020
2. Barker AT, Jalinous R, Freeston IL: Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet Lond Engl* 1:1106-1107, 1985
3. Bednarik J, Kadanka Z, Vohánka S: Median nerve mononeuropathy in spondylotic cervical myelopathy: Double crush syndrome? *J Neurol* 246:544-551, 1999
4. Dikmen PY, Oge AE: Diagnostic use of dermatomal somatosensory-evoked potentials in spinal disorders: Case series. *J Spinal Cord Med* 36:672-678, 2013
5. Feng X, Hu Y, Ma X: Progression prediction of mild cervical spondylotic myelopathy by somatosensory-evoked potentials. *Spine* 45:E560-E567, 2020
6. Gibson J, Nouri A, Krueger B, Lakomkin N, Nasser R, Gimbel D, Cheng J: Degenerative cervical myelopathy: A clinical review. *Yale J Biol Med* 91:43-48, 2018
7. Lefaucheur JP: Transcranial magnetic stimulation. *Handb Clin Neurol* 160:559-580, 2019
8. Lo YL: The role of electrophysiology in the diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy. *Ann Acad Med Singapore* 36:886-893, 2007
9. Lo YL, Chan LL, Lim W, Tan SB, Tan CT, Chen JLT, Fook-Chong S, Ratnagopal P: Transcranial magnetic stimulation screening for cord compression in cervical spondylosis. *J Neurol Sci* 244:17-21, 2006
10. Lyu RK, Tang LM, Chen CJ, Chen CM, Chang HS, Wu YR: The use of evoked potentials for clinical correlation and surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy with intramedullary high signal intensity on MRI. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 75:256-261, 2004

11. Nardone R, Höller Y, Brigo F, Frey VN, Lochner P, Leis S, Golaszewski S, Trinka E: The contribution of neurophysiology in the diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy: A review. *Spinal Cord* 54:756-766, 2016
12. Öge AE, Baykan B, Bilgiç B: Nöroloji, dördüncü baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, 2021:151-200
13. Simó M, Szirmai I, Arányi Z: Superior sensitivity of motor over somatosensory evoked potentials in the diagnosis of cervical spondylotic myelopathy. *Eur J Neurol* 11:621-626, 2004
14. Tavee J: Nerve conduction studies: Basic concepts. *Handb Clin Neurol* 160:217-224, 2019
15. Yu Z, Pan W, Chen J, Peng X, Ling Z, Zou X: Application of electrophysiological measures in degenerative cervical myelopathy. *Front Cell Dev Biol* 10:834668, 2022
16. Zileli M, Borkar SA, Sinha S, Reinas R, Alves ÓL, Kim SH, Pawar S, Murali B, Parthiban J: Cervical spondylotic myelopathy: Natural course and the value of diagnostic techniques -WFNS spine committee recommendations. *Neurospine* 16:386-402, 2019