

Nöromüsküler Hastalıklarda Elektrodiagnostik Çalışmaların Yeri

Ali İhsan BAYSAL*

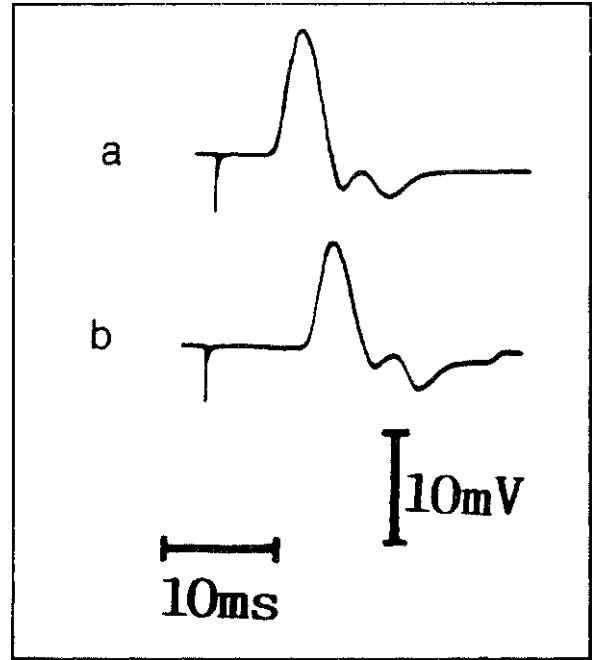
Bir periferik sinirde mikst sinir iletimi siniri distalden uyarıp sinir aksiyon potansiyelini proksimalden kaydederek saptanabilir. Örneğin median ve ulnar sinirlerin mikst liflerindeki iletim bu sinirleri bilekten uyarıp sinir aksiyon potansiyelini dirsekten kaydetme yoluyla bulunabilir. Burada kullanılan yöntemler ve iletim hızlarının saptanma şekli aynı pür duysal sinirlerdeki gibidir. Tek fark motor ve duysal sinirlerin birarada uyarılmasıdır. Mikst sinir iletim çalışmalarının klinik anlamı pür duysal sinirlerinki ile aynıdır.

Teorik olarak motor, duysal ve mikst sinir iletim hızlarında elde edilen değerler o sinirlerin en hızlı ileten liflerini temsil ederler. Normalde iletim hızı yaşa göre (3 yaşın altında yavaştır), deri sıcaklığına (her 1°C düşüşte yaklaşık 2 m/sn yavaşlar), sinirin segmentine (proksimalde daha hızlıdır) ve sinire göre (medianda peroneale göre daha hızlıdır) değişir. Kabaca, üst ekstremitelerde 40 m/sn, altta ise 35 m/sn'den yavaş sinir iletim hızları kesinlikle patolojiktir. Sinir iletiminin yavaşlaması nöropati veya sinir zedelenmesine işaret eder. Periferik nöropati veya sinir kesışı tanısında duysal sinir iletimi genellikle motor sinir iletiminden daha duyarlı bir indekstir.

Anormal Sinir İletimi

Sinir iletim çalışmalarında bulunan anormal klinik bulgu ve semptomlarla bir arada değerlendirilmeli ve elde edilen değerler daha önceden saptanmış normallerle karşılaştırılmalıdır. Sinir iletim hızları en çok periferik nöropati, tuzak nöropati ve periferik sinir kesilerinin değerlendirilmesinde yardımcıdır.

Periferik nöropati ön tanısıyla gelen hastada sinir iletim hızları iki bacak ve bir kolda yapılmalıdır, çünkü sinir iletim yavaşlaması her periferik sinirde görülmez. Bu nedenle ne kadar çok sinir araştırılırsa sinir iletimi yavaşlamasına rastlama şansı o kadar çok olur. Bu hastaların çoğunda test uygulanan sinirlerin yarısından fazlasında motor ve duysal sinir iletiminde yavaşlama görülür. Bununla birlikte vakaların küçük

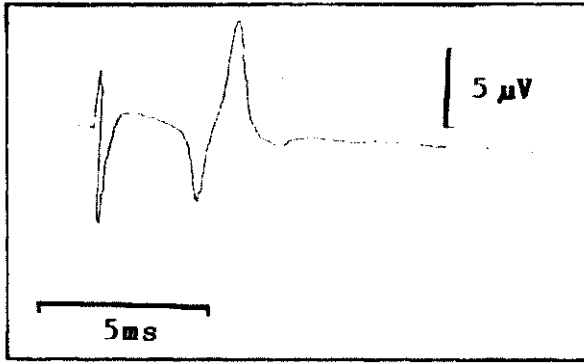


Şekil 1, Median sinir iletim çalışması (m.abductor pollicis brevis'den kayıtlanmıştır): Uyarım bölgeleri (a) bilekten, (b) antekübital bölgeden.

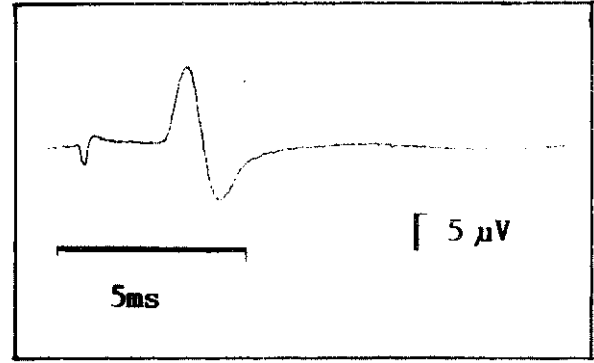
bir yüzdesinde yalnızca birkaç sinirde iletim yavaşlaması olabilir.

Aksonal dejenerasyonun hakim olduğu hafif nöropati vakalarının bazılarında sinir iletim hızları normal bulunabilir. Klinik olarak kesin periferik nöropati bulguları olduğu halde sinir iletim çalışmaları normal olan bir hastada aksonal dejenerasyonla giden bir periferik nöropati düşünmek gerekir. Bu gibi durumlarda klinisyen denervasyon olup olmadığını anlamak için distal kaslarda yapılacak EMG tetkikinin sonuçlarını değerlendirmelidir.

* Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı



Şekil 2. Median sinirin ortodromik duysal aksiyon potansiyeli (bilekten kayıtlanmıştır).



Şekil 3. Median sinirin antidromik duysal aksiyon potansiyeli (işaret parmağından kayıtlanmıştır).

Elektrodiagnostik çalışmalar klinik değerlendirmenin bir uzantısı olarak kabul edilmeli ve rutin testler olarak kullanılmamalıdır. Hekim hastanın muayenesini yaptıktan sonra uygun olan çalışmaları yapmalıdır. Böylece; ön boynuz hücrelerini, sinir köklerini, periferik sinirleri, nöromusküler kavşağı veya kasları etkileyebilecek bir hastalık bilinçli olarak araştırılmış olur. Burada da en önemli nokta herhangi bir spesifik hastalık için hiçbir elektrodiagnostik bulgunun patognomorrik olmırjrgtdır.

EMG laboratuvarlarının çoğunda üç tip test yapılır: Sinir iletim çalışmaları, iğne elektromyografisi ve ardsıra sinir uyarımı testi.

Sinir İletim Çalışmaları

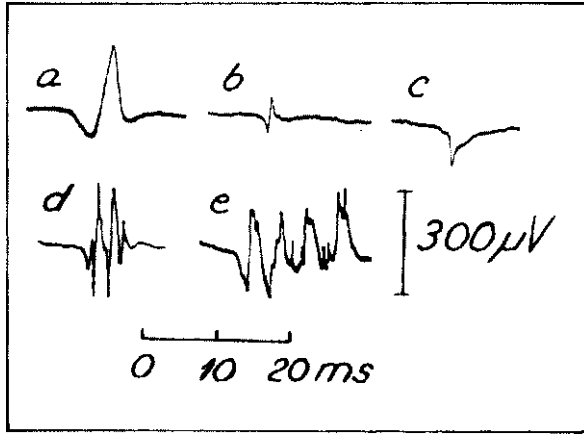
Bir impulsun motor veya duysal bir sinir boyunca hangi hızla ilerlediği duyarlı olarak ölçülebilir. Sinir iletim çalışması sinirlerin fizyolojik ya da fizyopatolojik durumlarını yansıtır. Üç çeşit sinir iletim çalışması vardır; motor, duysal ve mikst sinir iletim testleri.

Bir periferik sinirin motor iletim hızı, siniri tek ve supramaksimal bir uyarıyla iki noktadan uyarma ve birleşik kas aksiyon potansiyelini o sinir tarafından innerve edilen bir kasa yerleştirilen yüzeyel (veya iğne) elektrodlarla kaydetme yoluyla saptanır. Örneğin median sinirin iletim hızını ölçmek için kaydedici elektrod tenar kasın üzerine yerleştirildikten sonra sinir bilek ve dirsekten uyarılır (Şekil 1). Distal uyarımın ortaya çıkardığı cevap için gereken zamana terminal ya da distal latans denir. İletim zamanını bulmak için distal latans proksimal latenstan çıkarılır. Proksimal ve distal uyarı noktalan arasındaki mesafe ölçülür. İletim hızı bu mesafeyi iletim zamanına bölmek suretiyle bulunur. Bu yöntem anatomik olarak uyarıma uygun olan sinirlerde kullanılabilir. Bunlar üst ekstremitede median, ulnar ve radial; alt ekstremitede peroneal, posterior tibial, femoral ve siyatik sinirlerdir.

Bir periferik sinirin duysal iletim hızı ortodromik veya antidromik olarak saptanabilir. Ortodromik yöntemde duysal sinir iletim hızı, siniri cistalden uyanp, birleşik sinir aksiyon potansiyelini proksimalden kaydederek saptanır (Şekil 2). Antidromik uyarıma ise kaydedici elektrodlar distale yerleştirildikten sonra siniri proksimalden uyararak suretiyle yapılır. Başka bir deyişle, burada uyarıma ortodromik uyarımın ters yönündedir (Şekil 3). Motor sinir iletiminin aksine, duysal sinir iletiminde iletim zamanı latansa eşittir. Böylece duysal iletim hızı mesafenin doğrudan latansa bölünmesiyle bulunur. Duysal sinir iletim tekniği en çok median, ulnar, radial ve sural sinirler için kullanılır. Peroneal, posterior tibial ve siyatik sinirler için spesifik yöntemler gerekir.

Sinir iletim hızlarındaki yavaşlamanın derecesi periferik nöropatideki patolojik bulguların natürünü de anlamaya yardım eder. Periferik sinirlerde iki önemli komponent vardır: Akson ve myelin. Aksiyon potansiyellerinin iletiminde aksonun rolü çok az, myelinin ise çok fazladır, çünkü myelinde sıçrayıcı (saltatory) iletim söz konusudur. Bu nedenle aksonal dejenerasyonla giden periferik nöropatilerde sinir iletimi çok az yavaşlar; buna karşılık demyelinizan nöropatilerde iletim hızlarında belirgin yavaşlama olur. Aksonal dejenerasyonlu nöropatilerde (alkolik ve nütrisyonel nöropatilerde olduğu gibi) genellikle hafif bir sinir iletim yavaşlaması (35 m/sn'nin altına pek düşmez) olur. Segmental demyelinizasyonla giden periferik nöropatilerde (örneğin Guillain-Barre sendromu) sinir iletimi belirgin olarak yavaşlar (çoğunlukla 30 m/sn'nin altına düşer).

Sinir iletim hızları ayrıca nöropatilerin iyileşme döneminde (spesifik tedaviyle ve kendiliğinden) hastaların izlenmesinde de değerlidir. Genetik geçişli nöropatilerde, özellikle aile fertlerinde asemptomatik vakaların ortaya çıkarılmasında önemli bir yer tutarlar (özellikle Charcot-Marie-Tooth vakalarının tetkikinde).



Şekil 4. (a) Motor ünat potansiyeli (MÜP),
(b) Fibrillasyon potansiyeli,
(c) Pozitif keskin dalga,
(d) ve (e) Polifazik potansiyeller.

Tuzak nöropatiler, bir periferik sinirin çevresindeki anatomik yapı tarafından sıkıştırılması sonucu ortaya çıkan mekanik irritasyonla oluşur. Bu tür mononöropatilerin tanınmasında sinir iletim hızları çok yardımcıdır. Tuzak nöropatilerde ağrı önemli bir özelliktir. Median nöropatide istirahatte artar ve geceleri daha da şiddetlenebilir. Bu nöropatilerde patolojik değişiklik fokal segmental demyelinizasyondur ve sinir iletim hızı çoğunlukla segmental bir yavaşlama gösterir. Birleşik sinir aksiyon potansiyellerinin yokluğu veya çok düşük amplitüdü oluşu, duysal veya mikst sinir iletim hızlarında yavaşlama ve tutulan segmentteki motor sinir iletiminin de yavaşlaması klasik anormalliklerdir.

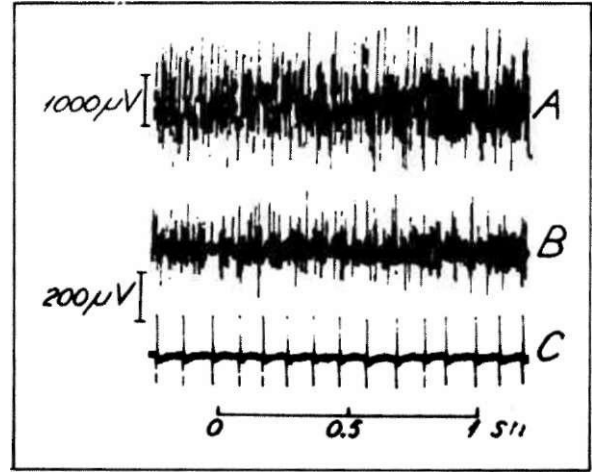
Myopatilerde ve ön boynuz hücresi hastalıklarında sinir iletim hızları çoğunlukla normaldir. Bununla birlikte ön boynuzu tutan hastalıklarda motor sinirlerinde hafif yavaşlama olabilir.

İĞNE ELEKTROMYOGRAFİSİ

İğne EMG'si kasların fizyolojik ve patofizyolojik durumlarını yansıtan bir çalışmadır, iğne elektrod kas içine batırıldıktan sonra elektrik potansiyeller kaydedilir. İğneler konsantrik (koaksiyel) veya monopolar olurlar. Erişkinlerde büyük bir çoğunlukla tolere edilen EMG çalışmasını küçük çocuklarda yapmak çok zor hatta imkansız olabilir.

EMG'de üç tip gözlem yapılır (Şekil 4 ve 5):

- Gevşemiş kasta gözlenen spontan aktivite (iğne hareketleriyle ilgili olabilir veya olmayabilir).
- Hafif kasılma sırasında ortaya çıkan motor ünit potansiyellerinin (MÜP) faz sayısının, süresinin ve amplitüdünün incelenmesi.
- Tam kası sırasında ortaya çıkan MÜP paterni.



Şekil 5. Değişik kası derecelerinde aksiyon potansiyel paternleri: A. İnterferans paterni, B. Seyrelme, C. Tek osilasyon.

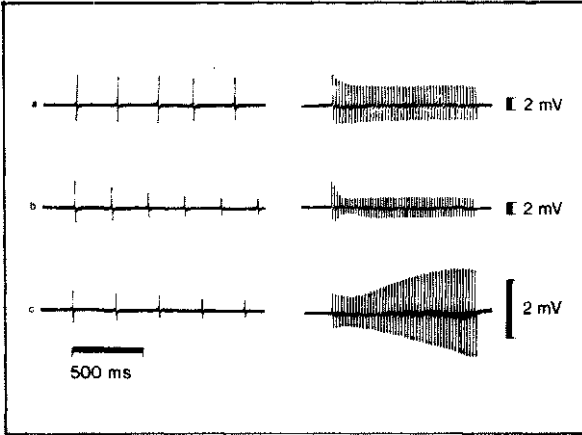
Normal kasta istirahat halinde hiçbir anormal spontan aktivite görülmez. Hafif kasılma sırasında çoğunlukla difazik veya trifazik olan MÜP'ler gözlenir. MÜP süresi değişik kaslarda farklılık gösterir (oküler kaslarda 1-2 milisaniye, kuadriseps kasında 8-14 milisaniye). MÜP süresi yaş ilerledikçe hafifçe artar. Tam kası halinde interferans örneği (izoelektrik hattın görülmeyecek şekilde çok sayıda MÜP tarafından doldurulması) görülür.

Anormal EMG Bulguları

İğne EMG'si denervasyon süreçleriyle myopati ve myopatinin ayırtılmasında çok yardımcıdır.

Denervasyon: Denerve kaslarda istirahat halinde fibrillasyon ve pozitif keskin dalgalar görülür. Total denervasyonda maksimum kası çabası ile bile MÜP görülmez. Parsiyel denervasyonda MÜP süresi normal veya uzamış bulunur. Denervasyonda nisbeten normal olan aksionlardan çıkan kollateral sinirler denerve olan kasların liflerini innerve ederek büyük, uzun süreli ve yüksek amplitüdü MÜP'lerin oluşmasına yol açar. Maksimum kasıda seyrelmiş interferans paterni veya tek osilasyon (çok az sayıda MÜP'ün birbirinden ayrı izole deşarjlar halinde görülmesi) gözlenir. Bu, denervasyonun şiddeti ve dolayısıyla motor ünitelerdeki fonksiyonel kaybın derecesi ile ilgilidir. Lezyon ne kadar şiddetliyse MÜP miktardan da o kadar azdır.

Fibrillasyon ve pozitif keskin dalgalar denervasyon için patognomonik değildir, çünkü söz konusu anormal spontan aktivite aktif myopati de görülür. Sinir lezyonunda görülen spontan aktivite genellikle 10-14 günden önce ortaya çıkmaz. Bundan daha erken dönemde yapılacak EMG bu nedenle patolojik bulgular göstermez.



Şekil 6. Fasikülasyon potansiyeli: Bu spontan MÜP, amiotrofik lateral sklerozlu bir hastada saptanmıştır.

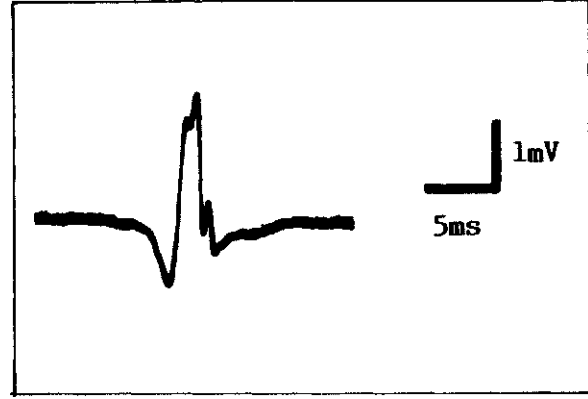
Fasikülasyon, özellikle patolojik sürecin ön boynuz hücrelerini veya sinir köklerini tuttuğu zaman görülür (Şekil 6). Fasikülasyon ya da tek bir motor ünitenin spontan depolarizasyonu normal popülasyonun %15'inde görülür ve beraberinde başka elektromyografik veya klinik anormallik olmazsa bir anlam taşımaz. Bu durumda "benign fasikülasyon" adını alır.

Sinirde rejenerasyon olup olmadığını anlamada iğne EMG'si çok önemlidir, çünkü reinnervasyonun ilk elektromyografik belirtileri klinik iyileşmeden yaklaşık 2 ay önce görülür. Bunlar polifazik ve düşük amplitüdü reinnervasyon potansiyelleridir.

EMG radikülopatilerin araştırılmasında da çok yararlıdır. Kök hastalıklarının tanısında özellikle paraspinal EMG çok önemlidir. Radikülopatisi olan hastaların %80'inde paraspinal kaslarda fibrillasyon ve pozitif keskin dalgalar görülür. Myelografik çalışmalarını normal bulunduğu halde elektrofizyolojik olarak radikülopati tanısı konan hasta sayısı az değildir. Bu durum özellikle travmatik bel ağrılarında geçerlidir. Radikülopatik bulgular muhtemelen sinir köklerinin laserasyonuna bağlıdır.

Ön boynuz hücrelerinin hastalıklarında elektrofizyolojik anormallikler periferik nöropatidekilere göre çok daha fazladır. Ön boynuz hastalıklarında özellikle fasikülasyona çok daha yüksek oranda raslanır.

Myopati: Myopatilerde kas hücreleri rastgele bir biçimde tutulur. Motor ünitelerin çoğu aktiftir, fakat bunlara bağlı fonksiyonel hücrelerin sayısı azalır. Bu nedenle myopatilerin en önemli elektromyografik bulgusu düşük amplitüdü ve kısa süreli MÜP'lerdir. Motor ünitelerin çoğu aktif kaldığından maksimum kasıda normal interferans paterni görülür. Kas lifi nekrozunun aktif dönemindeki myopatilerde fibrillasyon ve pozitif keskin dalgalar sık olarak görülür.



Şekil 7. Ulnar sinirin saniyede 4 (solda) ve saniyede 50 (sağda) frekanslarda ardışık supramaksimal uyarılması, (a) Normal, (b) Myastenia gravis, (c) Eaton-Lambert sendromu.

Polimyozitiste şu elektromyografik triad sıklıkla görülür:

- Fibrillasyon ve pozitif keskin dalgalar.
- Psödomyotoni ya da daha yeni adıyla karmaşık tekrarlayıcı deşarjlar (complex repetitive discharges).
- Çok sayıda küçük (kısa süreli, düşük amplitüdü ve genellikle polifazik) MÜP'ler.

Bu üçlünün ikisi polimyozitisi vakaların %90'ından çoğunda bulunur.

Myotonia: Myotonia ya da myotoni genellikle myotonia konjenita, myotonik distrofi ve hiperkalemik periodik hiperkalemik periodik paralizde görülür. İğne EMG'sinde elektrodun hareketi veya kasıdan sonraki gevşeme sırasında ve sonunda çok sayıda yüksek frekanslı MÜP deşarjları görülür. Elektrofizyolojik myotoni klasik olarak hem amplitüd hem de frekans bakımından iniş çıkış gösterir. EMG operatöründe aksiyon potansiyelleri eski bombardıman uçaklarının pike yaptıkları sırada çıkardıkları sese çok benzeyen bir gürültüye yolaçarlar. Bu gürültü bir motosikletin aklerasyon ve deselerasyonu sırasında çıkan sese de benzetilir. Bu nedenle myotoni ancak iğne EMG'si ile saptanabilir. Elektrofizyolojik myotoni çoğunlukla klinik myotoni ile birlikte görülür.

Ardışık Sinir Uyarımı Testi (Jolly test, Harvey-Masland test)

Nöromusküler kavşağın fonksiyonu, dolaylı olarak, bir motor siniri ardışık uyarıp, bunları uygun kas veya kaslardan kaydetme yoluyla değerlendirilebilir. Bu test en çok myastenia gravis, myastenik sendrom ve botulizmin tanısında yardımcıdır. Uyarılmış kas potansiyellerinin amplitüdü saniyede 1-50'lik frekanslarda hızla düşerse nöromusküler iletimde bir bozuluktan şüphe edilir. Myastenia gravisde vakaların %80'

inde önemli derecede amplitüd düşmesi (dekrement) görülür. Oküler, hafif jeeralize ve remisyonadaki myastenia gravisde genellikle normal sonuçlar elde edilir. Myastenia gravisde en sık görülen elektrofizyolojik özellikler şunlardır:

a) Tek uyanda normal uyarılmış kas aksiyon potansiyeli.

s) Düşük frekanslı (2,3,4/saniye) uyarılarda dekremental yanıt (ardısıra uyarıda özellikle beşinci aksiyon potansiyeli amplitüdünün birinciye göre%10'dan fazla düşüş göstermesi).

c) Yüksek frekanslı uyanlarda (özellikle 50 saniye) inkremental yanıt, yani kas aksiyon potansiyellerinin amplitüdünde artma.

Eaton-Lambert sendromu genellikle akciğer kanseri olan hastalarda görülür. Guanidin anormal bir Jolly testini normale döndürebildiği gibi klinik olarak da birçok vakada iyilik sağlar.

Botulizm ve ilaca bağlı myastenide Jolly testi, çok düşük farklar dışında, Eaton-Lambert sendromunkine benzerlikler gösterir. Ardısıra sinir uyarımı testi myastenia gravisli hastaların izlenmesinde yardımcı olduğu gibi bu hastaların ilaçlarının ayarlanmasında da yararlı bir çalışmadır. Hastalık remisyonuna girdiğinde veya klinik tablo hafif olduğunda bu test normal sonuç verebilir.

Sinir Eksitabilite (Uyarılma) Testi

Bu ve bundan sonraki testler de EMG laboratuvarlarında oldukça sık olarak kullanılırsa da rutin hale gelmemişlerdir. Sinir eksitabilite testi periferik sinirlerin elektriki uyarılabilirliklerini kantitatif olarak ölçer. Bir sinir lezyonundan sonra görülen ilk dejenerasyon belirtisi, lezyonun distalinden uygulanan elektriki uyarıya sinirin cevap vermemesidir. Bu test sıklıkla Bell paralizisinde prognoz değerlendirilmesi amacıyla kullanılır. Eğer Bell paralizisi başladıktan sonraki birkaç gün içinde yapılırsa, hastalığın ilerideki durumu hakkında değerli bilgi verir. Normalde 1 msn süreli ve 3-8 mA'lık bir akım fasial sinirin uyarılması için yeterlidir. Sinirin uyarılabilmesi için gereken akım şiddeti iki taraf arasında kıyaslanmalıdır. Hangi tarafta bu değer yüksekse orada sinir uyanabilirliği azalmış demektir. Genel olarak 0.6-1.0 msn süreli bir uyarı ile iki taraf arasındaki sinir uyanabilirliği farkı 4 mA'den fazla ise sonuç anlamlıdır. 20 mA veya daha şiddetli bir akımla sinir uyarılamıyorsa, o sinir total dejenerasyona uğramış demektir ve progno? kötüdür.

H-Refleksi

H-Refleksi Achille refleksinin elektrofizyolojik karşılığıdır. Bu refleks geç bir cevap olup M-Yanıtı'na göre daha düşük eşiklidir. H-Refleksi bebeklerde hemen her kastan elde edilebilir. Oysa erişkinlerde

hemen yalnız posterior tibial sinirin uyarılmasıyla baldır kaslarından elde edilir. Bu refleksin süresi ve amplitüdü latansından daha az yararlıdır.

Periferik nöropati veya Sı radikülopatide H-Refleksi genellikle kayıptır, çünkü bu durumlarda Achille refleksi de çoğunlukla alınmaz. Bununla birlikte periferik nöropati tanısında H-Refleksi latansı duysal sinir iletimi çalışması kadar değerli değildir.

F-Dalgası (F-Yanıtı)

Başka bir geç yanıt da F-Dalgası'dır. Motor sinir iletim hızları çalışılırken supramaksimal uyarıyla elde edilir. Eskiden H-Refleksi'nin bir varyantı olarak bilinen F-Dalgası aslında motor liflerden atidromik olarak elde edilen deşarjlardan oluşur. Bu dalga sinirlerin distal kısımlarından elde edilir. Yakın zamanlarda F-Dalgası proksimal motor liflerin iletim hızını ölçmede kullanılmaya başlanmıştır. Bu refleks de periferik nöropati tanısında duysal sinir iletim hızı kadar değerli değildir.

Göz Kırpma Refleksi (Blink Reflex)

Trigeminal sinirin supraorbital foramende bulunan supraorbital dalı uyarıldığında orbikularis okuli kasından göz kırpma refleksi kaydedilir. Normalde aynı taraftan iki (1. ve 2.), karşı taraftan bir (2.) yanıt elde edilir. Göz kırpma refleksinin afferent arki trigeminal sinirin duyu lifleriyle, efferent arki ise fasial sinirle sağlanır. Buna göre, aynı taraftaki 1. ve 2. yanıtların yokluğu veya latanslarının uzaması ve karşı taraftaki yanıtın yokluğu veya latansın uzunluğu aynı taraftaki trigeminal sinirde bir lezyona işaret eder. Öte yandan, uyarılan taraf hangisi olursa olsun, ikinci yanıtın yokluğu veya latansın uzaması fasial sinir lezyonunu düşündürür.

Bu test fasialden çok trigeminal sinir lezyonlarında değerlidir, çünkü trigeminal sinirin lezyonlanmasını araştıracak tek test budur.

Tek Lif EMG'si (SFEMG)

Oldukça yeni bir test sayılan tek lif EMG'si myastenia gravis ve myastenik sendrom tanısında çok duyarlıdır. Kaydedici çapı 25 mikron olan küçük bir iğne kullanılır. Bu çap normal kas lifi çapından daha küçüktür. Böylece tek bir kas lifinin aksiyon potansiyeli kaydedilebilir. Tek lif EMG elektrodu aynı motor ünite ait olan iki ayrı kas lifinin arasına batırılırsa, çok az bir zaman farkıyla iki ayrı aksiyon potansiyeli elde edilebilir. Bu iki potansiyel arasındaki çok hafif zamansal değişiklik "jitter" kavramının doğmasına yol açmıştır. Böyle bir çift aksiyon potansiyelinin arasındaki zaman intervalinin değişkenliğine jitter denir. Bu normalde 35-40 mikrosaniyeden fazla değildir. Bu zaman farkının oluşmasına yol açan en önemli

neden iki ayrı motor-son-plaktaki sinaptik gecikmedir. Nöromüsküler iletimde bir bozukluk olduğu zaman (myastenia gravisde olduğu gibi) jitter artar. Eğer defekt sinir iletiminden sonra aksiyon potansiyelinin oluşmasına engel olacak kadar ileriye blokaj görülür.

Stalberg ve arkadaşları tüm myastenik hastaların ekstansör digitorum communis kasında artmış jitter göstermişlerdir. Bu otörlere göre klinik olarak güçsüz olan bir kasta jitter normal ise myastenia gravis rahatlıkla ekarte edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Buchthal, F.: An introduction to electromyography. Minimonograph, 15. American Association of Electromyography and Electrodiagnosis, 1981.
2. Daube, JR.: Needle examination in electromyography. Minimonograph, 11. American Association of Electromyography and Electrodiagnosis, 1979.
3. Ertekin, C: Klinik Elektromyografi. Ege Üniversitesi Matbaası, 1977,
4. Johnson, EW. (Ed): Practica! Electromyography. Williams and Wilkins, 1981, pp.1-72.
5. Kimura, J.(Ed): Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: Principles and practise. F.A. Davis, 1984.
6. Oh Shin J.(Ed): Clinical Electromyography: Nerve conduction studies. University Park Press, 1984.
7. Shahani, BT. and Young, RR.: Clinical electromyography. In Baker A.H. (Ed): Clinical Neurology, V ö h 1, Chap:6, pp.1-48, 1984.
8. Ludin. II-P. (Ed): Electromyography in Practice. Georg Thieme Verlag. Thieme-Stratton One, 1980.