



# TFD Nörolojik Fizyoterapi Grubu Bülteni

Cilt/Vol:5  
Sayı/Issue:1  
Ocak/January  
2019  
www.norofzt.org

## NÖROLOJİK HASTALIKLARDA YÜZEYEL ELEKTROMİYOGRAFİ UYGULAMALARI

**Uzm. Fzt. Gülşah SÜTÇÜ**

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

### ELEKTROMİYOGRAFİ

Elektromiyografi (EMG), kas fibrillerinin membranlarında gerçekleşen fizyolojik değişiklikler esnasında oluşan elektriksel aktiviteyi voltaj olarak kaydederek sinyallere dönüştüren deneysel bir yöntemdir (1). Klinik (Diyagnostik) tip EMG ve kinezyolojik tip EMG olmak üzere iki tip EMG vardır. Klinik (Diyagnostik) tip EMG, nörologlar ve fiziyatristler tarafından nöromusküler hastalıkların tanı ve tetkikinde kullanılır. Kinezyolojik tip EMG ise daha çok hareket analiz sistemleri ile birlikte vücut kısımlarının hareketiyle kas fonksiyonları arasındaki ilişkinin incelenmesine yardımcı olur. Kinezyolojik EMG, kasın elektriksel aktivitesinin boyutunu ve zamanlama paternini diğer kaslarla ilişkili olarak gösterebilir. Pek çok araştırmada ise kasların ürettikleri kuvvet hakkında fikir edinmek için kullanılır.

EMG'nin sağladığı yararları şu şekilde sıralayabiliriz;

- EMG kas kitlesinin içinin incelemesine imkân sağlar.
- Kasın aktivasyonunu objektif olarak değerlendirir.
- Ameliyat öncesi ve sonrası klinik karar vermeye yardımcı olur.
- Tedavi ve egzersiz prognozunun takibini kolaylaştırır.
- Hastaya feedbackler vererek kaslarını bulması ve eğitmesi için yardım eder.
- Spor aktivitelerinin geliştirilmesine yönelik analizlerde kullanılabilir (2).

## YÜZEYEL EMG

Yüzeyel elektromiyografi (YEMG), kas aktivasyonunu objektif olarak değerlendiren, ağrı ve acı hissi yaratmayan, iğnesiz ve uygulama kolaylığı açısından sık kullanılan bir yöntemdir. YEMG ölçümlerinde sinyaller yüzeyel elektrotlar kullanılarak deri yüzeyinden non-invaziv olarak alınır ve kaydedilir. YEMG ölçümleri için donanım ve yazılım olarak YEMG cihazı ile senkronize çalışan bir bilgisayar bulunması gereklidir (3, 4) (Şekil 1). YEMG’ de elektrotlar, aktif motor ünite tarafından oluşturulan elektriksel değişiklikleri (aksiyon potansiyeli) ve kas fibrillerinin membran özelliklerini kaydeder. YEMG sinyalleri kas kontraksiyonu sırasında aktif olan motor ünitelerin aksiyon potansiyelinin düzenli olarak kayıt edilmesinden oluşur (Şekil 2). Kas fibrili zarındaki aksiyon potansiyellerinin değişimine göre depolarizasyon ve repolarizasyon süreçlerinde kayıt alınır. Böylece YEMG, nöromusküler sistem hastalıklarında patolojilerin saptanmasında ya da değerlendirme çalışmalarında kullanılabilir.



**Şekil 1.** 8 kanallı yüzeyel EMG sistemi



Şekil 2. Yüzeysel EMG kayıt ve analiz ara yüzü

Günümüzde YEMG laboratuvar çalışmalarında, elektrik-elektronik, bilgisayar, biyomedikal, kinezyoloji, spor tıbbi ve spor bilimleri gibi birçok alanda tek başına veya hareket analizi, kuvvet platformu, izokinetik sistemler gibi cihazlardan elde edilen verileri destekleyici bir yöntem olarak kullanılmaktadır. YEMG değerlendirme çalışmalarının yanı sıra biofeedback, gevşeme, üriner inkontinans tedavisinde ve kasların eğitiminde kullanılmaktadır (5).

Yüzeysel EMG çalışmalarını geliştirmek amacıyla Avrupa komisyonu tarafından finanse edilerek SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles) kurulmuştur. SENIAM, uluslararası işbirliğini geliştirmeyi ve YEMG için genel kabul gören standartlar oluşturmayı hedefler. SENIAM projesi YEMG kullanımı ve geliştirilmesi için 16 Avrupa ülkesinin çalışma grubunu bir araya getirmiştir (6). YEMG ölçümlerinde standardizasyonun sağlanması için SENIAM kriterlerine uygun bir şekilde kayıt alınabilir.

Yüzeysel EMG uygulamalarının avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

**Yüzeyel EMG'nin avantajları;**

- Yüzeyel EMG ile kontraksiyon esnasında kastan gelen elektriksel sinyalleri objektif bir şekilde tespit etmek oldukça başarılı bir yöntemdir.
- Yüzeyel elektrotlar iğne elektrotlara göre daha kullanışlıdır. Bu elektrotlar deri yüzeyine yerleştirilir ve sinyaller non-invaziv bir şekilde alınır.
- YEMG' de yapılan ölçümlerin tekrarlanabilmesi kolaydır.
- Yüzeyel elektrot uygulamalarında bireyde acı ve ağrı hissi oluşmaz, uygulanması daha pratiktir.
- YEMG uygulaması, tıp uzmanı olmayı gerektirmez.
- YEMG'de kaydedilen sinyalin ortalama düzeyi, gerilim düzeyi ile doğru orantılıdır (7,8).

**Yüzeyel EMG'nin dezavantajları;**

- Sadece yüzeyel kasların ölçümünde kullanılır.
- Yüzeyel EMG sinyalleri ortamdaki gürültüden etkilenebilir.
- Özellikle yaz aylarında elektrotlar altındaki terleme sebebiyle EMG sinyalleri bozulabilir.
- Bireyin hareket kabiliyetini engelleyebilir.
- Dinamik kassal aktiviteleri kayıt etmede sınırlılıklar vardır.
- Dinamik pozisyonlardaki yüzeyel EMG ölçümlerinde elektrot yerleşimlerinin statik pozisyonlarda gerçekleştirilmesi sebebiyle sinyal alınan bölgenin yer değiştirmesi sinyalin kalitesini bozabilir (7,8).

**NÖROLOJİK HASTALIKLARDA YÜZEYEL EMG ÇALIŞMALARI****Fonksiyonel Aktivitelerde Kas Aktivasyonu**

Nörolojik hastalarda aktivite ve katılım limitasyonu hastaların günlük yaşamlarını olumsuz yönde etkileyen önemli sorunlardır. Nöromuskuler sebeplerle kas kuvvet ve endurans kaybı yaşayan hastalarda yatak içinde dönme, oturmadan ayağa kalkma, ayakta

durma ve yürüme gibi günlük yaşamda en sık kullanılan aktivitelerin kısıtlanması hastaları fonksiyonel olarak kısıtlamakta ve günlük yaşamlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Literatür incelendiğinde nörolojik hasta gruplarında en çok incelenen fonksiyonel aktivitelerden biri oturmadan ayağa kalkma aktivitesidir. Oturmadan ayağa kalkma aktivitesi kas kuvveti, yaş, hastalık gibi kişiyle ilişkili faktörlerin yanı sıra sandalye tipi ve yüksekliği gibi çevresel ve ayak pozisyonu, hız gibi stratejiyle ilişkili pek çok faktörden etkilenebilmektedir (9). Özellikle gövde ve alt ekstremitte ekstansör kas kuvvetinin önemli rol oynadığı oturmadan ayağa kalkma aktivitesi farklı nörolojik hasta gruplarında elektromiyografik ve biyomekanik olarak pek çok kez ele alınmıştır. Rong-Rong ve arkadaşlarının, inme hastalarının oturmadan ayağa kalkma sırasındaki kuadriseps femoris, biceps femoris, tibialis anterior ve gastrocnemius kaslarının aktivasyon seviyelerini sağlıklı yaşlıları ile karşılaştırdıkları çalışma sonucunda; inme hastalarının etkilenmiş ve etkilenmemiş taraflarındaki kas aktivasyon seviyelerinin sağlıklara göre arttığı belirtilmiştir (10).

Fonksiyonel aktiviteler sırasında kas aktivasyonunun incelendiği çalışmalarda bireylerde alınan verilerin normalizasyonu için en sık kullanılan yöntemlerden biri maksimum istemli izometrik kontraksiyon (MVIC) yöntemidir. Fonksiyonel aktivite sırasında kastan gelen elektriksel aktivitenin yanı sıra kasların en izole çalıştığı pozisyonlarda kas kırma testine benzer şekilde yapılarak izometrik kontraksiyon açığa çıkacak şekilde bireylerin kaslarından gelen elektriksel sinyaller kaydedilir. Sinyallerin rektifikasyon ve filtreleme işlemleri sonrası analizleri sonucu bireylerin maksimal istemli izometrik kontraksiyon verileri sayısal olarak elde edilir. Fonksiyon sırasında elde edilen verilerin MVIC değerlerine oranlanması sonrası her bireyin kendi maksimal kas kuvvetinde kas aktivasyon değerleri hesaplanmış olur (%MVIC) ve bu işleme normalizasyon denir.

Nörolojik hastalıklarda fonksiyonel aktivite sırasında kas aktivasyonu değerlendirme çalışmaları önemli objektif sonuçlar sunmaktadır.

### **Fonksiyonel Aktivitelerde Timing (Zamanlama)**

Nörolojik hastalarda kasılabilir kas kütlesinin azalması ile birlikte kasın kasılma mekanizmasında da anomaliler görülebilmektedir. Kasların herhangi bir aktivite sırasında birbirleriyle uyumlu bir zamanlama ile kasılmaları aktivitenin normal fizyolojik paternler içinde gerçekleşmesi açısından önemlidir. Elektromiyografik ölçümlerle kaslardan alınan

elektriksel sinyaller yardımı ile kasların kasılma zamanı ve süreleri ile ilgili veriler elde edilebilmektedir. Literatür incelendiğinde nörolojik hastalarda farklı fonksiyonel aktiviteler sırasında kasların kasılma zamanları ve süreleri ile pek çok çalışma yapıldığı görülmektedir. Miller ve arkadaşlarının yüzeysel EMG parametreleri ile Parkinson hastaları ve sağlıklı bireylerin yürüyüşleri sırasında vastus lateralis, gastrocnemius'un medial parçası ve tibialis anterior kaslarının zamanlamalarını karşılaştırdıkları çalışmanın sonuçları incelendiğinde; gastrocnemius'un medial parçasının kasılma zamanında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (11).

### **Yorgunluk**

Kronik yorgunluk, nörolojik hastalıkların tipik bir semptomudur. Özellikle Multipl Skleroz, Polio ve inme sonrası hastalarda kronik yorgunluk önemli derecede aktivite ve katılım limitasyonuna sebep olmaktadır (12). YEMG klinikte kas yorgunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan pratik bir yöntemdir. Sabit kuvvetteki izometrik kasılmalar sırasında, kasa ait elektrofizyolojik özelliklerde görülen değişimler EMG sinyallerine yansımaktadır. Böylelikle kas yorgunluğunun miyoelektrik belirtileri yüzeysel EMG sinyalinin karakteristik değişkenlerinin zaman içinde gözlenmesiyle ölçülebilir (13). Ortalama frekans ve medyan frekans, kas yorgunluğu çalışmalarında yaygın olarak kullanılan izgesel değişkenlerdir (14, 15) Güç izgesel yoğunluğu (PSD) analizi, frekans içeriği durağan (stationary) olan işaretler için uygundur. EMG, durağan olmayan (non-stationary) bir işaret olup, kısa zaman aralıklarında incelendiğinde durağan kabul edilebilir (13, 16). Literatür incelendiğinde özellikle Multipl Skleroz gibi kronik yorgunluk şikayetlerinin sık görüldüğü nörolojik hasta gruplarında yüzeysel EMG ölçümleri ile yorgunluğun incelendiği çalışmalara rastlanmaktadır. Steens ve arkadaşlarının Multipl Skleroz hastalarının hissettiği yorgunluk ile kassal yorgunluğun ilişkisini inceledikleri çalışmalarında yüzeysel EMG ölçümleri ile aldıkları MVIC sinyallerini yorumladıkları görülmektedir (17). Özellikle subjektif yöntemlerle değerlendirilen yorgunluk parametresinin yüzeysel EMG gibi objektif yöntemler ile ortaya konması çalışmaların güvenilirliği açısından son derece önemlidir.

### **Kasların Ko-aktivasyonu**

Sağlıklı bireylerde agonist ve antagonist kasların ko-aktivasyonu fonksiyonel aktiviteleri gerçekleştirirken hareketin verimliliğine yardımcı olan normal bir strateji olarak kabul edilmektedir. Bazı durumlarda ise hareketin verimliliğini arttırmaksızın, hareketin

stabilitesine ve/veya doğruluğuna yardım eden normal olmayan bir strateji olarak ele alınmaktadır. Kasal aktivasyonun derecesi, gerçekleştirilen aktivitenin gerekliliklerine ve bireyin yeteneğine bağlı olarak merkezi sinir sistemi içerisinde ayarlanmaktadır. Nörolojik hastalıklarda kas kuvvet ve endurans kaybı, spastisite ve atrofi gibi çeşitli durumlarda kasların ko-aktivasyon seviyeleri değişebilmektedir. Hastalarda anormal ko-aktivasyon seviyeleri hareket disfonksiyonunu da birlikte getirmektedir. Hangi seviyedeki ko-aktivasyonun fonksiyonel yeteneği desteklediği veya engellediği ya da hangi derecedeki yetersiz agonist ve antagonist ko-aktivasyonun ciddi kas zayıflığına sebep olabileceği tam olarak açık değildir. Nörolojik hastalıklarda ko-aktivasyon mekanizmalarını anlamadaki en büyük limitasyon; ko-aktivasyon seviyelerini belirlemek için kullanılan geniş çaplı yöntemlerdir (18). Literatür incelendiğinde; farklı nörolojik hasta gruplarında incelenen ko-aktivasyon seviyelerinde yüzeysel EMG yönteminin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (19-21). Kasların ko-aktivasyon seviyelerini belirlemek için kas aktivasyon seviyeleri oranlanır. Kas hareketi, eklem pozisyonu, kasılma tipi ve test pozisyonu EMG ölçümlerini etkileyebilmektedir. Busse ve arkadaşlarının farklı nörolojik hasta gruplarında ko-aktivasyon ile kas zayıflığı ve kas zayıflığına sebep olan nörolojik lezyonun ilişkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmanın sonuçları incelendiğinde; kas hastaları ve üst motor nöron lezyonu olan hastalarda hamstring ve kuadriseps kaslarının izometrik ve fonksiyonel kas aktivasyonları arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu görülmektedir (22).

## KAYNAKLAR

1. Soylu A R. Spor bilimleri için yüzeysel elektromyografi: Olası hata kaynakları ve bazı teknik detaylar. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı. Ankara, 2010.
2. Konrad P. The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography. 2005;1:30-5.
3. Day S. Important factors in surface EMG measurement. Bortec Biomedical Ltd publishers. 2002:1-17.
4. Merlo A, Campanini I. Technical aspects of surface electromyography for clinicians. The open rehabilitation journal. 2010;3(1).

5. Florimond V. Basics of surface electromyography applied to physical rehabilitation and biomechanics. Montreal, Canada: Thought Technology Ltd. 2009.
6. Stegeman D, Hermens H. Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). Enschede: Roessingh Research and Development. 2007:108-12.
7. Cerrah Ao, Ertan H, Soylu Ar, Aslan Cs, Karakollukçu M, Şirin Ef, Et Al. Spor Bilimlerinde Elektromiyografi Kullanımı.
8. Ada N. Yürüme analizinde bacak kaslarının yüzeysel EMG ile değerlendirilmesi: Trakya Üniversitesi; 2015.
9. Janssen WG, Bussmann HB, Stam HJ. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Physical therapy*. 2002;82(9):866-79.
10. Lu R-R, Li F, Zhu B. Electromyographical characteristics and muscle utilization in hemiplegic patients during sit-to-stand activity: an observational study. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2016;52(2):186-94.
11. Miller RA, Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. Components of EMG symmetry and variability in parkinsonian and healthy elderly gait. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control*. 1996;101(1):1-7.
12. Chaudhuri A, Behan PO. Fatigue in neurological disorders. *The lancet*. 2004;363(9413):978-88.
13. Georgakis A, Stergioulas LK, Giakas G. Fatigue analysis of the surface EMG signal in isometric constant force contractions using the averaged instantaneous frequency. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2003;50(2):262-5.
14. Yamada H, Okada M, Oda T, Nemoto S, Shiozaki T, Kizuka T, et al. Effects of aging on EMG variables during fatiguing isometric contractions. *Journal of human ergology*. 2000;29(1-2):7-14.
15. Sparto PJ, Parnianpour M, Barria EA, Jagadeesh JM. Wavelet and short-time Fourier transform analysis of electromyography for detection of back muscle fatigue. *IEEE Transactions on rehabilitation engineering*. 2000;8(3):433-6.
16. Cakir O, Engin M, Engin EZ, Yumrukaya U, editors. Investigation of Muscle Fatigue by Processing EMG Signal. *Biomedical Engineering Meeting, 2009 BIYOMUT 2009 14th National*; 2009: IEEE.
17. Steens A, de Vries A, Hemmen J, Heersema T, Heerings M, Maurits N, et al. Fatigue perceived by multiple sclerosis patients is associated with muscle fatigue. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2012;26(1):48-57.



18. Busse M, Wiles C, Van Deursen R. Muscle co-activation in neurological conditions. Physical therapy reviews. 2005;10(4):247-53.
19. McLellan D. CO-contraction and stretch reflexes in spasticity during treatment with baclofen. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 1977;40(1):30-8.
20. Hammond M, Fitts S, Kraft G, Nutter P, Trotter M, Robinson L. Co-contraction in the hemiparetic forearm: quantitative EMG evaluation. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1988;69(5):348-51.
21. Thomas CK, Tucker ME, Bigland-Ritchie B. Voluntary muscle weakness and co-activation after chronic cervical spinal cord injury. Journal of neurotrauma. 1998;15(2):149-61.
22. Busse ME, Wiles CM, van Deursen RW. Co-activation: its association with weakness and specific neurological pathology. Journal of neuroengineering and rehabilitation. 2006;3(1):26.

**TFD NÖROLOJİK FİZYOTERAPİ GRUBU**

adına

**Ar. Gör. Fzt. Gülşah SÜTÇÜ**

tarafından hazırlanmıştır.

**[www.norofzt.org](http://www.norofzt.org)**